

Análisis de la cadena de valor de la industria eólica vasca: oportunidades y ámbitos de mejora

M. Davide Parrilli (coord.)
Eloy Álvarez
Aitziber Elola
Usue Lorenz
Roberta Rabellotti

Análisis de la cadena de valor de la industria eólica vasca:
oportunidades y ámbitos de mejora

Análisis de la cadena de valor de la industria eólica vasca: oportunidades y ámbitos de mejora

M. Davide Parrilli (coord.)
Eloy Álvarez
Aitziber Elola
Usue Lorenz
Roberta Rabellotti

2012
Orkestra - Instituto Vasco de Competitividad
Fundación Deusto

Report

Autores

Mario Davide Parrilli es investigador sénior del Departamento de Territorio, Innovación y Clústeres de Orkestra-Instituto Vasco de Competitividad y profesor titular de Deusto Business School.

Eloy Álvarez Pelegry es director del Departamento de Energía de Orkestra-Instituto Vasco de Competitividad.

Aitziber Elola es investigadora del Departamento de Estrategia de Orkestra-Instituto Vasco de Competitividad.

Usue Lorenz es facilitadora de investigación del Departamento de Territorio, Innovación y Clústeres de Orkestra-Instituto Vasco de Competitividad.

Roberta Rabellotti es catedrática de Economía, Departamento de Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad de Pavia.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo de Karlygash Altayeva en la recogida y preparación de información para este estudio. También se agradecen de manera especial los comentarios realizados a las versiones preliminares de este trabajo por parte de Antonio Navarro (Iberdrola), Maite Bermejo (Gamesa), Juan José Alonso (Clúster de Energía), José Luis Villate (Tecnalia), Alberto Frauca (Hine), Unai Castro y María José Aranguren (de los Departamento de Energía, y de Territorio, Innovación y Clústeres de Orkestra, respectivamente).

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

Con el apoyo de SPRI-Gobierno Vasco, Diputación Foral de Gipuzkoa, Euskaltel, Kutxa y Repsol-Petronor.

© Instituto Vasco de Competitividad - Fundación Deusto



Mundaiz 50, E-20012, Donostia-San Sebastián
Tel.: 943 297 327. Fax: 943 279 323
comunicacion@orquestra.deusto.es
www.orquestra.deusto.es

© Publicaciones de la Universidad de Deusto
Apartado 1 - E48080 Bilbao
Correo electrónico: publicaciones@deusto.es

ISBN: 978-84-9830-412-1

Índice

Resumen ejecutivo	9
Laburpen exekutiboa	11
Executive summary	13
1. Introducción	15
2. Marco analítico	17
3. La industria global de la energía eólica	23
4. La cadena global de valor del sector eólico: el caso vasco	27
5. Las redes de innovación en la cadena eólica y el sistema vasco de innovación	39
6. La cadena de valor del líder mundial: Vestas	45
7. Conclusiones	51
8. Bibliografía	55
9. Anexo I: Tabla de políticas	57
10. Anexo II: Listado de entrevistados	59
11. Opiniones destacadas	61

Análisis de la cadena de valor de la industria eólica vasca: oportunidades y ámbitos de mejora

Resumen ejecutivo

Este documento responde a dos exigencias: por un lado, refleja la necesidad de explorar una industria de gran perspectiva a nivel mundial en un mundo que crecientemente requiere energías alternativas para fomentar un desarrollo local y mundial que sea sostenido y, sobre todo, sostenible; por otro lado, este trabajo busca identificar el posicionamiento competitivo del conjunto de agentes y empresas vascas de la energía en las cadenas globales de valor del segmento eólico que, aparentemente, forman una masa crítica que puede explotarse potentemente para propósitos de desarrollo económico y social de la región y del país.

Por tanto, en este documento se recoge un análisis detallado de empresas y demás organismos y agentes que intervienen en esta industria en la Comunidad Autónoma Vasca y que, en algunos casos, ya tienen un fuerte arraigo en los mercados internacionales, tanto en términos de ventas como de inversiones en plantas y actividades manufactureras en el exterior.

El resultado de esta investigación es que el fuerte proceso de internacionalización de las empresas líderes vascas de estos últimos años, que responde principalmente al crecimiento imponente de la demanda de energía eólica en los países emergentes, ha creado y crea presiones hacia la internacionalización de las demás empresas del conjunto vasco para seguir siendo competitivas y mantener cuotas de mercado en esta industria. De otra forma, podrían quedarse sin suficiente demanda ya que el tradicional mercado nacional, en el cual han estado operando en los últimos quince años, se ha estancado de forma significativa, debido a nuevas regulaciones y a la revisión de los incentivos y subsidios a la instalación de parques eólicos.

En la actualidad, además de las empresas líderes, también las empresas de primer *tier*/nivel y algunas del segundo se han internacionalizado, lo que es factible cuantos mayores sean las competencias de tales empresas y, en particular su capacidad de innovación. Este paso hacia la internacionalización puede estar más alejado de las empresas que producen componentes más genéricos, pesados y reproducibles por empresas de países emergentes mediante la adopción de tecnologías disponibles en el mercado; es el caso de las empresas de forja y fundición que se ocupan de producir góndolas, torres, bujes y ejes y rodamientos. Sin embargo, en este caso pueden barajarse algunas soluciones como la creación de *joint-ventures* con empresas locales mediante la participación en su capital y procesos controlados de transferencia tecnológica.

Las demás empresas de tercer y cuarto *tier*/nivel, como las empresas proveedoras de materiales y componentes más genéricos y estandarizados, no tienen problemas particulares principalmente porque no dependen exclusivamente de esta industria y de sus grandes líderes, sino que operan y trabajan para una cantidad de industrias y sectores productivos del País Vasco y de España, como es el caso de las industrias automotriz, aeronáutica, marítima y de electrodomésticos, entre otras. Por tanto, podrían sustituir una demanda que baja en algunas industrias mediante producciones que se reorientan hacia otros segmentos productivos.

Nuestro estudio evidencia la importancia de apostar por la inversión en actividades de I+D+i a nivel de todo el conjunto de empresas y organizaciones vascas relacionadas con la energía eólica. Ya hay fuertes competencias construidas en esta industria y en este territorio a lo largo de la última década; hay que seguir invirtiendo para mantener la ventaja competitiva y para integrar un mayor número de empresas de segundo *tier*/nivel en procesos de innovación avanzada y de internacionalización productiva y comercial. Tanto la política pública como el sector privado a nivel individual y colectivo (cámaras de comercio, asociaciones clúster, entre otras) deberán apoyar este proceso que puede aprovechar tanto los canales internacionales (proyectos energéticos europeos) como los canales nacionales y regionales para fomentar la creación de un núcleo duro de em-

presas que invierten en I+D+i y que cooperan en tales actividades —aunque en la actualidad tal cooperación es muy incipiente— de manera que resulte más sencillo mantener también esta colaboración luego, en las prácticas de internacionalización y respuesta a la demanda de los mercados emergentes. Esta es también la lección que se extrae del análisis de la red de innovación creada por Vestas, líder mundial de la industria.

En este sentido, hay que aprovechar el desarrollo aún incipiente del segmento eólico *offshore*, que demanda empresas innovadoras disponibles a cooperar, ya que las tecnologías necesarias en este ámbito no están aún definidas, sino que se están explorando potentemente en estos años. Una colaboración estrecha que se base en vínculos de tipo *relacionales*, basados en la interacción, ayudaría al despegue de este segmento. En tal actividad, la cooperación se extendería más allá de la industria energética propiamente dicha para incluir otras empresas y sectores que pueden apoyar el desarrollo de los parques eólicos *offshore*, como es el caso de la industria marítima de remolques, operaciones y servicios *offshore* y, sobre todo, fundamentación de los parques en fondos marinos de gran profundidad, lo que representa un gran reto para la industria mundial.

Este documento concluye con una sección final de opiniones destacadas de algunos de los mayores exponentes de esta industria eólica y de los agentes relacionados. Empresas como Iberdrola, Hine, centros tecnológicos como Tecnalía, organismos privados-públicos como el Ente Vasco de Energía (EVE) aportan sus razonamientos y perspectivas que también ayudan a esclarecer las perspectivas del conjunto vasco de empresas energéticas/eólicas frente a los nuevos retos de la innovación y la internacionalización.

EAEko industria eolikoaren balio katearen azterketa: aukerak eta zer hobetuak

Laburpen exekutiboa

Dokumentu honek bi eskakizuni erantzun nahi die: alde batetik, mundu mailan etorkizun handiko industria aztertzeko beharra, munduak tokiko eta munduko garapen jarraitua eta, batez ere, iraunkorra sustatzeko energia alternatiboak behar dituen garai honetan; beste aldetik, lanak energiaren esparruko EAEko eragile eta enpresa multzoak segmentu eolikoaren balio kate globaletan duen lehiatzeko kokapena identifikatu nahi du, itxuraz behintzat eskualdearen eta herrialdearen ekonomia eta gizarte garapena lortzeko ustiatzeko moduko masa kritikoa osatzen baitu.

Ildo horretatik, dokumentu honetan industria eolikoan Euskal Autonomia Erkidegoan parte hartzen duten enpresen eta gainerako erakunde eta eragileen analisi zehatza jasotzen da. Protagonista horietako batzuek jada presentzia esanguratsua dute nazioarteko merkatuetan, bai salmentei begiratuta eta bai kanpoan lantegietan eta manufakturako jardueretan egindako inbertsioei begiratuta.

Ikerketa honetan ondorioztatzen da EAEko enpresa liderrek azken urte hauetan izan duten nazioarteko-tze prozesu indartsuak, nagusiki garabidean doazen herrialdeetan energia eolikoaren eskariaren izugarritzko hazkundeari erantzuten dionak, EAEko gainerako enpresei nazioartekotzeko presioa sortu eta sortzen diela, lehiakor izaten jarraitu eta industrian merkatu kuotei eutsi nahi badiete. Horrela egin ezean, eskari nahikorik gabe geldituko lirarteke, azken hamabost urteetan beren negozioaren muina izan den Espainiako merkatua moteldu egin baita, arauketa berrien eta parke eolikoak jartzeko pizgarriak eta laguntzak berrikustearen eraginez.

Gaur egun, enpresa liderrez gainera, lehenengo *tier*/mailako enpresak eta bigarreneko batzuk ere nazioartera atera dira. Aukera hori egingarriagoa da enpresen gaitasunak handiagoak diren heinean, bereziki, berri-tzeko gaitasuna. Nazioartekotzerako urratsa urrunago ikus daiteke osagai orokorrakoak, astunagoak eta merkatuan eskuragarri dauden teknologia onak bereganatuz, garabidean doazen herrialdeetako enpresek kopiatzeko modukoak ekoizten dituzten enpresetan. Horrelaxe gertatzen da forja eta fundizioko hainbat enpresatan, gondolak, dorreak, abatzak, ardatzak eta errodamenduak ekoizten dituztenak. Baina, kasu horietan, bestelako irten-bideak ere bila daitezke, esate baterako tokiko enpresekin *joint-venture*ak sortzea, kapitalean parte hartuz eta teknologia transferitzeko prozesu kontrolatuekin.

Hirugarren eta laugarren *tier*/mailako gainerako enpresek eta material eta osagai orokorrakoak eta estandarizatuagoak hornitzen dituzten enpresek ez dute arazo handirik, nagusiki ez direlako industria horrekiko eta lider handiekiko guztiz mendeko. Aitzitik, EAEko eta Espainiako industria eta ekoizpen sektore askotarako egiten dute lan, besteak beste, automobilgintza, aeronautika, itsasoa eta etxetresna elektrikoak. Beraz, industria batzuetan eskaria jaisten bada, beste ekoizpen segmentu batzuetara bideratu ahal izango dute ekoizpena.

Gure azterlanak agerian uzten du energia eolikoarekin lotutako EAEko enpresa eta erakunde guztiek I+G+Bko jardueretan inbertitzearen aldeko apustuak duen garrantzia. Industria horretan eta gure lurraldean azken hamarkadan gaitasun sendoak eraiki dira; inbertitzen jarraitu behar da lehiatzeko abantailari eusteko eta bigarren *tier*/mailako ahalik eta enpresa gehien berrikuntzako prozesu aurreratuetan eta ekoizpenaren eta merkataritzaren nazioartekotze prozesuetan txertatzeko. Politika publikoek zein sektore pribatuak, banaka eta taldean (merkataritza ganberak eta kluster elkarteak, besteren artean) prozesu horri lagundu behar diote. Horretarako, nazioarteko bideak (Europako energia proiektuak) eta herrialde eta eskualdekoak erabili behar dira I+G+Bn inbertitzen duten eta jarduera horietan elkarrekin aritzen diren —nahiz eta oraindik lankidetzara hori txikia izan— enpresen talde sendo bat sortzeko. Horrela errazagoa izango da lankidetzara hori aurrerago ere erabiltzea, na-

zioartekotze prozesuetan eta garabidean doazen merkatuetako eskariari erantzuterakoan. Irakaspen hori bera atara dezakegu Vestas industriako munduko liderrak sortu berri duen berrikuntza sarea aztertuta.

Ildo horretatik, *offshore* segmentu eolikoaren hasierako urratsak balia daitezke, segmentu horrek lankidetzan aritzeko prest dauden enpresa berritzaileak behar baititu. Izan ere, sektorean erabiltzeko teknologiak definitu gabe daude eta urte hauetan miaketa lana da nagusi. *Harremanetan* eta elkarreraginean oinarritutako lankidetzak estua lagungarri izango litzateke segmentu horrek indarra hartzeko. Jarduera horretan, lankidetzak energia industria baino urrunago hedatuko litzateke, *offshore* parke eolikoak garatzen lagundu dezaketene beste enpresa eta sektoreak ere barne hartzeko, esate baterako, erremolkeen, eragiketen eta *offshore* zerbitzuen itsas industria, eta, batez ere, sakonera handiko itsasoetan parkeak finkatzea. Erronka handia da hori munduko industria-erentzat.

Azterlan honen azken atalean industria eolikoaren eta hari lotutako eragileen protagonista handienetako batzuen iritziak jaso ditugu. Iberdrola eta Hine enpresek, Tecnalia zentro teknologikoa, Energiaren Euskal Erakundeak (EEE) beren iritziak eta ikuspegiak eskaini dizkigute. Horiek guztiak lagungarri dira EAEko energia eta industria eolika osatzen duten eragileek berrikuntzaren eta nazioartekotzearen erronka berrien aurrean duten ikuspegia argitzeko.

Analysis of the value chain of the Basque wind power industry: opportunities and areas for improvement

Executive summary

This paper addresses two pressing issues: first, it highlights the need to explore an industry with a broad global outlook in a world that increasingly requires alternative energies to foster local and global development in a sustained and, above all, sustainable manner; second, it seeks to identify the overall competitive positioning of agents and firms of the Basque power industry in the global value chains of the wind energy sector that seem to form a critical mass that could be heavily exploited with a view to economic and social development for the region and the country.

As such, the paper provides a detailed analysis of firms and other organizations and agents in this industry in the Basque Country that, in some cases, are already well established in international markets, both in terms of revenues and real investment in industrial plants and manufacturing operations abroad.

The result of this research is that the intensive internationalization process undergone by the leading Basque firms in recent years, largely in response to the formidable rise in demand for wind power by emerging countries, is placing added pressure on all other Basque firms to internationalize in order to stay competitive and retain their market share in this industry. Otherwise, they could end up with insufficient demand, given that the traditional national market in which they have been operating in the last fifteen years has been largely stagnant, due to new regulations and changes in the incentives and subsidies for the installation of wind farms.

Now, not only have the leading firms internationalized, but so too have the first-tier and some second-tier suppliers; the greater the capabilities of such firms and particularly their capacity for innovation, the more feasible this becomes. This move towards internationalization could be out of reach to firms producing components that are more generic, heavier and reproducible by firms in emerging countries through the adoption of the best available technologies in the market; this is the case of firms in the forging and casting sectors that produce nacelles, towers, hubs and shafts and bearings. Nevertheless, a number of solutions are available, including joint ventures created with local firms through participation in their capital and controlled technology transfer processes.

The remaining third- and fourth-tier firms, as suppliers of more generic and standardized materials and components, do not have heavy problems, mainly because they do not rely exclusively on this industry and its major leaders, since they operate and work for a number of industries and productive sectors in the Basque Country and Spain, as in the case of industries such as automotive, aerospace, marine and household appliances. Therefore, they could offset the decreasing demand in some industries with production reoriented towards other productive sectors.

Our study demonstrates the importance of the commitment to invest in R&D+i activities on the part of all Basque firms and organizations involved with wind energy. Strong competencies have already been developed in this industry and in this territory over the last decade; continued investment is needed to sustain the competitive advantage and to integrate a larger number of second-tier firms in processes of advanced innovation and the internationalization of production and sales. Both public policy and the private sector at the individual and group levels (chambers of commerce, cluster associations, etc.) should support this process, which can take advantage of international channels (European energy projects) as well as national and regional channels to promote the creation a strong nucleus of firms that invest in R&D+i and cooperate in such activities — albeit such cooperation is nascent at this point — so that it becomes easier to maintain this partnership later on, in interna-

tionalization practices and responding to the demand of emerging markets. This is also the lesson to be learned from the analysis of the innovation network created by Vestas, the world leader in the industry.

In this respect, it is essential to capitalize on the still-incipient development of the offshore wind energy market, which demands innovative firms with a readiness to cooperate, given that the necessary technologies in this area have yet to be defined, but are being very actively explored as of the past few years. A close cooperation built around relational links, based on interaction, would help this sector take off. Cooperation in such activity would extend beyond the energy industry itself to include other firms and sectors capable of supporting the development of offshore wind farms, such as maritime towing, offshore operations and services and, above all, laying the groundwork for deep-sea wind farms, which poses a major challenge for the global industry and, in particular, for the local industry.

This paper concludes with a section highlighting the opinions of some of the major players in the wind industry and its related agents. Firms such as Iberdrola and Hine; technology centers such as Tecnalia and private/public agencies including the Basque Energy Board (EVE) offer their thoughts and perspectives, which also help to clarify the overall outlook for Basque firms in the wind power industry in the face of emerging challenges related to innovation and internationalization.

1. Introducción

La energía eólica es una fuente de energía limpia y un recurso relativamente barato. Así, de las diferentes fuentes de energías renovables (hidroeléctrica, solar, de biomasa, biocombustibles, geotérmica, etc.) en las que las inversiones globales han crecido considerablemente en la última década, se considera que la industria eólica tiene el mayor potencial para transformarse en energía del futuro (Ayee *et al.*, 2009).

La capacidad global de producción de energía eólica ha crecido fuertemente en la última década, en parte debido a los importantes subsidios gubernamentales que ha recibido la industria. Hasta la fecha, Europa, junto con los Estados Unidos, ha sido el principal mercado para la industria eólica. Sin embargo, recientemente algunas economías emergentes han aumentado fuertemente su demanda. Así, tanto en 2010 como en 2011, la mayor parte de la nueva capacidad se instaló en estos países. Entre ellos destaca China, donde en 2010 y 2011 se instaló, respectivamente, el 50% y el 43% de la nueva capacidad (GWEC, 2012; REN21, 2011). Tras el estancamiento del mercado en 2010, en 2011 la industria creció un 6%. En algunos de los principales mercados eólicos como Estados Unidos, India, España o China, la industria se enfrenta a un futuro incierto, debido especialmente a la incertidumbre regulatoria en los tres primeros casos, y a problemas relacionados con la conexión a la red en el caso de China. Sin embargo, por razones de sostenibilidad ambiental y energética parece que esta industria seguirá siendo esencial en el futuro y se espera que siga creciendo.

Desde el punto de vista de la oferta, históricamente el sector ha estado dominado por las empresas europeas y norteamericanas. Sin embargo, recientemente las empresas asiáticas, especialmente de China e India, han desafiado este predominio. En el segmento *onshore*, donde se da una fuerte competencia en precios, la industria ha entrado en un proceso de concentración. En el segmento *offshore*, aún incipiente, las inversiones en nuevas técnicas de ingeniería para integrar la tecnología existente y adaptarla al entorno marino son un factor competitivo clave.

España juega un papel importante en esta industria. Por una parte, en términos de demanda, a finales de 2011, en términos de capacidad total instalada, España era el cuarto país, por detrás de China, EE.UU. y Alemania (GWEC, 2012). Por otra parte, algunas de las líderes mundiales, tanto en la producción de aerogeneradores como en la generación y distribución de la energía eléctrica, son españolas.

El País Vasco, por su parte, ha basado su política industrial de los últimos años en el desarrollo de clústeres industriales especializados. Entre ellos está el clúster de la energía, en el que se encuentran un considerable número de empresas que operan en distintos segmentos energéticos como el gas, el petróleo, la energía eólica o la solar, entre otros (Aranguren *et al.*, 2009; Orkestra, 2011). Dos de las líderes mundiales, Iberdrola y Gamesa, tienen su sede social y desarrollan una parte sustancial de su actividad en el País Vasco.

El objetivo principal de este informe es **identificar los márgenes de mejora en la inserción de las empresas vascas en las cadenas globales de valor del sector eólico**. El análisis se basa en el estudio de las cadenas de valor de dos de las líderes globales, Iberdrola y Gamesa. Al ser empresas tractoras en el País Vasco, potencialmente pueden generar un mayor aprendizaje e impulso del crecimiento del conjunto de las empresas vascas del sector y, en última instancia, un mejor posicionamiento en las cadenas de valor globales. Aunque el análisis se centra en el análisis de las cadenas de valor de las dos gran-

des empresas vascas, no se deja de lado la posibilidad de insertarse también en otras cadenas de valor muy competitivas lideradas por grandes multinacionales como Vestas, General Electric o Siemens, entre otras.

Para lograr dicho objetivo, en primer lugar, partiendo del análisis detallado de la cadena de valor de las dos grandes empresas y centrando la atención en los proveedores locales, se caracteriza la industria eólica vasca. Se analiza cómo opera este conjunto territorial de empresas, qué tipo de funciones desarrollan las diferentes empresas y qué tipo de conexiones existen entre ellas. En concreto, se analizan los patrones de gobernanza en las relaciones entre los líderes y el resto de actores de la cadena de valor.

En segundo lugar, se estudia la innovación en el sector eólico vasco, estudiando no sólo la estrategia de innovación de las dos empresas líderes, sino también la de algunos otros agentes claves en la cadena de valor. En especial, se busca identificar los vínculos de colaboración establecidos por las empresas del sector eólico con los demás agentes de innovación del territorio (p.e. centros tecnológicos, universidades, centros de excelencia), así como con empresas internacionales. El objetivo último en este punto es analizar el papel que puede desarrollar el sistema regional de innovación para facilitar la integración de las empresas locales en las cadenas de valor globales.

En definitiva, estos dos tipos de análisis permiten razonar sobre los márgenes de mejora existentes para las empresas eólicas vascas en su inserción, tanto en las cadenas de valor de las dos líderes locales como en otras cadenas de valor a nivel internacional.

El análisis se basa en la información recogida a través de entrevistas en profundidad y fuentes secundarias de información. Se entrevistó utilizando un cuestionario semi-estructurado a las dos empresas líderes, Iberdrola y Gamesa, a cuatro de sus mayores proveedores locales (con un cuestionario adaptado), así como a representantes de centros tecnológicos, agencias especializadas en energía y la asociación clúster. El trabajo ha sido contrastado en distintas etapas con estas personas para asegurar la consistencia y coherencia del documento.

En la sección 2 se presenta brevemente el marco teórico que se utiliza en este estudio y se caracteriza de forma general la cadena global de valor del sector eólico. La sección 3 se centra en la presentación de la evolución reciente de la industria eólica a nivel global. En la sección 4 se analiza el sector eólico vasco, a través de las cadenas de valor de Iberdrola y Gamesa. En la sección 5 se estudian las actividades de innovación de las empresas líderes y de sus proveedores, y se identifican las redes de innovación constituidas entre estas empresas y el sistema regional de innovación. En la sección 6 se analiza el caso del líder mundial de la industria eólica, la empresa danesa Vestas, tanto las características de su cadena de suministro como su estrategia de innovación. En la sección 7 se incluyen una serie de conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio. El documento concluye con una sección final de opiniones destacadas de algunos de los mayores exponentes de esta industria y de agentes relacionados con la misma.

2. Marco analítico

Este informe se basa en el enfoque conceptual de las cadenas globales de valor y en los sistemas regionales de innovación. El enfoque de las cadenas de valor permite especificar la función desempeñada por cada empresa en la elaboración de un producto/servicio. La inclusión del análisis de los tipos de gobernanza en la cadena de valor (Gereffi, Humphrey y Sturgeon, 2005), esto es, el tipo de relaciones que mantienen los diferentes actores de la cadena de valor entre ellos permite, además, identificar la forma más o menos competitiva de integración de las empresas locales en los mercados y detectar los potenciales de mejora alcanzables por las empresas. El enfoque de los sistemas regionales de innovación seguido en este trabajo, por su parte, permite estudiar las relaciones de las empresas entre ellas y con otros actores del sistema de innovación, así como con fuentes de conocimiento internacionales (Cooke, 2001; Jensen *et al.*, 2007). Este análisis también contribuye a identificar los potenciales de mejora alcanzables por las empresas. En esta sección también se caracteriza de modo general la cadena de valor del sector eólico y de la fabricación del aerogenerador.

2.1. Cadenas de valor y patrones de gobernanza

Tal y como se ha mencionado, el enfoque de las cadenas de valor permite especificar las funciones desempeñadas por cada empresa en la elaboración de un producto/servicio. En este trabajo, clasificamos los diferentes actores de la industria eólica siguiendo la misma clasificación que se utiliza en la industria automotriz y otras industrias manufactureras. De esta manera, los OEMs (*Original Equipment Manufacturers*) son el último eslabón de la cadena de valor, los productores finales de las grandes marcas o empresas líderes. Los proveedores *tier 1* son productores de sistemas que se incorporan en el bien final, como por ejemplo el motor, la caja de cambios y los frenos en automoción o el generador, inversor, la multiplicadora y los equipos de control electrónico en la cadena de valor de la energía eólica. Los proveedores *tier 2* son proveedores de componentes principales, como volantes, ruedas y llantas en automoción, o palas, góndolas, ejes y bujes, transformadores, etc. en el sector eólico. Los proveedores *tier 3* fabrican componentes genéricos, como asientos y lunas en automoción, o torres en el sector eólico. Los fabricantes *tier 4*, por su parte, proveen materiales, como metal, plástico, etc. para forja y fundición o componentes genéricos para equipos eléctricos.

Gereffi, Humphrey y Sturgeon (2005) identificaron cinco patrones de gobernanza de la cadena de valor por parte de la empresa líder, en función de tres factores: la complejidad de la información involucrada en las transacciones; la posibilidad de codificar esa información; y la competencia (capacidad) de los proveedores. En la Tabla 1 se muestran los diferentes tipos de gobernanza:

Tabla 1. Patrones de gobernanza en las cadenas de valor

<i>Cadenas Jerárquicas</i>	<i>Cadenas Cautivas</i>
Integración vertical, transacciones complejas y difíciles de codificar, baja competencia de los proveedores.	Proveedores con baja competencia, dependientes de grandes compradores que ejercen un alto grado de control.
<i>Cadenas Relacionales</i>	<i>Cadenas Modulares</i>
Transacciones complejas y relaciones altamente idiosincráticas, costosas de establecer con nuevos socios. Alta competencia de los proveedores.	Vínculos altamente codificados mediante estándares técnicos. Los proveedores, de alta competencia, fabrican según las especificaciones de los clientes, pero con total responsabilidad sobre el proceso.
<i>Cadenas de Mercado</i>	
Baja complejidad de las transacciones, especificaciones de producto codificadas de forma simple y fácil, y proveedores competentes.	

Fuente: Gereffi et al. (2005).

Gran parte de la literatura sobre los patrones de gobernanza de las cadenas de valor se centra en el papel que juegan los líderes de la cadena, aquellas empresas que traccionan y activan toda una cadena de proveedores especializados. La relación que se establece entre los diferentes actores de la cadena de valor posibilita la transferencia de conocimiento entre ellos. Los proveedores locales tienen, así, la oportunidad de obtener información que les permita mejorar la calidad de sus tecnologías y sus productos, y su capacidad de acceso a los mercados globales (Schmitz, 2004; Pietrobelli y Rabellotti, 2007). Concretamente, se pueden distinguir cuatro tipos de mejoras y/o innovaciones que se pueden producir en las empresas: (1) mejoras de productos; (2) mejoras de proceso; (3) mejoras funcionales; y (4) mejoras sectoriales.

Tabla 2. Tipos de mejora competitiva

Mejora/Innovación de producto	Introducción en el mercado de un producto nuevo o mejorado (p.e., los aerogeneradores de eje vertical con nuevos conceptos de estructuras y tren de potencia)
Mejora/Innovación de proceso	Introducción de un cambio (significativo) en la tecnología de producción de un producto o servicio (p.e., el paso de las tecnologías electrónicas a las digitales)
Mejora/Innovación funcional	Adquisición de capacidad de operar en fases de la cadena de mayor valor añadido (p.e., I+D, marketing)
Mejora/Innovación sectorial	Cambio a otros segmentos productivos (p.e. del <i>onshore</i> al <i>offshore</i> , del eólico al solar).

Fuente: Elaboración propia a partir de Humphrey and Schmitz (2004) y Pietrobelli et al. (2007).

La mejora de producto se refiere a la introducción en el mercado de un producto nuevo o mejorado. La mejora de proceso, por su parte, supone la introducción de un cambio (significativo) en la tecnología de producción de un producto o servicio. La mejora funcional supone la capacidad de las empresas de asumir responsabilidades de mayor valor añadido, pasando, por ejemplo, de actividades manufactureras básicas hacia actividades de servicios avanzados como la I+D, el marketing o la logística. Finalmente, la mejora sectorial o intersectorial se refiere a la capacidad de un conjunto territorial de empresas de transformarse y reorientarse hacia nuevos sectores de alto valor añadido, como el paso de la química de base a los nuevos materiales (p.e. los nanomateriales) o desde la farmacéutica a la biotecnología.

De acuerdo a Humphrey y Schmitz (2004), los patrones de gobernanza y el tipo de mejora están interrelacionados, de manera que los patrones de gobernanza marcan el tipo de mejora al que el sistema productivo local puede aspirar (véase Tabla 3).

Tabla 3. Tipos de gobernanza y potenciales de mejora

Tipo de mejora	Jerárquicas	Cautivas	Mercado	Modulares	Relacionales
Producto	√	√		√	√
Proceso	√	√	√	√	√
Funcional				√	√
Sectorial					√

Fuente: Elaboración propia a partir de Humphrey and Schmitz (2004).

Las cadenas de tipo jerárquico y cautivo llevan normalmente a mejoras en el producto o proceso, ya que las empresas matrices se preocupan por controlar el tipo de avance que sus subsidiarias y/o proveedores pueden realizar. Las cadenas de mercado se asocian con mejoras de procesos, ya que las empresas no tienen incentivos hacia otro tipo de mejoras además de la eficiencia operativa. Las cadenas de tipo modular pueden también llevar a una mejora funcional de la empresa y/o del clúster, dado que fomentan adquisición de nuevas competencias. Finalmente, las cadenas de tipo relacional pueden abrir más opciones, incluyendo también la posibilidad de realizar mejoras funcionales y/o sectoriales, que dependen de la interacción creativa entre múltiples agentes competentes.

2.2. Sistema regional de innovación

La literatura sobre sistemas regionales de innovación (Cooke, 2001; Cooke *et al.*, 2004; Asheim y Coenen, 2006; Asheim y Parrilli, 2012) estudia la importancia del marco territorial para la efectividad de las actividades de I+D+i desarrolladas por agentes especializados (centros tecnológicos, universidades, centros de excelencia y unidades de I+D empresariales, entre otros). Según este enfoque, el sistema regional de innovación es el más eficaz, ya que tiene en consideración las idiosincrasias locales (capital social e institucional) y está centrado en las especializaciones científico-tecnológicas del sistema productivo del territorio.

En este marco de los sistemas regionales de innovación se distinguen dos modos de innovación: 1) el modo científico-tecnológico, basado en la disponibilidad de capital humano cualificado y en la inversión en I+D (modo STI, *science, technology and innovation*, en inglés), que representa el modelo tradicional *duro* de la innovación, y (2) el modo interactivo, más recientemente desarrollado por la escuela escandinava (Jensen, Johnson, Lundvall y Lorenz, 2007), que hace referencia al aprendizaje basado en hacer, utilizar e interactuar (modo DUI, *learning-by-doing, using and interacting*, en inglés). Estudios empíricos como el de Jensen *et al.* (2007) muestran que la combinación de los dos modos de innovación incrementa la eficacia y eficiencia de las actividades de innovación.

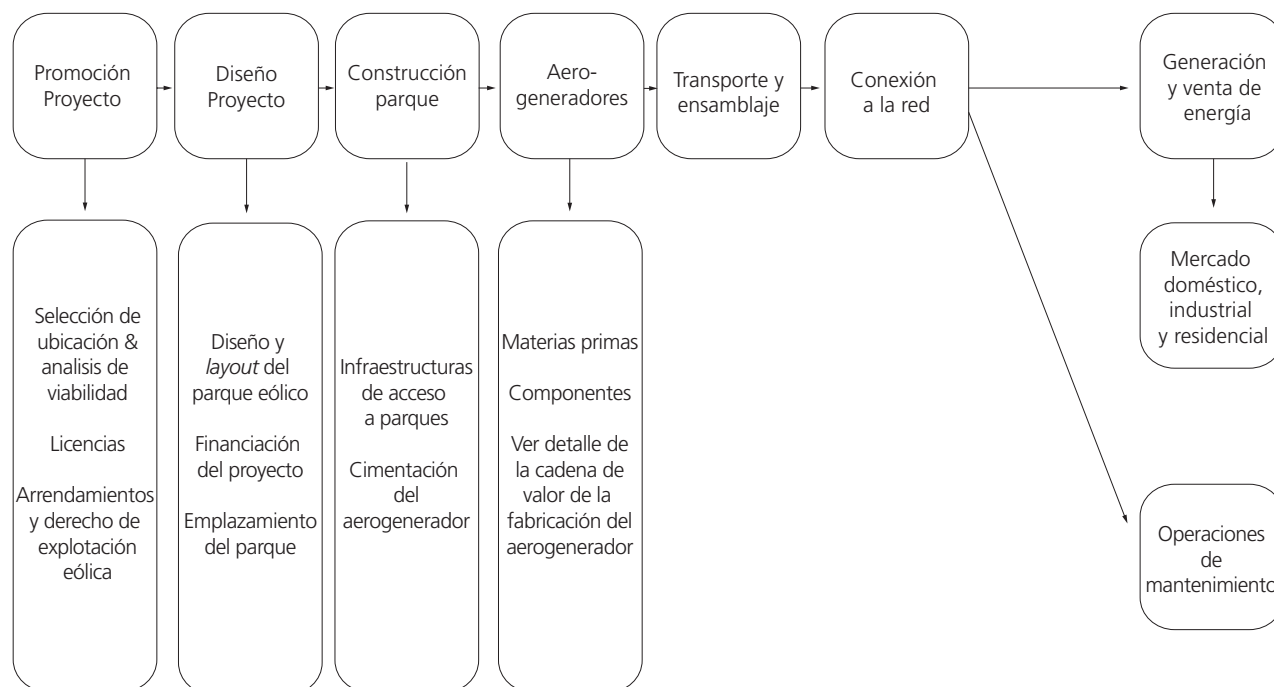
Tal como se ha indicado en la introducción, se pretende analizar también el papel que desarrolla el sistema regional de innovación para facilitar la integración de las empresas locales en las cadenas de valor globales. Se analiza la innovación en el sector eólico vasco, estudiando no sólo la estrategia de innovación de las dos empresas líderes, sino también la de algunos otros agentes claves en la cadena de valor. En especial, se busca identificar los vínculos de colaboración establecidos por las empresas del sector eólico con los demás agentes de innovación de la región (p.e. centros tecnológicos, universidades, centros de excelencia), es decir, se pretende estudiar sobre todo el enfoque interactivo de la innovación, analizando los intercambios *cualificados*, esto es, intercambios entre agentes del sistema de innovación y las empresas de la cadena eólica. Como muestra un estudio anterior basado en cuatrocientas empresas vascas (sectores manufactureros CNAE 22, 28, 29 y de servicios CNAE 72-74) (Parrilli y Elola, 2011), las actividades e interacciones *cualificadas* producen mejores resultados de innovación.

A pesar del énfasis de este trabajo en los sistemas regionales de innovación, también se subraya que las actividades de innovación también pueden y deben enriquecerse de inputs que provienen de otros sistemas, tanto nacionales como internacionales. Esto es, las empresas también deben captar conocimiento producido y acumulado en otros polos internacionales de generación del conocimiento, mediante los denominados conductos globales de innovación (*global pipelines* en inglés) (Bathelt *et al.*, 2004). Esto permite limitar los riesgos y problemas de *lock-in* o estancamiento del conocimiento. Por ello, en este trabajo también se analiza la conexión del conjunto de empresas del sector eólico vasco con agentes localizados en otras regiones.

2.3. La cadena de valor de la energía eólica

En la Figura 1 se representa la cadena de valor de la energía eólica desagregada en ocho fases principales:

Figura 1. La cadena de valor de la energía eólica



Fuente: Elaboración propia.

(1) La fase inicial es la promoción del proyecto, que incluye, entre otros, la selección del emplazamiento y el análisis de viabilidad técnica-económica del proyecto de parque eólico. En esta fase también es necesario obtener las autorizaciones de la administración pública y adquirir los arrendamientos y los derechos de explotación eólica. Aquí se tratan, asimismo, los temas de financiación de los proyectos y las decisiones de inversión.

(2) La segunda fase consiste en el diseño del proyecto, donde se especifican el diseño del parque eólico y su distribución.

(3) La tercera fase es la fabricación de los aerogeneradores, compuestos de múltiples partes y componentes. Más adelante en esta sección se presenta un mayor detalle de esta fase.

(4) La cuarta fase consiste en la construcción del emplazamiento, que incluye la preparación de las vías de acceso y la instalación de las bases para los aerogeneradores.

(5) Una vez fabricado el aerogenerador, se transportan los componentes del aerogenerador hasta el emplazamiento del parque eólico. Se trata de una fase importante, ya que implica el manejo de componentes con gran peso y longitud, y formas especiales. Después se lleva a cabo el montaje del aerogenerador.

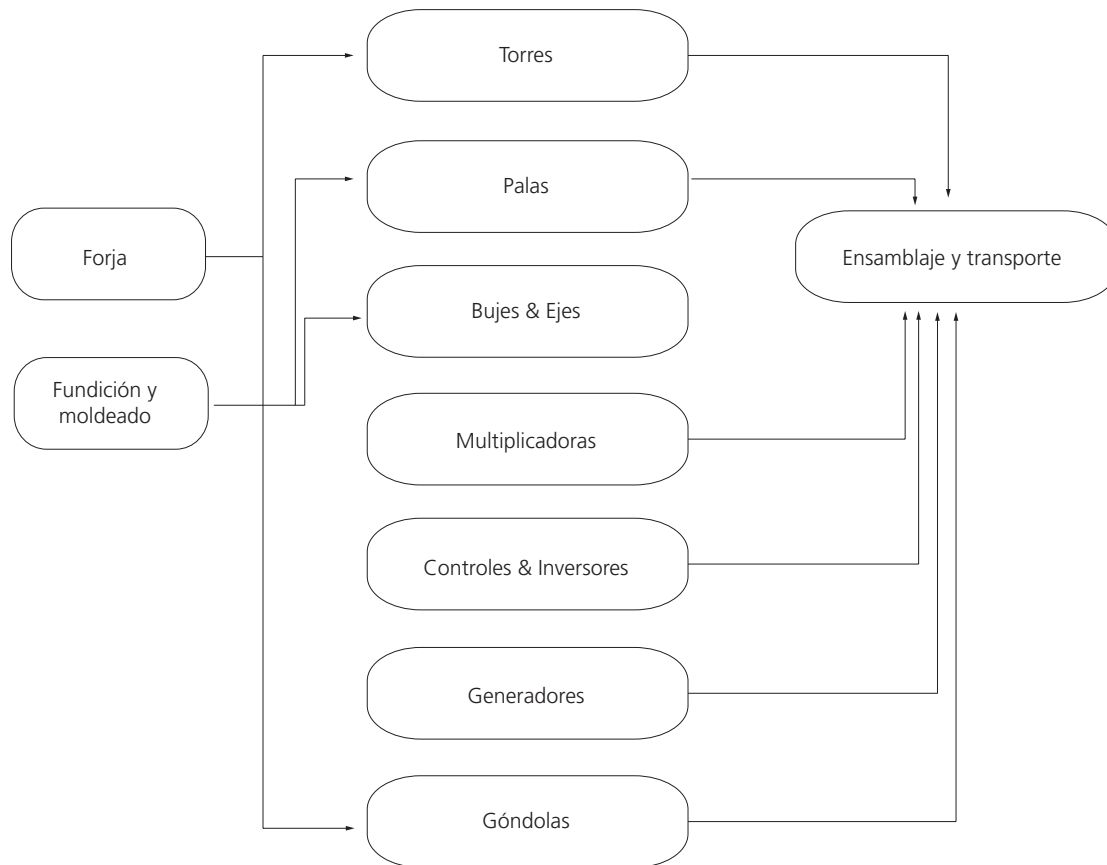
(6) La sexta fase es la conexión a la red.

(7) Las operaciones incluyen la planificación del personal del emplazamiento, puesta en marcha del aerogenerador, y gestión de los fallos y parones. El mantenimiento incluye el mantenimiento preventivo y el predictivo, es decir, la planificación de los servicios de prevención (los inspecciones periódicas de los equipamientos, el cambio de aceite y filtros, la calibración de sensores electrónicos, la limpieza de las palas) y la organización de los servicios para reparar el mal funcionamiento de los componentes.

(8) La fase final en la cadena de valor consiste en la generación y venta de energía.

Teniendo en cuenta la fabricación del aerogenerador (la parte manufacturera de la cadena), se pueden distinguir tres actividades principales: (1) el suministro de materiales para la fabricación de componentes; (2) la fabricación de componentes y sistemas principales; (3) la fabricación y el ensamblaje del aerogenerador. En la Figura 2 se presenta el flujo de materiales y componentes para la fabricación del aerogenerador, de manera simplificada.

Figura 2. La cadena de valor del aerogenerador



Fuente: Elaboración propia.

La forma en la que está organizada la cadena de valor de la energía eólica depende de varios factores diferentes, algunos relacionados con la producción, otros con la tecnología y otros con los mercados.

Atendiendo a la organización de la fabricación, dentro de la cadena de valor, las operaciones clave que las empresas líderes normalmente mantienen dentro de la empresa son la promoción del proyecto, el diseño del proyecto, la fabricación de aerogeneradores, y la venta y distribución de la energía. En función de la orientación comercial de la empresa líder, el núcleo duro de operaciones que se mantienen dentro de la empresa puede centrarse en la promoción del proyecto y la generación y venta de energía, o en la fabricación de aerogeneradores.

A comienzos de la década de 2000 predominó en la fabricación de aerogeneradores la integración vertical, para explotar apropiadamente las economías de escala. Por tanto, en este período las cadenas de valor operaban de forma eminentemente jerárquica, lo que fue cambiando hacia formatos más modulares y relacionales con los cambios de los últimos años. Sin embargo, desde el 2006, el cambio del mercado hacia los países emergentes ha propiciado cambios en la organización de la producción. Los fabricantes han tratado de buscar un equilibrio entre la integración vertical y la subcontratación de los componentes a los proveedores ubicados en las regiones donde se localizan los nuevos parques eólicos. Con ello se busca, por una parte, seguir siendo competitivo y, por otra parte, tener una mayor capacidad para adaptar los diseños de los aerogeneradores a las necesidades locales. Estas nuevas tendencias

de aprovisionamiento, junto con la necesidad de llevar a cabo cada vez mayores inversiones y la necesidad de una gran agilidad para capturar el valor en un sector en rápido crecimiento (con tiempos de respuesta cada vez más cortos), han hecho que la gestión de la relación entre los fabricantes finales y los proveedores de componentes sea cada vez más importante. Así, se han creado estructuras de mercado diferentes según el segmento de componentes.

Las góndolas y las torres, debido a su gran tamaño y peso, suelen producirse en el país donde se construye el parque eólico. Parte de la fabricación se suele realizar en las instalaciones de la empresa, parte se subcontrata a diferentes fabricantes en la región de destino (European Wind Energy Association, 2009).

En el caso de las multiplicadoras, el mercado está muy concentrado. El volumen de inversión requerido para poner en marcha la actividad, el material necesario y el tiempo de fabricación actúan como barreras de entrada en esta actividad. Los fabricantes de aerogeneradores, para reducir el riesgo, suelen elegir una estrategia de integración vertical para la fabricación de este componente, o confían en unos pocos proveedores cuando deciden subcontratar.

Los equipos de control, generadores y convertidores son piezas críticas en un aerogenerador y requieren grandes niveles de precisión en su fabricación. Así, el *know-how* tecnológico que implica la fabricación de estos componentes hace que su fabricación sea considerada como estratégica. Por ello, estos componentes se producen en las instalaciones de la empresa o se subcontratan a proveedores altamente especializados.

La fundición, la forja y los rodamientos normalmente se subcontratan a múltiples proveedores. Estos proveedores en muchos casos trabajan también para otras industrias.

En relación con la tecnología, existen dos tipos de parques eólicos: *onshore* y *offshore*¹. El *onshore* es un sector maduro, basado en tecnología estándar, fácilmente adquirible por empresas de todo el mundo. En este caso, el principal factor de competitividad, que influye en la manera de organizar la cadena de valor, es el control de costes. La actividad se concentra, para aprovechar las economías de escala, en unos pocos fabricantes y empresas de servicios de gran tamaño. Esta competencia en costes crea oportunidades especialmente para los proveedores de los países de bajo coste y los proveedores de otros países con presencia productiva en los mercados emergentes.

En el caso de los parques eólicos *offshore*, el desarrollo está todavía en su infancia, por lo que la experimentación tecnológica es un aspecto clave. Las empresas líderes de fabricación de aerogeneradores (p.e. Siemens, Vestas, Gamesa) trabajan en colaboración con una reducida cantidad de proveedores con altas capacidades y conocimiento, para explorar conjuntamente nuevas y mejores soluciones energéticas. Para los próximos años, se espera el desarrollo de parques *offshore* principalmente en el norte de Europa, en la costa este de Estados Unidos y en China.

Con respecto al mercado, tal como se ha indicado en la introducción, la demanda para la instalación de nueva capacidad eólica se está estancando en Europa. Por el contrario, la demanda en los países emergentes, particularmente en China, es muy dinámica, aunque estos meses han surgido problemas en este país debido a la falta de una conexión eficiente de los parques eólicos con la red eléctrica nacional. El desplazamiento de la demanda tiene algunas consecuencias principales en la organización de la cadena de valor. Tal como ya se ha indicado, el peso y tamaño de algunos componentes como las góndolas, palas y torres hace que tengan que ser producidos allá donde se encuentre el parque eólico, surgiendo así oportunidades de mercado para estos componentes en los países emergentes. Estas oportunidades han sido aprovechadas rápidamente por las empresas locales, por ejemplo en China e India. Así, además de la creciente presencia de las empresas chinas entre los principales fabricantes de aerogeneradores y operadores de parques eólicos, la presencia de proveedores chinos a lo largo de las diferentes fases de la cadena de valor es también creciente (MAKE, 2011).

¹ Una clasificación previa a la separación entre la industria eólica *onshore* y la *offshore* consistiría en diferenciar la «gran eólica» respecto a la minieólica, que aprovecha los recursos eólicos mediante la utilización de aerogeneradores de potencia inferior a los 100kW.

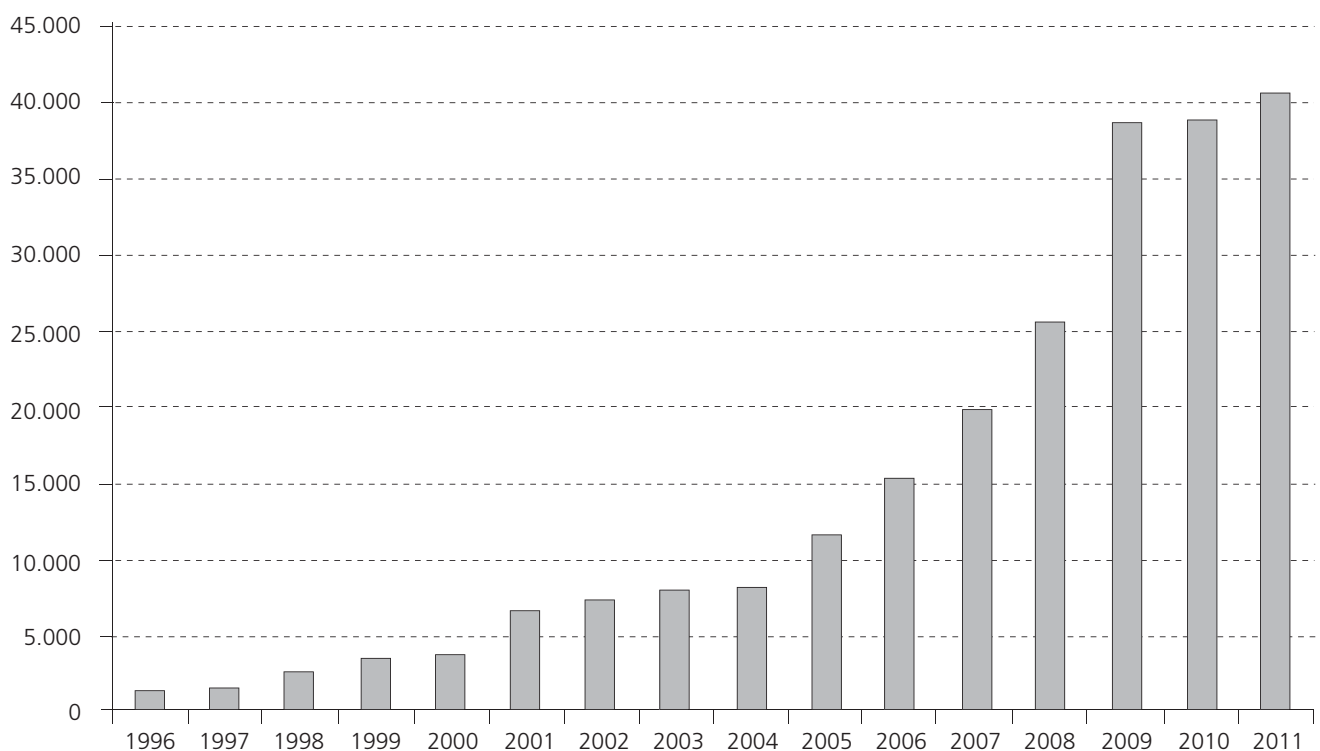
3. La industria global de la energía eólica

En esta sección se analizan las tendencias recientes en el mercado global de la energía eólica, poniendo especial atención en el creciente peso de Asia, en general, y China, en particular. También se realiza un análisis de los principales actores que operan en el sector a nivel global. Esta sección es de especial relevancia dado que las tendencias internacionales en el mercado de la energía eólica han de ser consideradas de cara a conocer las oportunidades que las dos cadenas de valor analizadas en este trabajo tienen en el contexto internacional.

3.1. El mercado global

En los últimos 15 años, la capacidad eólica mundial ha aumentado considerablemente, habiéndose registrado el aumento más espectacular de 2007 a 2009, de manera que la capacidad total instalada de energía eólica en 2010 fue el doble que en 2007. Para el futuro, la previsión es de una mayor expansión del mercado, a pesar de la desaceleración más reciente debido a la grave crisis económica, principalmente en Europa y en los mercados norteamericanos (World Wind Energy Association, 2011).

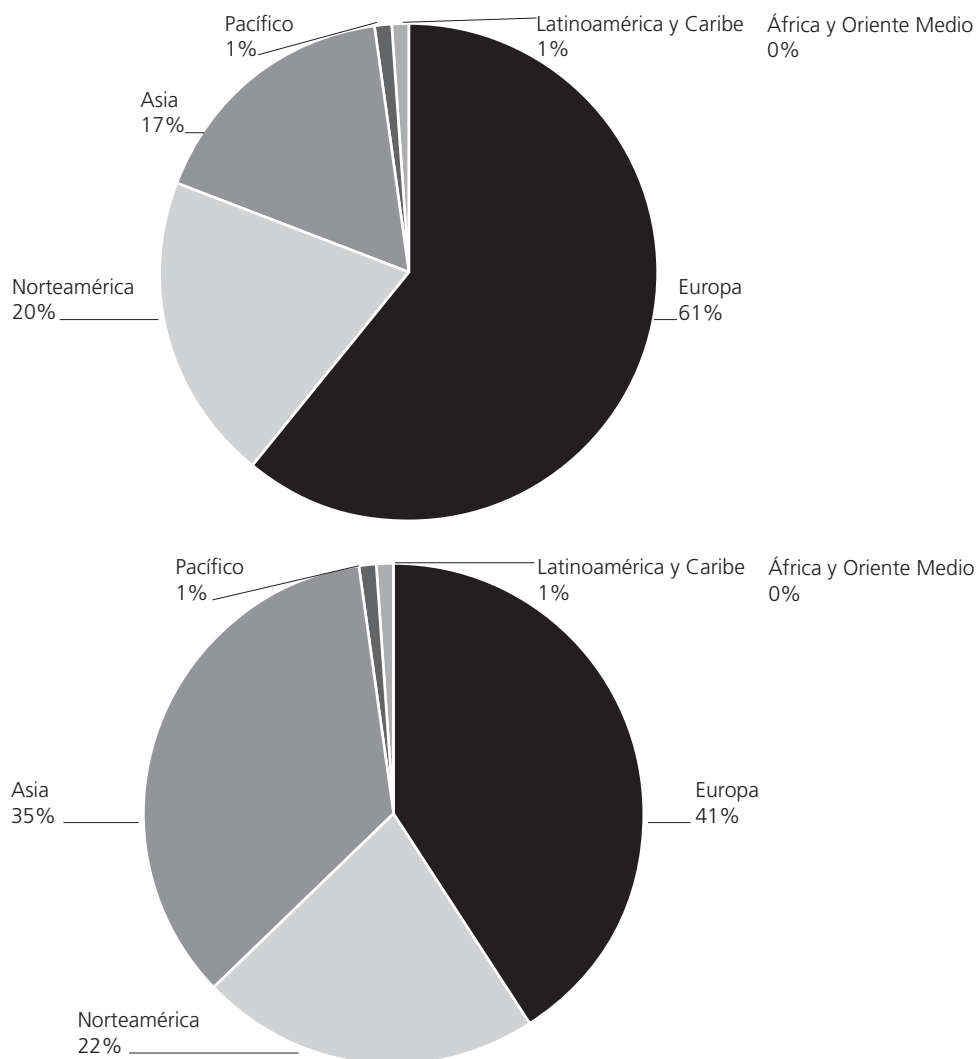
Figura 3. Potencia anual instalada de energía eólica a nivel global, 1996-2011 (en MW)



Fuente: Elaboración propia a partir de GWEC.

Aunque todas las regiones muestran una tendencia al alza en la capacidad instalada, hay importantes diferencias a destacar. Las recientes tasas de crecimiento en la capacidad total de energía eólica se deben principalmente a los países emergentes como China o India: entre 2010 y 2011, la tasa de crecimiento de la capacidad instalada fue del 34,2% en Asia, en comparación con el 11,5% en Europa y el 17,7% en Norteamérica. Por lo tanto, con respecto a la capacidad total instalada en todo el mundo, la proporción de Asia está aumentando, mientras que la participación de Norteamérica y Europa está disminuyendo. Mientras que en 2007, el 17% de la capacidad total instalada de energía eólica en todo el mundo se concentraba en Asia, y en 2011 esta proporción alcanzaba el 35%. En el caso de Norteamérica, la proporción aumentó del 20% en 2007 al 22% en 2011, y la participación de Europa a finales del 2007 y 2011 fue respectivamente del 61% al 41% (véase Figura 4) (GWEC, 2011).

Figura 4. Distribución de la potencia instalada acumulada por regiones (2007 y 2011)



Fuente: Elaboración propia a partir del GWEC.

A nivel nacional, cinco países (China, EE.UU., Alemania, España e India) acumulan el 74% de la capacidad eólica en todo el mundo. China y EE.UU. juntos suponen el 46% de la misma, con China a la cabeza, con más de 62.000 MW instalados y EEUU en segundo lugar con casi 47.000 MW instalados en total. China merece una atención especial, dado que en 2008 fue el cuarto país en el mundo en términos de capacidad instalada, y desde 2010 es el primer país. El 50% de las nuevas instalaciones en 2010 y el 43% en 2011 se concentran en este país. Alemania, España e India siguen a China y EE.UU. a gran distancia en términos de capacidad instalada (véase Tabla 4).

Tabla 4. Cinco países con más capacidad instalada de energía eólica (en MW)

País	Total capacidad Dic 2011	% del mercado	Nueva capacidad 2011	% sobre el mercado
China	62.364	26,2	17.631	43
EEUU	46.919	19,7	6.810	17
Alemania	29.060	12,2	2.086	5
España	21.674	9,1	1.050	2,6
India	16.084	6,8	3.019	7

Fuente: Elaboración propia a partir del GWEC.

3.2. Los principales actores mundiales

A finales de 2011, Iberdrola (España) seguía siendo el líder mundial en términos de potencia instalada, con 13.274 MW. Sus competidores le siguen a gran distancia. De hecho, aumentó su diferencia en términos de potencia instalada respecto a la segunda empresa del sector, NextEra Energy Resources, de EE.UU., que en 2011 tenía una potencia total instalada de 8569MW. Longyuan Power Group de China, EDP Renováveis de Portugal y otra empresa española, Acciona Energy, completan la lista de las cinco principales eléctricas en términos de potencia eólica instalada (véase Tabla 5).

Tabla 5. Capacidad de producción energía eólica de los mayores operadores (MW)

Empresa	2008	2009	2010	2011
Iberdrola Renovables (España)	8960	10.350	12.136	13.274
NextEra Energy Resources (EEUU)	6374	7544	8298	8569
Longyuan Power Group (China)	2924	4842	6969	7768
EDP Renováveis (Portugal)	5052	5576	6676	7484
Acciona Energy (España)	4566	6230	6270	6056

Fuente: Elaboración propia a partir de AEE, 2011 y Negocio y estilo de vida².

Respecto a los fabricantes de aerogeneradores, la industria global está dominada por un pequeño número de fabricantes de equipamiento original (Original Equipment Manufacturer). Desde el comienzo, las empresas europeas y norteamericanas han dominado este mercado. La danesa Vestas sigue siendo a día de hoy la líder mundial, con una cuota de mercado del 12,7%, aunque dos puntos por debajo de la cuota de mercado del año anterior (14,8%). La empresa española Gamesa, las alemanas Enercon y Siemens, y la estadounidense General Electric (GE) también se encuentran entre los diez principales fabricantes del mundo. Gamesa ha pasado de ocupar el octavo puesto en 2010 al cuarto puesto en 2011, ganando cuota de mercado (del 6,6% al 8%), mientras que GE ha perdido puestos (del 3 al 6) y las alemanas Enercon y Siemens se mantienen en los puestos 5 y 9, respectivamente. Destaca la presencia de 4 fabricantes chinos y un fabricante indio entre los 10 principales fabricantes de aerogeneradores del mundo en 2011, frente a 3 fabricantes chinos y uno indio en 2010, lo cual indica la creciente presencia de los competidores de los países de bajo coste en la industria (véase Tabla 6). Entre ellos, destacan en segundo y tercer puesto del ranking mundial las chinas Sinovel y Goldwind, la india Suzlon ocupa el séptimo puesto, y las chinas Guodian y Mingyang se insertan en 2011 en el ranking, desapareciendo de ella Dongfang (China) y United Power (EEUU).

² <http://aepaeolica.es/noticias/noticias/nacional/NAC-120424-NEGOCIO-IBERDROLA%20instala%2014%20GW%20renovables%20en%20el%20mundo.pdf>

Tabla 6. Principales fabricantes de aerogeneradores en 2010 y 2011

2010				2011		
	Empresa	MW instalados	Cuota de mercado (%)	Empresa	MW instalados	Cuota de mercado (%)
1	Vestas (Dinamarca)	5842	14,8	Vestas (Dinamarca)	5217	12,7
2	Sinovel (China)	4386	11,1	Sinovel (China)	3700	9
3	GE Wind (EEUU)	3796	9,6	Goldwind (China)	3600	8,7
4	Goldwind (China)	3740	9,5	Gamesa (España)	3308	8
5	Enercon (Alemania)	2846	7,2	Enercon (Alemania)	3203	7,8
6	Suzlon (India)	2736	6,9	GE Wind (EEUU)	3170	7,7
7	Dongfang (China)	2624	6,7	Suzlon (India)	3116	7,6
8	Gamesa (España)	2587	6,6	Guodian United Power (China)	3042	7,4
9	Siemens (Alemania)	2325	5,9	Siemens (Alemania)	2591	6,3
10	United Power (EEUU)	1643	4,2	Mingyang (China)	1500	3,6

Fuente: Elaboración propia a partir de WWEA y IHS, Emerging Economy Research.

4. La cadena global de valor del sector eólico: el caso vasco

En este apartado se caracteriza el sector eólico vasco. Tras un primer análisis sobre el conjunto de las empresas vascas de la energía eólica, centrándose especialmente en las dos empresas tractoras, Iberdrola y Gamesa, se estudian las cadenas de valor de estas dos empresas y la integración del resto de las empresas eólicas vascas en ellas. Por una parte, el análisis se realiza a partir de las cadenas de valor de estas dos grandes multinacionales, que denominamos *líderes de mercado* o *líderes de cadena*, ya que controlan cuotas importantes del mercado mundial de la energía eólica. Por otra parte, se analiza la integración de las empresas vascas en las cadenas de valor lideradas por estas dos empresas, ya que muchas de ellas están vinculadas a estas dos grandes empresas. Iberdrola y Gamesa pueden tener un efecto tractor muy relevante sobre las demás empresas, normalmente pequeñas y medianas, no sólo mediante la demanda de componentes, sistemas y/o servicios, sino también mediante transferencias de conocimiento y especificaciones y estándares técnicos y mediante interacciones en el ámbito de la I+D+i. Todo ello podría llevar a una integración de otras empresas vascas del clúster en fases de la cadena de valor de mayor valor añadido y a aumentar su participación en la producción global. Tal como se explica en el marco teórico, el análisis de las estructuras de gobernanza de estas dos cadenas de valor aportará elementos de reflexión para la mejora del sector eólico vasco.

4.1. El conjunto de empresas vascas de energía eólica

Siguiendo con el enfoque genérico de sistema productivo local/regional, en este apartado se trata de identificar el conjunto de empresas relacionadas con la industria eólica en el País Vasco. Tal como se recoge en la literatura sobre clústeres (Schmitz, 1995; Porter, 1998) y la literatura sobre distritos industriales (Brusco, 1982; Becattini, 1990), la existencia de una masa crítica de empresas relacionadas con un sector de actividad en un territorio, junto con una serie de organizaciones e instituciones públicas y privadas que interactúan con ellas, deriva en una serie de potencialidades y ventajas para la mejora de la competitividad, que se pueden sintetizar en dos fuerzas principales: 1) acciones conjuntas y 2) desbordamientos o externalidades económicas (Schmitz, 1995). La primera se refiere a la capacidad de las empresas de unirse para obtener economías de escala y alcance que por sí solas no podrían generar (por ejemplo, consorcios de créditos, consorcios de exportación, etc.). La segunda se refiere al aprovechamiento de inputs disponibles de manera gratuita en el entorno local (mano de obra cualificada, información sobre innovaciones, mercados, insumos, etc.), obtenibles por observación o a través de intercambios informales.

El País Vasco ha sido pionero en la puesta en marcha de una política clúster que cuenta ya con un recorrido de 30 años y que ha logrado un éxito notable (Aranguren *et al.*, 2009; Orkestra, 2009; 2011). Ya desde sus inicios, en el marco de esta política se fomentó la creación de asociaciones clúster para, entre otras cosas, impulsar la colaboración entre las empresas del clúster. A mediados de los años noventa se creó la Asociación Clúster de la Energía. En la actualidad agrupa a 93 empresas que operan en distintos segmentos (gas, petróleo, eólico, fotovoltaico, manufactura, servicios y distribución de la energía, entre otras), dan empleo a unas 57.000 personas y suman una facturación de unos 39.000 millones de euros, buena parte de ella en el territorio vasco.

La asociación clúster desarrolla iniciativas en colaboración con las empresas asociadas. Entre sus actividades está, por ejemplo, la promoción de la cooperación entre los distintos actores que operan en el

sector con el fin último de mejorar su competitividad. De la existencia de este conjunto de empresas y de su interacción se generan una serie de desbordamientos (*spillovers*), como la existencia de recursos humanos especializados en energía (eólica), flujos de información sobre mercado, innovaciones y tecnología, o mecanismos de financiación que atienden necesidades específicas del sector. También existen actuaciones conjuntas en el sector que provienen de otros agentes regionales. Por ejemplo, la Cámara de Comercio de Gipuzkoa ha promovido una iniciativa para constituir un consorcio de empresas locales para vender sus servicios en el mercado eólico *offshore* global.

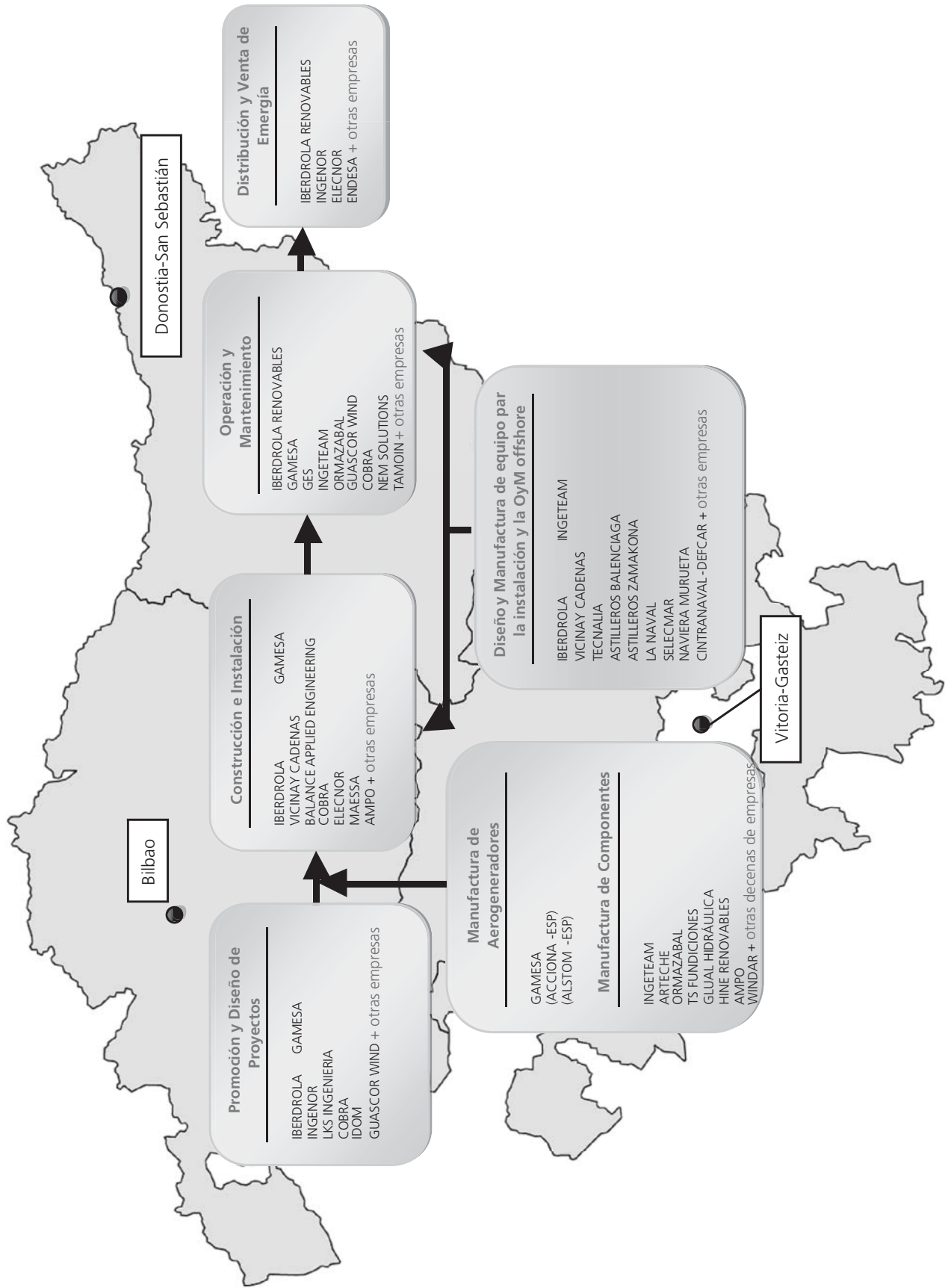
En la Figura 5 y la Tabla 7 se representa la masa crítica de empresas del sector eólico vasco, que puede constituir un clúster o distrito productivo y de servicios asociados. Se clasifican las empresas según las principales fases identificadas en la cadena de valor. Algunas de estas empresas son grandes (especialmente en la promoción de proyectos y la distribución de energía), mientras que muchas otras son medianas.

Tabla 7. Cadena de valor de la energía eólica *offshore* y mayores empresas por actividad

Actividades	Número de Empresas	Principales empresas
Desarrollo y estudios preliminares	19	Iberdrola, Gamesa, LKS, Guascor, Ingenor, Elecnor, Cobra, Indra, Arteche, Idom.
Diseño de parques eólicos <i>offshore</i>	31	Iberdrola, Gamesa, LKS, Cobra, Elecnor, GES, Guascor, Idom, Ingenor, Sener, Siemens
Gestión y planificación de proyectos	15	Iberdrola, Gamesa, LKS, Cobra, Elecnor, GES, Guascor, Idom, Sener, Siemens
Fabricación del aerogenerador y de sus partes	45	Gamesa, Bosch-Rexroth, Euskal Forging, Glual, HINE, Ingeteam, Ormazabal, Siemens, SKF-Esp.
Preparación del suelo marino	17	Astilleros, Elecnor, La Naval, Maessa, Navacel, Sintemar, Vicinay
Conexión a la red	26	Iberdrola, Ampo, Arteche, BAE, Cegasa, Cobra, Elecnor, Incoesa, Oasa, Ormazabal, Siemens
Monitoreo y control remoto	22	Iberdrola, Gamesa, Arteche, BAE, Indra, Ingeteam, Miesa, Siemens
Procesos industriales Auxiliares	30	Iberdrola, Astilleros, Ampo, Cobra, Ingeteam, Ocinorte, SKF-Esp, Vicinay
Servicios portuarios pre-ensamblaje	10	Puertos, Iberdrola, Astilleros, Remolcadores, Siemens,
Instalación <i>offshore</i>	37	Iberdrola, Ampo, BAE, Cobra, Elecnor, GES, Siemens, Tamoin, Vicinay, ZIV
Operación de parques eólicos <i>offshore</i>	15	Iberdrola, Gamesa, GES, Cobra, Guascor, Siemens,
Mantenimiento de parques eólicos <i>offshore</i>	39	Iberdrola, Gamesa, GES, Ampo, BAE, Cobra, Guascor, Ingeteam, NEM, Siemens,
Construcción de barcos	22	Astilleros
Otros equipos	13	Astilleros, Ocinorte, Sintemar
I+D y servicios de ingeniería	50	Iberdrola, Gamesa, Aeroblade, Cegasa, Cobra, Guascor, Idom, IK4, Ingeteam, Incoesa, Indra, Siemens, SKF-Esp, Tecnalía, ZIV
Pruebas y certificación	11	Aeroblade, Euskal Forging, Glual, IK4, Intertek, Neurtek, Siemens, Tecnalía, Vicinay, ZIV
Servicios de consultoría	9	Iberdrola, Idom, Indra, Ingenor, Ingeteam, Intertek, Tecnalía

Fuente: Elaboración propia a partir de Europraxis (2011) y entrevistas a las empresas.

Figura 5. El conjunto vasco de empresas de energía eólica (onshore y offshore)



En base a la clasificación de productores de la industria en distintos niveles de proveedores o *tiers* que se ha introducido en el apartado teórico, clasificamos las empresas del sector eólico vasco. En primer lugar, como OEMs, se encuentran las dos grandes multinacionales Iberdrola y Gamesa. Cabe destacar en este punto que además de estas dos empresas líderes, existen también en el País Vasco empresas de servicios que operan en el sector energético, incluyendo la energía eólica, muy presentes en los mercados internacionales. Entre estas empresas se encuentran Cobra, Guascor, Indra, Idom, Ingenor y Sener.

Como se detalla más adelante, las empresas del primer *tier* se caracterizan por poseer grandes capacidades tecnológicas y por haber comenzado un profundo proceso de internacionalización de sus actividades. Entre el reducido número de empresas vascas de este segmento se encuentran, por ejemplo, Ingeteam y Ormazabal. Las empresas del segundo *tier*, entre las que se encuentran las empresas de fundición y forja, presentan capacidades tecnológicas fuertes, aunque inviertan menos en I+D y su actividad en esta área se centra más en ingeniería de adaptación y prueba para los clientes. Algunas de estas empresas están internacionalizadas. Las empresas del tercer y cuarto *tier* operan en una variedad de sectores y clústeres como el de la automoción, el aeronáutico, el del electrodoméstico o el marítimo, entre otros. La posición competitiva de estas empresas no es tan favorable.

Debido a que nuestro análisis se centra en las cadenas globales de valor de Iberdrola y Gamesa, a continuación se presenta una radiografía general de estas dos empresas, en las que se describe brevemente su recorrido, sus principales áreas de actuación y otra información relevante para su caracterización. En la Tabla 8 se presentan las principales magnitudes de ambas empresas (facturación, empleo y gasto en I+D):

Tabla 8. Facturación, empleo y gasto en I+D

	Facturación (Millones de Euros)	Empleo	I+D (% de ventas)
Iberdrola (2010)	30.431	31.344	0,4
Iberdrola Renov (2010) ³	2241	2064	0,9
Gamesa (2011)	3033	8300	2,2

Fuente: Elaboración propia a partir de Informes Anuales de las empresas.

Iberdrola fue creada en 1901 con el establecimiento de Hidroeléctrica Ibérica en Bilbao, donde mantiene su sede corporativa. En la última década, con la compra de Scottish Power (UK) y Energy East (USA), Iberdrola se ha convertido en el mayor grupo multinacional de generación y distribución eléctrica, con presencia en más de 40 países.

Iberdrola Renovables es parte del grupo Iberdrola. Se estableció en 2001 como empresa independiente, aunque propiedad de Iberdrola. Desde julio de 2011 se ha reintegrado completamente en Iberdrola, como la Dirección del Negocio de Renovables de Iberdrola. Este área es una de las que presenta mayor crecimiento dentro de la empresa y, en la actualidad, es líder mundial de la industria eólica tanto en términos de capacidad instalada como de producción de energía. Es la número uno en España y próximamente también se espera que lidere el mercado del Reino Unido, tras la reciente adjudicación de un contrato para la construcción de parques eólicos *offshore* en el Mar del Norte (Escocia) con un total de 7,200 MW de capacidad. La presencia de Iberdrola en el negocio eólico se extiende a más de 20 países en Europa (p.e. en Francia, Alemania, Grecia, Italia y Portugal) y en América (p.e., EE.UU., Brasil y México).

En la cadena de valor de la energía eólica (Figura 1), Iberdrola opera en las dos fases iniciales de promoción de proyectos y diseño de proyectos, así como en la fase final de distribución y venta de energía.

³ El 8 de junio de 2011 se materializó la fusión por absorción entre Iberdrola e Iberdrola Renovables, que supuso la extinción sin liquidación de Iberdrola Renovables y del traspaso en bloque su patrimonio a Iberdrola.

También gestiona la construcción de parques, que normalmente subcontrata a proveedores locales, y los servicios de operación y mantenimiento, que gestiona con personal propio, apoyándose en empresas especializadas, en algunos casos el mismo fabricante del parque.

Gamesa es una empresa creada en 1976 en el País Vasco para la producción de maquinaria y equipo industrial en el sector automotriz y para desarrollar tecnologías para nuevos negocios como la robótica, la microelectrónica y los materiales. En 1993, Gamesa, integrante de la asociación clúster HEGAN promovida por el Gobierno Vasco, comenzó a trabajar en la industria aeronáutica (Aranguren *et al.*, 2009). En 1994, Gamesa entró en el negocio de los aerogeneradores firmando un acuerdo llave en mano con la empresa danesa Vestas, que controló el 40% de las acciones de Gamesa Eólica. En este acuerdo, Vestas, líder mundial en la producción de aerogeneradores, proveía la tecnología y la marca y Gamesa abría el mercado español a la empresa danesa. Debido a los requerimientos de contenido local, común en las regulaciones impuestas por muchos gobiernos para participar en contratos subsidiados para el desarrollo de parques eólicos, para entrar al mercado en expansión de la Península Ibérica, Vestas tenía que producir aerogeneradores en España. El acuerdo con Gamesa era la única forma de hacerlo. Iberdrola, uno de los accionistas de Gamesa Eólica, adquirió al mismo tiempo el compromiso de comprar aerogeneradores de Gamesa para sus nuevos parques eólicos en España.

Aprovechando el rápido crecimiento del mercado español, en 1995 Gamesa decidió incluir entre sus actividades otros eslabones de la cadena de valor y entró en el negocio de los parques eólicos. En 2001 Gamesa acordó con Vestas la compra de su participación, manteniendo los derechos de propiedad industrial para utilizar y desarrollar la tecnología de Vestas en el mercado español y mundial (Lewis, 2007). La intensa actividad de I+D llevada a cabo por la empresa y la experiencia y el capital humano disponibles en otros sectores de especialización de la empresa permitían a Gamesa iniciar su andadura en solitario. En 2006 se separaron las dos principales líneas de negocio de la empresa: Gamesa se dedicaría íntegramente al negocio eólico y Aernnova se centraría en el negocio aeronáutico.

Durante la última década, Gamesa ha llevado a cabo un intenso proceso de expansión internacional mediante la apertura de implantaciones productivas en el exterior. Así, Gamesa cuenta en la actualidad con 23 implantaciones productivas en España, 2 plantas en Estados Unidos, 6 en China, 2 en India, 1 en Brasil y 1 en el Reino Unido. Las ventas internacionales de la compañía, por su parte, han pasado de ser el 2% de la facturación total en 2002 a ser el 92% de la facturación total en el 2011. En ese año, China fue el primer destino de las ventas de la empresa, con el 23% del total de las ventas, seguido de India, con el 19%, Latinoamérica el 15%, Estados Unidos el 14%, el resto de Europa el 20% y el resto del mundo el 1%.

En lo que se refiere a las fases de la cadena de valor, además de la producción y el ensamblaje de los aerogeneradores, la actividad de Gamesa también incluye el diseño y la fabricación de palas, torres y ejes. Además, Gamesa es propietaria de otras empresas que producen otros componentes del aerogenerador, como las multiplicadoras, los generadores, los inversores y los controles. Con referencia a los parques eólicos, Gamesa lleva a cabo las actividades de promoción y diseño de los parques, así como el estudio del emplazamiento (*micrositing*). En resumen, Gamesa está presente prácticamente en toda la cadena del valor, desde la promoción hasta la entrega del parque llave en mano.

4.2. La cadena de valor en la industria eólica vasca y sus patrones de gobernanza

En la Tabla 9 se sintetiza la cadena de valor de Iberdrola. Como se ha visto anteriormente, Iberdrola realiza internamente las fases iniciales de promoción y diseño del proyecto, y la fase final de venta de energía, señaladas en la Tabla 9 como actividades *in-house*. En referencia a la construcción del parque, la empresa se involucra directamente en la actividad de *micrositing*, una fase clave en la que se consideran un conjunto de factores (flujos del viento, características del suelo, acceso y transporte de equipos, etc.) relacionados con la utilización del suelo y con el impacto ambiental. Para el resto de las actividades en la fase de construcción del parque, Iberdrola coordina las actividades que llevan a cabo proveedores externos geográficamente próximos a la localización del parque.

Tabla 9. Participación de Iberdrola en la cadena de valor

Promoción proyecto	Diseño proyecto	Producción de aerogeneradores	Construcción del parque	Transporte y logística, Ensamblaje	Conexión a la red	O y M	Distribución y venta energía
<i>In-house</i>	<i>In-house</i> (Iberdrola Ingeniería y Construcción)	Productores externos (Gamesa 60%)	Coordinación de proveedores locales	Múltiples proveedores (incl. Gamesa)	Múltiples proveedores (incl. Gamesa)	Múltiples proveedores (incl. <i>In-house</i> y Gamesa)	<i>In-house</i>

Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas con las empresas.

Iberdrola compra los aerogeneradores a Gamesa (alrededor del 60% del total) y a otros proveedores también líderes mundiales en la fabricación de aerogeneradores. La integración de Gamesa en la cadena de valor de Iberdrola se da a lo largo de diferentes fases de la misma, incluyendo la fase de logística y transporte y la de operaciones y mantenimiento (normalmente a través de filiales). En estas fases, Iberdrola también trabaja con otros proveedores de aerogeneradores. Además de Gamesa, que juega un papel fundamental en la cadena de valor de Iberdrola, un número reducido de empresas vascas están integradas en esta cadena de valor. Entre ellas, destacan los fabricantes de sistemas eléctricos y electrónicos, que se integran en la fase de generación y conversión de la energía y su conexión a la red eléctrica. En esta fase, Iberdrola también compra a otras multinacionales.

En la Tabla 10 se refleja la participación de Gamesa en la cadena de valor eólica. La complejidad de la misma se debe a la diversidad de actividades de la empresa dentro de la cadena de valor, relacionadas tanto con la fabricación de aerogeneradores como con la gestión y mantenimiento de los parques eólicos. Como ya se ha explicado anteriormente, Gamesa mantiene una relación muy estrecha con Iberdrola, siendo su mayor proveedor de aerogeneradores. Cuando trabaja para Iberdrola, Gamesa no se involucra directamente en las fases iniciales de la construcción del parque eólico. Sin embargo, en otros proyectos, Gamesa lleva a cabo las fases de promoción y diseño del proyecto. En la fase de operación y mantenimiento, Gamesa contrata proveedores locales allá donde se ubica el parque. En el caso de España, esta actividad se lleva a cabo principalmente con recursos propios de la empresa (Gamesa Servicios), además de un proveedor externo independiente creado por Gamesa.

Tabla 10 Participación de Gamesa en la cadena de valor

Promoción proyecto	Diseño proyecto	Producción de aerogeneradores	Construcción del parque	Transporte y logística, ensamblaje	Conexión a la red	O y M	Distribución y venta energía
<i>In-house</i> o Cliente	<i>In-house</i> o Cliente	Ver detalle en cadena de valor del aerogenerador	Coordinación con proveedores locales	CTL y proveedores locales	<i>In-house</i> y proveedores vascos y MNCs	<i>In-house</i> , GES y proveedores locales	Iberdrola y otras empresas

Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas con las empresas.

En referencia a la producción de aerogeneradores (véase Tabla 11), tanto en España como en otros principales mercados, Gamesa produce toda la gama de componentes que se ensamblan en un aerogenerador. Sin embargo, no toda la producción de estos componentes se lleva a cabo internamente, Gamesa también integra varios productores independientes en la fabricación de sus aerogeneradores. Aunque el origen geográfico de estos proveedores es variado, una parte importante de los proveedores de generadores, inversores y otros componentes eléctricos, así como las empresas que trabajan en las fases de forja y fundición, son vascos. En la fabricación de otros componentes fundamentales del aerogenerador como bujes, ejes, rodamientos y palas, Gamesa trabaja con varios proveedores, algunos de ellos del

País Vasco, otros extranjeros, tanto europeos como asiáticos. Algunos proveedores no trabajan exclusivamente para la industria eólica. Los proveedores de rodamientos, por ejemplo, no están especializados en la industria eólica sino que trabajan también para otros sectores como el automotriz y el aeronáutico.

Una vez introducidas las cadenas de valor de Iberdrola y Gamesa, se analizan los patrones de gobernanza observados en ellas, basándonos en la tipología desarrollada por Gereffi *et al.* (2005) y presentada en la segunda sección de este documento. Tal como se ha expuesto anteriormente, este análisis permite establecer el tipo de relaciones que se dan entre las empresas líderes y sus proveedores, y entre los proveedores de distintos niveles. El tipo de relación que se establezca entre ellos condicionará los márgenes de desarrollo disponibles para las mismas.

Cuando opera en el segmento *onshore*, Iberdrola mantiene relaciones de tipo *modular* con los proveedores a los que subcontrata el proceso manufacturero. Por tanto, los vínculos que establece Iberdrola con sus proveedores en el mercado *onshore* se basan en una alta codificación y los proveedores fabrican

Tabla 11. La cadena de valor de Gamesa en la fabricación del aerogenerador

Partes	Torres	Eje/ Buque	Palas	Multiplicadoras	Generadores	Inversores y Controles	Transporte y Montaje
	Windar	In house y proveedores locales		In-house y varios proveedores (vascos y empresas multinacionales (MNCs))			CTL y proveedores locales (ultramar)

Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas con las empresas.

los productos según las especificaciones técnicas de Iberdrola, aunque tienen la responsabilidad completa sobre la tecnología del proceso. Cuando opera en el segmento *offshore*, por el contrario, Iberdrola generalmente establece vínculos de tipo *relacional* con sus proveedores, un tipo de relaciones más colaborativas, ya que en este segmento se requieren habilidades y conocimientos altamente cualificados y complementarios para desarrollar nuevas soluciones tecnológicas.

Como es habitual en la fase de producción (fabricación de aerogeneradores) de la industria eólica, Gamesa se caracteriza por un alto grado de integración vertical (cadena *jerárquica*). La empresa siguió una estrategia de integración vertical en el inicio de sus operaciones en la industria eólica por la necesidad de controlar costes, obtener economías de escala en algunas fases de la cadena y controlar la propiedad de la tecnología en aquellas fases del proceso productivo en los que este aspecto resulta crítico. Esta estrategia de integración vertical dio resultados positivos hasta 2005-2006, mientras la actividad de Gamesa se centraba en el mercado local. Sin embargo, con el aumento del tamaño del mercado y la internacionalización, esta estrategia de integración vertical no parece otorgar una ventaja competitiva a la empresa en las fases más estandarizadas del proceso productivo, como la fabricación de góndolas y torres.

Junto a las prácticas de integración total, Gamesa también ha optado por establecer empresas filiales a través de diferentes fórmulas de participación en ellas. Es el caso de las fases de logística y transporte (como CTL), operaciones y mantenimiento, y fabricación de torres (p.e. Windar). El tipo de relación establecido con estas empresas puede definirse como *cautivo*, ya que estos proveedores tienen una fuerte dependencia de la empresa líder, que les establece las condiciones que tienen que satisfacer.

En lo referente a los proveedores independientes, principalmente fabricantes de sistemas y componentes, de acuerdo con la tipología de Gereffi *et al.* (2005), el patrón de gobernanza prevalente debería definirse como *modular*. La mayoría de las partes y componentes se producen de acuerdo con las especificaciones del cliente, pero son en general los proveedores los que asumen toda la responsabilidad sobre los requerimientos de tecnología del proceso productivo. Sin embargo, de acuerdo a las entrevistas con los directivos de Gamesa, con estos proveedores de sistemas y componentes se dan dos formas distintas de gobernanza.

La primera categoría incluye los proveedores *tier 1* de componentes como palas, multiplicadoras, generadores y electrónica de potencia, que mantienen con Gamesa relaciones de tipo *modular* cuando

operan en el segmento *onshore*. A veces, especialmente cuando se trabaja en proyectos del segmento *offshore*, las relaciones tienden a ser más estrechas, con mayores niveles de interacción y colaboración, pudiéndose definir como vínculos de tipo *relacional*. Este tipo de relaciones son habituales entre Gamesa y los proveedores vascos de *tier 1*. Estos proveedores no pueden ser fácilmente sustituidos por otros. Esto se debe, por una parte, a las importantes inversiones que se requieren para establecer plantas productivas que operen con grandes economías de escala y, por otra parte, a la curva de aprendizaje que se necesita para desarrollar partes y componentes específicos.

Gamesa tiene un reducido número de proveedores independientes de primer nivel. Debido a la creciente importancia de los mercados emergentes, principalmente China, y el consecuente traslado de la producción hacia esos países, Gamesa necesita a sus proveedores allí donde se abren nuevas concesiones para parques eólicos. Por ello, Gamesa mantiene una estrategia global que involucra tres distintos tipos de proveedores: a) proveedores globales con presencia tanto en los mercados tradicionales como en los emergentes; b) grandes proveedores locales de países emergentes, cada vez más competitivos, no sólo en costes sino también en la calidad de sus productos; c) proveedores tradicionales, en particular los del País Vasco, siempre que estén en condición establecer implantaciones productivas en el exterior para seguir la estrategia de internacionalización de Gamesa. El peso de los distintos proveedores en la cadena de suministro de Gamesa está cambiando y los grandes proveedores locales (p.e. de China o Brasil) tienen cada vez mayor peso en las compras de Gamesa, al igual que en las de otras grandes empresas del sector.

Por tanto, tal como corroboran las dos empresas vascas entrevistadas productoras de generadores, inversores y otros componentes eléctricos /electrónicos con presencia en Europa, en América y en Asia, la presencia internacional de las empresas se ha vuelto un requerimiento fundamental para trabajar con Gamesa en los mercados en los que opera. Estas dos empresas no centran su actividad exclusivamente en la industria eólica y, además de Gamesa, tienen entre sus clientes otras empresas líderes en la producción de aerogeneradores.

La segunda categoría de proveedores, en la que se encuentran los proveedores *tier 2*, mantienen una relación menos estrecha con las empresas líderes y son más fácilmente sustituibles. Es el caso, por ejemplo, de las empresas de fundición y forja en el País Vasco. Estas empresas no siempre tienen la capacidad para internacionalizarse, en parte debido a la falta de capital, pero también porque sus eventuales inversiones en China u otros países no les garantizaría mantener un mercado cautivo. Las relaciones con este tipo de proveedores son más frágiles ya que Gamesa puede conseguir muchos proveedores competitivos en diferentes países. Además, tanto la provisión local como la calidad de los productos en países como China crece rápidamente y la competencia en los nuevos mercados es muy intensa. Una de las empresas entrevistadas resaltaba que puede haber formatos de internacionalización factibles en el corto plazo como por ejemplo la adquisición de cuotas significativas de capital en empresas locales que haga factible adquirir en tiempos cortos ventajas de costes que permitan competir con otras empresas locales que están ganando mercado. Otras formas de internacionalización, como un acuerdo tecnológico con una empresa local (china, india, brasileña, etc.) que necesite asistencia para mejorar sus productos, también serían posibles.

Otro caso distinto es el de una empresa entrevistada que resaltaba que debido a la especialización de la empresa en un segmento que requiere altas competencias (produce componentes muy sofisticados como virolas y equipos de control para palas) la empresa ha mejorado su posición competitiva en la cadena de valor global, invirtiendo en una planta de fabricación en China y otra en Europa del Este para acercarse a los mercados emergentes, siendo también competitivo en costes.

Por último, las empresas de tercer y cuarto *tier* mantienen sobre todo relaciones de mercado con las empresas de primer y segundo *tier*. El éxito de estas empresas y su vinculación con la industria eólica depende mucho del éxito de las empresas a las que proveen.

De lo anterior se deduce que las empresas que producen insumos, partes y componentes menos sofisticados para la producción del aerogenerador, probablemente tengan más problemas por el traslado de la demanda hacia los países emergentes. Se observa, por tanto, que existe un conjunto de empresas heterogéneo en el sector eólico vasco que puede crecer por partes más que como un todo uniforme.

4.3. Relaciones entre empresas y oportunidades de mejora en ámbitos de internacionalización, offshore y mercado interno

En el contexto actual, se observan diferentes tendencias en el mercado eólico, que suponen retos y oportunidades para la posición competitiva de las empresas líderes vascas en general, y de su capacidad de arrastre del sistema productivo regional, en particular. Las tendencias más significativas detectadas son las siguientes:

En primer lugar, cabe destacar que en los últimos años el sector eólico se ha visto inmerso en un rápido proceso de cambio por el creciente peso de los países emergentes. Esto ha llevado, por una parte, a un fuerte despegue de la producción local en estos mercados. Han emergido nuevos líderes en el sector, como las empresas chinas Sinovel, Goldwind, Guodian o Mingyang en la manufactura de aerogeneradores, y Longyuang, Datang o Huaneng en la gestión de parques y en la distribución y venta de energía, que se han adjudicado una parte importante de los proyectos de sus gobiernos. Por otra parte, en paralelo se ha dado la **internacionalización** de las empresas (europeas) con una trayectoria consolidada en el sector. La presencia internacional se ha vuelto un requerimiento fundamental para estas empresas para seguir siendo competitivas. Las dos empresas líderes del País Vasco, Iberdrola y Gamesa, no han sido ajenas a este proceso y han invertido en proyectos eólicos e instalaciones productivas en países como China, India, Brasil y Estados Unidos.

La internacionalización del clúster vasco no se está dando de manera uniforme. Algunas empresas vinculadas a Iberdrola y Gamesa, como las manufactureras de sistemas y componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos para el aerogenerador, también se han movido hacia estos países. Sin embargo, en el caso de otras empresas especializadas en la producción de partes más pesadas del aerogenerador, este movimiento no ha sido posible.

En general, la implantación en el exterior es más factible en el caso de las **empresas de primer tier** (p.e. Ingeteam, Ormazabal, Artech), y a veces de **segundo tier** (Hine, Glual). Estas empresas (en total no más de diez), en general, son ya pequeñas multinacionales con una presencia relevante en el mercado europeo y algunos otros mercados en los que pueden producir con ventajas competitivas en el ámbito tecnológico, e incluso en algunos casos también han establecido departamentos de I+D en el exterior. Compiten con grandes empresas locales que están mejorando progresivamente su calidad y tecnología de proceso en el segmento de parques eólicos *onshore*.

La internacionalización de las empresas del segundo y tercer *tier* es más complicada, especialmente en el caso de las empresas de fundición y forja que se dedican a los equipos y componentes más pesados, como TS Fundiciones. El primer obstáculo para el proceso de internacionalización de estas empresas es su reducido tamaño. Se trata normalmente de empresas medianas. En segundo lugar, en parte debido a lo anterior, son empresas con un acceso al crédito más difícil. Finalmente, se trata muchas veces de empresas que utilizan tecnologías menos sofisticadas y más fácilmente sustituibles. Así, sus eventuales inversiones en el exterior no les garantizarían mantener un mercado cautivo.

La internacionalización de **otros proveedores vascos** (de tercer y cuarto *tier*) especializados en el suministro de materiales y componentes menores parece menos factible debido a la mayor disponibilidad de tales suministros en los mercados locales. Sin embargo, son empresas que sufren menos este tipo de situación debido a que en el mismo País Vasco y en España trabajan para una variedad de sectores productivos, incluyendo automotriz, electrodomésticos, marítimo y aeronáutico, entre otros. Por el contrario, la internacionalización de empresas de servicios que trabajan de forma cautiva con las empresas líderes es probablemente más factible siempre que logren mantenerse competitivas (p.e. CTL, GES, entre otras).

Al mismo tiempo, en el conjunto vasco de empresas relacionadas con la energía eólica hay **empresas de servicios**, integradoras como Cobra, Guascor, Idom e Ingenor, que ya están fuertemente internacionalizadas, alguna de ellas incluso adquirida por capitales extranjeros. Estas empresas a veces compiten con Iberdrola y Gamesa en las licitaciones públicas para parques eólicos, sobre todo en suelo español.

Una segunda tendencia actual en el mercado eólico es el desarrollo del segmento *offshore*. La importancia de este segmento ha ido creciendo en los últimos años, debido a la oportunidad de instalar

en el mar turbinas eólicas de mayores dimensiones (5-7 MW, frente a los actuales 2-4,5 MW en el segmento *onshore*), con un menor impacto ambiental. Además, el desarrollo de parques eólicos *offshore*, que supone actualmente alrededor del 10% de la instalación global de parques eólicos, podría ascender a en torno al 50% para el año 2050. Por esta razón, las principales empresas están realizando inversiones importantes tanto en I+D (ya que se trata de un segmento aún en fase de exploración) como en la capacidad productiva. Recientemente, el consorcio formado por Iberdrola y Vattenfall ha ganado un concurso internacional para la instalación de 7.200 MW en el Mar del Norte. Este proyecto supone para las empresas que logren interactuar directamente con las empresas líderes (en cadenas relacionales) y así integrarse competitivamente en el mismo, una excelente oportunidad de trabajo para varios años. Estamos hablando nuevamente de las empresas del primer *tier* y de algunas empresas del segundo *tier* que producen componentes especializados y relativamente ligeros.

Al igual que en el caso de la internacionalización, también en este caso la apuesta no está al alcance de todas las empresas, sino sólo de aquellas que principalmente por su capacidad de innovación tecnológica (aunque también capacidad financiera), consigan obtener una ventaja competitiva frente a las empresas localizadas en los principales mercados *offshore* y que, al mismo tiempo, no presenten una desventaja en costes por tener que transportar partes y componentes extremadamente pesados (p.e. es más fácil transportar equipos para electrónica de potencia que transportar bujes y ejes del rotor).

La tercera tendencia detectada es la **ralentización del mercado nacional** y la incertidumbre relativa a los recursos disponibles en el Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020. Este plan abre la posibilidad de instalar unos 15.000 nuevos MW en el suelo nacional. Sin embargo, con el reciente cambio de gobierno, hay que esperar para ver cómo se plantea el desarrollo de nuevos parques eólicos, en un contexto de ralentización económica, déficit público y tarifario, y reducciones presupuestarias.

Debido a la creciente internacionalización de las operaciones de Iberdrola y Gamesa, la evolución del mercado doméstico es un aspecto relevante sobre todo para las empresas que se encuentran en los niveles inferiores de la cadena de suministro, para los cuales la internacionalización es una opción menos factible y seguir operando en el mercado nacional puede ser la única opción para mantenerse en la industria.

Tal como ya se ha explicado, las empresas se posicionan en distintos niveles dentro de la cadena de valor y mantienen diferentes tipos de relaciones con las empresas líderes y con el resto de empresas. Estas relaciones determinan las posibles áreas de innovación y mejora para estas empresas. A continuación se analizan los procesos de mejora e innovación que se están dando en la actualidad en las empresas del sistema regional, recogiendo en la Tabla 12 una serie de ejemplos sobre innovaciones que se están dando bajo distintos patrones de gobernanza. En el apartado de conclusiones y recomendaciones, por su parte, se expondrán las potenciales áreas de innovación y mejora para estas empresas en el futuro.

Tanto en el caso de las empresas líderes que fabrican e instalan aerogeneradores como en el caso las empresas de primer y segundo nivel, se observan innovaciones de producto y proceso. En un conjunto de empresas que han pasado de la producción de componentes a la integración de una variedad de servicios relacionados (p.e. promoción y diseño de parques eólicos, operaciones y mantenimiento, logística y transporte, entre otros), se observan también mejoras funcionales. También se han producido mejoras intersectoriales de diferentes tipos: algunas empresas como Gamesa han pasado desde el sector aeronáutico al sector eólico (finales de los años noventa); empresas como Ingeteam y Ormazabal han diversificado hacia sectores diferentes a los que proveían en su origen, fabricando para industrias como la automoción, los electrodomésticos, el sector marítimo o nuevos sectores como el fotovoltaico, entre otros. Por último, se observan mejoras sectoriales como la transformación paulatina de la industria eólica del segmento *onshore* al *offshore*, que además de requerir grandes inversiones para desarrollar nuevos productos y capacidades productivas, también requiere de nuevas competencias. Estas nuevas competencias se pueden encontrar a veces en otros sectores. Por ejemplo, los astilleros y otras empresas del clúster marítimo pueden participar en la fase de transporte del *offshore*, o en la construcción e instalación de los nuevos parques eólicos marinos; igualmente, los fabricantes de cadenas y anclajes pueden trasladar su conocimiento en anclar plataformas de petróleo y gas para trabajar en el desarrollo del mercado eólico en fondos marinos de gran profundidad.

Tabla 12. Síntesis del impacto de las relaciones de gobernanza en las mejoras competitivas en el mercado eólico en tiempos recientes: algunos ejemplos

<i>Relaciones</i>	<i>Mejora de producto</i>	<i>Mejora de proceso</i>	<i>Mejora funcional</i>	<i>Mejora sectorial</i>
Modulares	Palas en material más ligero	Introducción de pitch-drive para las palas en aerogeneradores grandes	Incorporación de I+D; Sucursales internacionales	
Relacionales	Aerogeneradores de 5-7 MW; Aerogeneradores para aguas profundas	Eje vertical del aerogenerador, Transporte e instalación del parque offshore	Incorporación de I+D; Sucursales internacionales	Paso al Eólico offshore, Paso al Fotovoltaico
Cautivas	Palas en material más ligero	Introducción de pitch-drive para las palas	—	—
Jerárquicas	Palas en material más ligero	Introducción del pitch-drive para las palas	—	—
Mercado	—	Eficiencia de coste y mejora de tiempos en la entrega de materiales	—	—

Nota: Ejemplos de mejoras ya producidas o en las que las empresas están trabajando en estos mercados en el marco de ciertos tipos específicos de relaciones de gobernanza.

5. Las redes de innovación en la cadena eólica y el sistema vasco de innovación

En este apartado se analizan las actividades de innovación y las redes de innovación en las que participan las empresas del sector eólico vasco, principalmente en el ámbito regional, aunque también las relaciones con agentes externos, tanto nacionales como internacionales. Analizar las redes y actividades de innovación nos permitirá identificar fortalezas del clúster que pueden contribuir a incrementar los conocimientos, las competencias y las capacidades que hagan a las empresas del clúster vasco más competitivas en los mercados globales de la energía eólica. Para ello, se analiza la estrategia de innovación adoptada por las empresas del clúster, tanto las líderes como el resto de la cadena de valor, y las relaciones que establecen entre ellas y con el conjunto de otros actores del sistema regional de innovación (p.e. centros tecnológicos, universidades, etc.).

5.1. Actividades y redes de innovación de Iberdrola y Gamesa

Desde que la industria eólica entrara en una fase madura, a mediados de los años noventa, las innovaciones en la industria han sido el resultado de la inversión sistemática llevada a cabo por las empresas líderes. Esta inversión ha estado muchas veces respaldada por programas de investigación nacionales y/o europeos. Este esfuerzo en I+D ha resultado en la obtención de numerosas patentes. De 1990 a 2008, la empresa líder a nivel mundial, Vestas, registró 519 patentes en la Oficina de Patentes Europea, convirtiéndose en la empresa europea líder en el registro de patentes en el sector eólico. En el mismo período Gamesa registró 135 patentes (<https://register.epo.org/> 11/10/2011).

En la Tabla 13 se recogen las áreas de innovación claves en el sector eólico:

Tabla 13. Áreas de innovación clave en la energía eólica

-
- Aerogeneradores de grandes dimensiones (*offshore*)
 - Mejora del diseño y la fiabilidad de los aerogeneradores (*offshore* y *onshore*)
 - Mejora y diseño del *layout* de los parques eólicos (*offshore*)
 - Materiales y componentes (*offshore*)
 - Sistemas y equipos de control electrónico remoto y satelital (*offshore* y *onshore*)
 - Integración de la energía eólica en las redes de transporte y distribución (*offshore*)
 - Instalación y OyM de aerogeneradores *offshore* y sus estructuras submarinas.
-

Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas con empresas.

En línea con los patrones de innovación de la industria, tanto Iberdrola como Gamesa desarrollan una intensa actividad de I+D.

En el caso de Iberdrola, su compromiso con la innovación se refleja en el aumento de su gasto en I+D en los últimos años, alcanzando los 136 millones de euros en 2011.

Tabla 14. Áreas estratégicas de innovación en el ámbito eólico del Grupo Iberdrola

Áreas de innovación
<ul style="list-style-type: none"> • Recurso eólico como medio para producción energética • Integración en la red • Mejora de infraestructuras eléctricas • Parques eólicos offshore • Predicción eólica • Mejora en la explotación con eficiencia en el proceso aerogenerador, incluyendo la fase de OyM • Seguridad y Medio Ambiente

Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas con empresas.

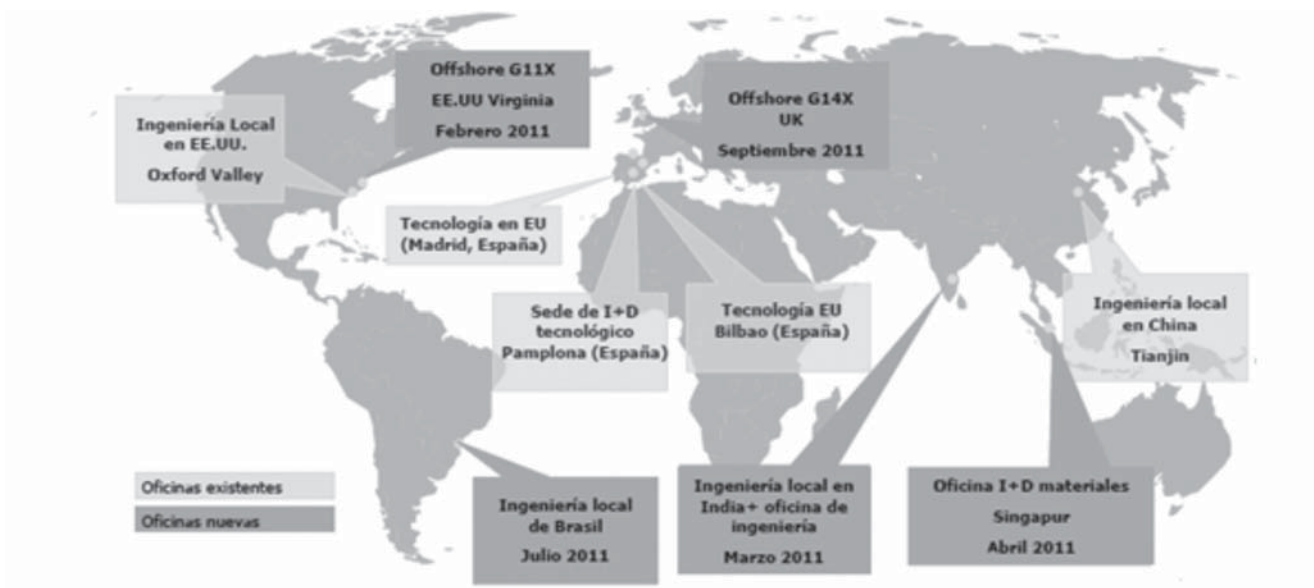
La actividad de I+D+i de Iberdrola se lleva a cabo en las distintas unidades de negocio de la empresa. El Departamento de Innovación de la empresa apoya y coordina dicha actividad, siguiendo un modelo abierto y descentralizado. Un elemento fundamental en la estrategia de innovación del Grupo es la adopción de un modelo de innovación abierto con la creación, en 2007, de la red de innovación de Iberdrola, un foro centrado en fomentar la colaboración entre la empresa y sus socios tecnológicos: proveedores, universidades, centros tecnológicos y asociaciones. De alguna manera, se podría decir que con esto Iberdrola adopta el enfoque STI+DUI explicado en el marco analítico. Esto es, Iberdrola no sólo limita su actividad a la I+D en un sentido tradicional (enfoque STI), sino que utiliza un enfoque más amplio y completo para llevar a cabo su innovación, basado en las interacciones con otros miembros del sistema regional de innovación (STI+DUI), a través de los cuales se intercambian conocimiento y experiencias y promueven proyectos de investigación conjuntos. Más de 50 actores están actualmente involucrados en esta red, con 20 proyectos de I+D en diferentes áreas como las protecciones eléctricas, materiales para plantas de generación de electricidad, prevención, generación distribuida y energía por biomásas. Además de colaborar con socios del entorno más próximo, en los últimos años Iberdrola también ha colaborado con empresas de otros países como ABB en temas de conexión del parque eólico a la red, SKF en la mejora de aceites para multiplicadoras, y Smulders en la construcción de parques *offshore*, entre otras. La colaboración tecnológica es particularmente relevante en el área *offshore*, que representa la frontera de conocimiento de esta industria. En este caso, se colabora tanto con otros actores locales como Gamesa, Ingteam y Ormazabal, como con socios internacionales.

Iberdrola también cuenta con el programa de capital riesgo Perseo dedicado a la inversión en tecnologías innovadoras de generación eléctrica renovable y tecnologías de reducción del impacto ambiental de los sistemas de generación existentes. A través de este tipo de proyectos, Iberdrola aspira a incrementar su valor tecnológico con iniciativas de alto riesgo, favoreciendo el desarrollo de un tejido empresarial innovador en el ámbito de las nuevas tecnologías energéticas.

Gamesa se aproxima a la actividad de I+D+i desde un enfoque distinto al de Iberdrola. En 2010 la empresa contaba con centros tecnológicos en España, Estados Unidos y China. Durante 2011 se abrieron 5 nuevos centros tecnológicos en Estados Unidos, Reino Unido, India, Singapur y Brasil (véase Figura 6). La inversión en I+D se ha financiado con un préstamo de 200 millones de euros del Banco Europeo de Inversiones. El objetivo de la empresa para 2013 es tener el 50% del personal de I+D en los centros tecnológicos de la empresa en el exterior (Gamesa, 2011). Las nuevas plantas de Estados Unidos y del Reino Unido llevarán a cabo actividades de I+D+i orientadas al segmento *offshore*, donde la empresa busca convertirse en un líder de mercado en los próximos años. El resto de los centros se dedicarán principalmente a actividades de ingeniería aplicada (*residential engineering*).

En referencia a las redes de innovación, Gamesa mantiene colaboraciones con empresas e instituciones de investigación internacionales en diferentes proyectos en temas como la adaptación de los generadores al entorno marino, los soportes de las torres y el diseño de nuevos modelos de palas. A su vez, aunque en menor medida, Gamesa también trabaja en proyectos en colaboración con empresas e instituciones de investigación españolas y vascas. Un ejemplo de este tipo de colaboración es el proyecto *Azimut Energía Eólica Offshore 2020*, que incluye aspectos de la instalación, operación y mantenimiento de plataformas eólicas *offshore*. En este proyecto Gamesa trabaja con empresas como Alstom, Iberdrola,

Figura 6. Centros tecnológicos internacionales de Gamesa



Fuente: <http://www.gamesa.es> (10/05/2011).

Acciona Energía, Ingeteam, Ingeciber, entre otras, y más de veinte centros de investigación y tecnológicos vascos y españoles. Por lo tanto, Gamesa pone en práctica los dos tipos de innovación, uno más basado en la ciencia a través de sus actividades de I+D, y otro más basado en la interacción, a través del intercambio y la colaboración en los planos regional, nacional e internacional.

5.2. Actividades y redes de innovación en las empresas tier 1, 2, 3 y 4

En el caso de los proveedores *tier 1* y *tier 2* entrevistados, sus redes de innovación tienen un menor alcance. Los proveedores de primer nivel se asocian con algunas empresas e instituciones vascas y españolas para desarrollar I+D conjunta en acumuladores de energía, celdas *offshore* de baja tensión, revestimiento químico de materiales, redes inteligentes (*smart grids*) para la conexión con las redes de energía eléctrica, electrónica de potencia para inversores de baja tensión, micro-redes y sistemas de redes inteligentes. Las empresas *tier 1* analizadas mantienen una estrecha relación con Iberdrola y Gamesa en la investigación *offshore* y han seguido a las dos empresas líderes en sus proyectos del Mar del Norte, donde han establecido departamentos de I+D.

En el caso de los proveedores *tier 2*, la especializada en fundición para bujes y ejes del rotor, y la productora de sistemas hidráulicos y equipos para palas, su actividad de I+D se limita a aplicaciones ingenieriles y tecnológicas que desarrollan en colaboración con sus clientes. Se trata sobre todo de pruebas de laboratorio para adaptar los productos a las especificaciones de los mismos. También se han realizado experimentaciones con nuevos materiales, sistemas de control y pruebas no destructivas en colaboración con algunos centros tecnológicos del País Vasco.

Según la información recogida, las empresas del tercer y cuarto nivel no realizan actividades de I+D específicamente relacionadas con la industria eólica, sobre todo en el caso de los pequeños proveedores de componentes y materiales que luego se utilizan en los componentes y sistemas electrónicos, eléctricos y mecánicos del aerogenerador. Además, estos proveedores no realizan actividades de innovación de manera intensa y sistemática y su cooperación se limita a sus clientes.

Las grandes empresas de servicios como Cobra, Guascor, Idom e Ingenor son competidores de Iberdrola y Gamesa, ya que, como se ha indicado, participan en las mismas ofertas públicas para instalación de parques eólicos. Estas empresas también presentan un alto nivel de internacionalización, desarrollan una importante actividad de I+D y también colaboran con empresas regionales e internacionales.

5.3. El sistema regional de innovación

El Gobierno Vasco tiene en marcha una política activa de apoyo a la innovación, que implanta a través de distintos planes. El Plan de Competitividad Empresarial para el período 2010-2013, por ejemplo, impulsa el fortalecimiento de las infraestructuras existentes (parques científico-tecnológicos, centros de investigación de excelencia, centros tecnológicos), así como la cooperación entre los agentes del sistema. Además de este Plan de Competitividad, liderado por el Departamento de Industria, Innovación, Comercio y Turismo, recientemente se ha aprobado y presentado el nuevo Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015 que opera, entre otros mecanismos, mediante un conjunto de programas de innovación como Aldatu, InnovaEmpresa, Etorgai, Eortek o Saiotek. Estos programas promueven la innovación en las empresas en aspectos tecnológicos, organizativos y de mercado y favorecen la cooperación entre las empresas y otros agentes del sistema regional de innovación.

En el sistema vasco de innovación, la Corporación Tecnalia, que integra ocho centros tecnológicos anteriormente independientes, es un actor clave. Sus áreas de especialización incluyen, entre otros, la energía en general y la energía eólica en particular. Dentro de la unidad de negocio de energía, el departamento de energía marina, por ejemplo, se centra en la experimentación con materiales y componentes y sistemas de control de calidad que se aplican a los parques eólicos *offshore*. En esta área se han promovido proyectos en colaboración con empresas líderes como Iberdrola y Gamesa, como el proyecto Azimut antes mencionado. Tecnalia ha emprendido su proceso de implantación exterior, con la decisión de establecer un centro de I+D en Escocia para estar cerca de donde se concentra el conocimiento de frontera.

La plataforma tecnológica IK4, que incluye nueve centros tecnológicos, también realiza actividades en el área de la energía eólica. Por ejemplo, Vicomtech participa en el programa europeo E-WindTech de formación para técnicos de operaciones y mantenimiento en parques eólicos, e Ikerlan colabora con Alstom en un proyecto para la utilización de software de IBM para estudiar y proyectar nuevos sistemas de control para nuevos aerogeneradores inteligentes capaces de responder a condiciones del tiempo (velocidad e intensidad del viento, temperatura, etc.), así como a condiciones geográficas y morfológicas (p. e. suelo, altitud, etc.) variables.

Estos centros participan en proyectos de I+D con socios de otros países, por ejemplo los financiados por la UE. Estos les permiten conectar con los *global knowledge pipelines* y actuar como catalizadores de ese conocimiento hacia el sistema productivo regional. Esto ayuda a evitar el *lock-in* del sistema vasco.

Finalmente, las universidades, están participando de forma creciente en actividades de investigación relacionadas con este sector. En concreto, la Universidad de Mondragón trabaja en temas de electrónica de potencia, equipos y sistemas de control. Tecnun, la Escuela de Ingenieros de la Universidad de Navarra, por su parte, investiga principalmente en áreas de mecánica y materiales (corrosión).

5.4. Una valoración del sistema de innovación eólico

Diferentes agentes (empresas, agentes del sistema de innovación e instituciones), también con el impulso de algunos programas públicos, están trabajando de forma activa para impulsar la integración del sistema productivo vasco en las cadenas globales de valor y en las redes globales de innovación, aunque con enfoques distintos. Algunos, como Iberdrola, trabajan en crear redes genéricas y localizadas (regionales y nacionales) de agentes con el propósito general de promoción de la innovación. Otros, como en el caso de Gamesa, trabajan en captar y/o desarrollar conocimiento de frontera de forma bilateral (*business-to-business*). Los proveedores de primer y segundo nivel llevan a cabo actividades de I+D dentro de la empresa y también establecen colaboraciones estrechas con los clientes. Finalmente, los agentes tecnológicos participan en proyectos genéricos (desarrollo de conocimiento básico) y específicos (desarrollo de conocimiento aplicado).

En la Tabla 15 se recogen las especializaciones de cada uno de los actores principales de la industria eólica vasca. Este ejercicio, que también está desarrollando la asociación clúster de la Energía, ayuda a entender las posibles interconexiones y colaboraciones entre las distintas organizaciones del territorio. Este mapeo es un primer paso hacia la constitución de un núcleo duro de organizaciones en el marco

Tabla 15. Mapa de Competencias Específicas en I+D

	Diseño de proyectos, emplazamiento del parque, predicción del recurso eólico	Materiales	Palas, ejes y torres	Eficiencia de la multiplicadora y fiabilidad del aerogenerador	Generación de Energía	Electrónica de potencia, sistemas de control, acumuladores de energía	Anclajes y plataformas flotantes	Redes y subestaciones
Iberdrola	√	√	√	√			√	
Gamesa	√	√	√	√	√	√	√	
Ingeteam					√	√		
Vicinay							√	
Tecnalia		√					√	
IK4		√				√		
SKF				√				
Cener (Navarra)							√	
Instituto Cantabria	√							
Sener	√							
Indra								√
Arteche								√
Ormazabal							√	√
ZIV						√		√
Un. Mondragón								
Tecnun (Navarra)		√				√		

Fuente: Elaboración propia a partir de la Asociación Clúster de Energía, EuroPraxis, 2011, y entrevistas con las empresas.

del sistema regional de innovación, que puede dar un fuerte empuje a la capacidad de innovación de las empresas y su acceso a los mercados globales.

En general, se puede decir que existe un reconocimiento mutuo entre los centros tecnológicos y varias empresas, participando en proyectos conjuntos, principalmente subvencionados por el Gobierno Vasco y la Unión Europea. Destaca el liderazgo de Iberdrola en la creación de una red de innovación. Sin embargo, las empresas líderes trabajan en algunas ocasiones de forma bastante independiente, no explotando en su totalidad las capacidades instaladas en los centros tecnológicos y en las universidades vascas. No resulta evidente una alineación de las líneas de investigación de los líderes con los suministradores de 1er y 2do *tier* o con centros tecnológicos y universidades. Existe, por tanto, margen para el desarrollo de un verdadero sistema regional de innovación aplicado a la energía eólica, con efectos beneficiosos para el conjunto del sistema productivo eólico vasco.

6. La cadena de valor del líder mundial: Vestas

Este apartado incluye un análisis del líder del mercado eólico mundial, y analiza su cadena de valor y su sistema de innovación. Este caso sirve para conocer en más profundidad su funcionamiento y extraer un aprendizaje de los elementos clave e incorporarlos a modo de conclusión en el apartado final.

6.1. Una breve historia de Vestas

Las raíces de Vestas se remontan a finales del siglo XIX, cuando el herrero H.S. Hansen abrió su primer taller. 30 años después, el taller era una planta industrial para la fabricación de ventanas de acero para edificios industriales. Desde la Segunda Guerra Mundial, la gama de productos de la compañía fue evolucionando continuamente, desde aparatos para remolques agrícolas hasta intercoolers. En 1968, la empresa identificó la fabricación de grúas hidráulicas para camiones ligeros como un área potencial de desarrollo de nuevo producto que resultó ser un éxito de exportación. Después de un par de años, cuando las dos crisis del petróleo de los años 1970 afectaron a la industria del transporte, Vestas tuvo que buscar otra área de crecimiento.

Inspirado por la segunda crisis del petróleo en 1978-1979 y por el movimiento medioambiental, Vestas comenzó a analizar el potencial de los aerogeneradores como una fuente alternativa de energía. En 1979 se entregaron los primeros aerogeneradores a clientes daneses. Posteriormente, la industria experimentó su primer boom, impulsado principalmente por los incentivos de los gobiernos de Dinamarca y Estados Unidos. En 1985, los empleados de la empresa ascendían a 800 y se vendieron 2500 aerogeneradores a EE.UU. (Wustenhagen, 2003).

La fuerte exposición al mercado de EE.UU. pasó de ser una ventaja a una maldición cuando la legislación fiscal de crédito de California venció a finales de 1985. Con este cambio regulatorio, el mercado de Vestas en EE.UU. fracasó y la empresa quebró en 1986. Tras la quiebra, se reestructuró la empresa, vendiendo gran parte de la misma y creando una nueva empresa, *Vestas Wind Systems A/S*, centrada exclusivamente en la energía eólica.

Entre 1987 y 1997 la evolución de la empresa se caracterizó por la expansión internacional, la innovación tecnológica y el progresivo aumento del volumen de los pedidos. La empresa estableció filiales en India (1987), Alemania (1989), Suecia y EE.UU. (1992), y formó una empresa conjunta con Gamesa en España (1994) con una participación del 40%. A mediados de la década de los 90, impulsado por los incentivos del Gobierno, el mercado español se convirtió en un mercado importante para la empresa.

En 1995, la empresa superó los 1.000 empleados por primera vez y generó más de 200 millones de euros en ingresos. Se hizo cada vez más latente la necesidad de recursos adicionales de capital para mantener el ritmo de crecimiento, por lo que en 1998 se lanzó una oferta pública de venta (OPV) que resultó ser un gran éxito.

El excepcional crecimiento de Vestas durante ese período se aceleró gracias a las adquisiciones de *Distributed Wind Technologies*, *Danish Wind Technology* en 1989 y *Costas Computer Technology A/S*, un proveedor de software y componentes para sistemas de control de aerogeneradores de Vestas que fue adquirido en 1999. Más recientemente, en 2004, la fusión con el fabricante danés de aerogeneradores *Nordtank Energy Group (NEG) Micon* convirtió a Vestas en el líder mundial en la energía eólica.

Con el nombramiento de un nuevo Director Ejecutivo, en 2005 se lanzó una nueva estrategia —*The Will to Win 2005-2008*— con el objetivo de transformar la empresa en una corporación global de energía y tecnología. Tras el éxito de la estrategia en el periodo 2005-2008, en 2008 Vestas lanzó una nueva estrategia corporativa denominada *No.1 in Modern Energy* con el objetivo de promover en la compañía otras fuentes de energía como el petróleo y el gas.

En la Tabla 16 se recoge la expansión de la empresa en términos del número de empleados y de ventas entre 2006 y 2010, así como su inversión en I+D (como porcentaje de las ventas totales) y su cuota de mercado en el mercado mundial.

Tabla 16. Vestas-datos de la empresa

	2006	2007	2008	2009	2010
N.º de empleados	12.309	15.305	20.829	20.730	23.252
Ventas (miles de Euros)	3.854.300	4.861.000	6.035.000	6.636.000	6.929.000
% I+D	n.d.	n.d.	3,7	1,8	2,2
Cuota de Mercado Global	n.d.	n.d.	n.d.	12,3	16,3

Fuente: Amadeus y Vestas, Informe Anual (2011).

Europa sigue siendo el mercado más importante para Vestas, con el 60 % de las ventas totales, seguido de América, con el 28%. Tras la reciente expansión de la empresa en la región, Asia-Pacífico es del destino del 14% de las ventas.

En su proceso de expansión internacional, Vestas ha combinado diferentes modos de entrada. La empresa se ha implantado en algunos países en alianza con socios sólidos de los países de destino, como en el caso de *Vestas RRB India Ltd*, o la empresa conjunta con *Energy System Taranto S.P.A.* en Italia. Sin embargo, en los países donde Vestas se desenvolvía bien por su conocimiento del mercado, se introdujo a través de subsidiarias propias, como en EE.UU., Suecia y Alemania.

A finales de 2009, Vestas había invertido en China más de 450 millones de dólares y empleaba a 3000 trabajadores. Recientemente, ha establecido en este país la planta más grande de fabricación de aerogeneradores del mundo, transmitiendo la tecnología para construir los controles electrónicos y generadores más actuales (Lema *et al.*, 2011).

Vestas también domina el mercado *offshore*. Según Lema *et al.* (2011), el 90% de los aerogeneradores *offshore* del mundo son producidos por daneses o tienen componentes daneses y/o se han basado a menudo en una gama de servicios de apoyo daneses.

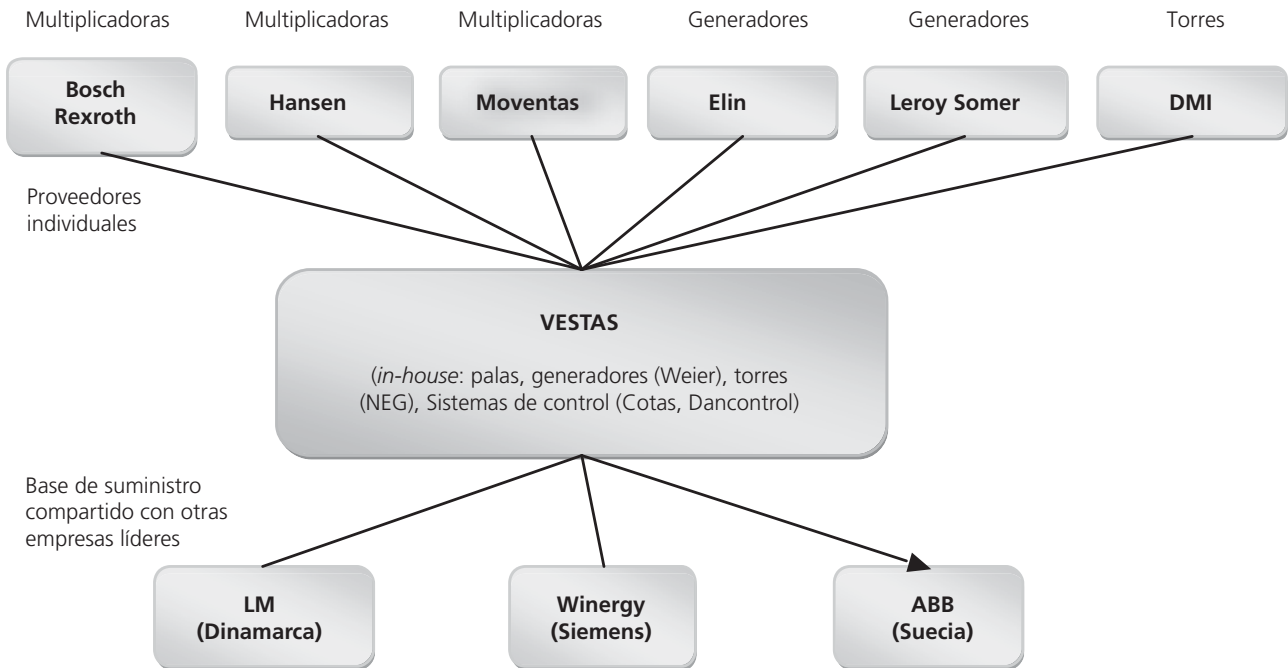
6.2. Vestas y su cadena de valor

Al igual que sus principales competidores europeos, Vestas tiene un alto grado de integración vertical, muchos componentes y piezas se producen *in-house*. Según un estudio reciente (Lema *et al.*, 2011), en términos de costes de producción, más del 50% de los aerogeneradores de Vestas se producen dentro de la empresa. Como se puede observar en la Figura 7, Vestas produce las palas, los generadores, las torres y los sistemas de control. Vestas está también involucrada en la fase inicial de la promoción y el diseño del proyecto, en la construcción del emplazamiento, en el transporte y montaje y en la operación y mantenimiento del parque eólico.

En Vestas, la configuración de la cadena de valor se determina según los principios de productividad y fiabilidad. Según Lema *et al.* (2011), la combinación de la complejidad tecnológica, la durabilidad y la fiabilidad de los aerogeneradores modernos resulta en una relación de la empresa líder con sus proveedores de componentes que puede ser caracterizada como *relacional* (Gereffi *et al.*, 2005). Esto significa que Vestas y sus principales proveedores intercambian una gran cantidad de información y conocimiento durante el diseño y la fase de pruebas de los prototipos (Lema *et al.*, 2011). El grupo de los

proveedores principales con los que mantiene vínculos relacionales es pequeño y está compuesto por empresas globales altamente competentes que pueden suministrar componentes en todos los mercados importantes (Lema *et al.*, 2011). Por ejemplo, en China, Vestas también trabaja con algunos de sus proveedores daneses que ahora están operando allí. Esto incluye empresas como *Svenborg Brakes* y *C.C. Jensen*.

Figura 7. Vestas y sus principales proveedores



Source: Lema *et al.* 2011.

La necesidad de colaboración directa también se debe a la necesidad de adaptar piezas y componentes, a menudo a nivel de cada proyecto individual. Debido a ello, las relaciones de Vestas con sus proveedores principales son de larga duración porque los costes de sustitución son muy altos. Según Lema *et al.* (2011) en el mercado chino y en general en el mercado asiático las relaciones entre la empresa líder y proveedores tienden a ser más del tipo modular (Gereffi *et al.*, 2005), caracterizada por la colaboración y desarrollo conjunto de tecnología y productos menos directos.

6.3. La estrategia de innovación de Vestas

En Vestas la inversión en I+D se considera como el factor clave para afrontar la creciente competencia mundial en el mercado eólica. Su objetivo principal es alcanzar un liderazgo global en todas las áreas claves de tecnología explotando conocimiento y *know-how* en todo el mundo.

Vestas Technology R&D coordina la actividad de I+D en Vestas. Creada en 2005, en 2008 contaba con 1300 empleados de 18 nacionalidades repartidos por todo el mundo (Pedersen, 2009). Los principios básicos de la estrategia de I+D de Vestas son: la creación de una red global, el establecimiento de relaciones con socios internos y externos y las mejores universidades de todo el mundo, un enfoque estratégico en los derechos de propiedad intelectual y nuevas empresas conjuntas y adquisiciones.

La sede de Vestas I+D se encuentra en Aarhus, en Dinamarca, próxima a los emplazamientos de prueba y a organizaciones tecnológicas avanzadas, incluidos los institutos técnicos y las universidades. Aunque las áreas de investigación más estratégicas se mantienen en Dinamarca, en 2008 se comenzó a desarrollar una red de I+D global, con centros de I+D en el Reino Unido, Singapur, India y EE.UU. La idea

detrás de la red global de I+D es la creación de centros complementarios, cada uno con una especialización diferente: por ejemplo, el diseño, los materiales y la aerodinámica en el Reino Unido, y el suministro de energía en Singapur. En 2010, Vestas abrió su primer centro de I+D en China, para llevar a cabo la investigación en áreas como la ingeniería de alta tensión, la aerodinámica, los nuevos materiales y el desarrollo de software. Según Lema *et al.* (2011), entre las razones para mover algunas de las actividades de I+D a China está la voluntad de complacer al Gobierno chino a través de la comercialización de la tecnología para poder tener acceso al mercado.

Con respecto a la colaboración con universidades, Vestas ha iniciado el programa *Global University* a través del cual profesores y estudiantes de doctorado reciben becas (Pedersen, 2009)

6.4. El sistema de innovación danés de energía eólica

La ventaja competitiva de la industria eólica danesa deriva de una larga historia de aprendizaje tecnológico y de capacidades acumuladas. Con el tiempo se han ido construyendo relaciones entre las empresas líderes, los proveedores especializados y las instituciones de investigación.

En las fases iniciales del desarrollo de la industria, la tecnología aplicada provino principalmente de otros sectores. En la década de 1980, los aerogeneradores se montaban con componentes suministrados por otras industrias como la máquina herramienta o la automoción. El diseño de nuevos aerogeneradores se llevó a cabo a través de una actividad interactiva entre los fabricantes finales y sus proveedores (Henry y Harborne, 2010). Más tarde, las autoridades públicas comenzaron a apoyar la creación de un sistema de innovación eólico que apoyaba la actividad de Vestas y sus proveedores a través del apoyo a la I+D en los institutos de investigación como RISØ (Laboratorio Nacional para las Energías Sostenibles) y utilizando su poder para reunir inversionistas clave para los proyectos colectivos de I+D (Lema *et al.*, 2011). Un sistema de innovación dinámico ha atraído a otras empresas líderes como Siemens y Suzlon.

Según un estudio sobre el sistema nórdico de innovación energética (Borup *et al.*, 2008), Dinamarca, el país líder en esta tecnología, concentra más del 10% del total de gasto en I+D a nivel mundial. El sistema de innovación de la energía eólica danesa agrupa alrededor de 300 organizaciones en torno a Vestas, Siemens y LM Glassfiber (un importante proveedor de palas) (Borup *et al.*, 2008). El sistema se caracteriza por la existencia de muchos proyectos de colaboración entre institutos de investigación y empresas.

La amplia red de proveedores, principalmente pequeñas y medianas empresas especializadas, constituye una compleja base de conocimiento de gran importancia para la innovación eólica, especialmente en los desarrollos de los años 1970 y 1980 (Borup *et al.*, 2008). Pero también más recientemente, con la creciente globalización de la industria, el sistema de innovación sigue siendo bastante fuerte con la mayoría de las redes de colaboración desarrollados entre actores nacionales. Las redes de colaboración entre los actores nacionales son más frecuentes que las de los actores internacionales, con la única excepción de la colaboración interna entre la empresa la matriz y sus subsidiarias (Borup *et al.*, 2008).

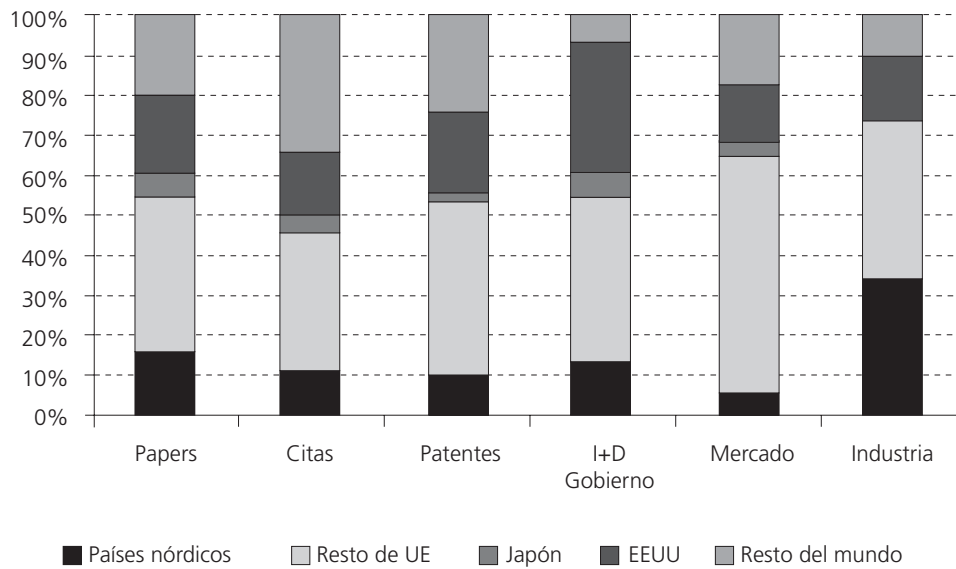
La regulación y las políticas públicas juegan un importante papel en la innovación en la industria eólica danesa. El sector es una prioridad en la agenda del gobierno danés, y se han puesto en práctica una combinación de medidas desde legislación de planificación hasta el apoyo arancelario y los impuestos medioambientales (Borup *et al.*, 2008).

Recientemente, la formación también ha comenzado a tener una presencia importante en el sistema. Las universidades y RISØ ofrecen cursos especializados en colaboración con las empresas.

La pregunta clave para el futuro es si el cambio del mercado hacia Asia va a conllevar la deslocalización de las actividades de I+D+i de Dinamarca. Según Lema *et al.* (2011), la ubicación de las actividades de innovación la determinará la lógica empresarial en lugar de la nacionalidad de la empresa. Sin embargo, estos autores concluyen que las relaciones dentro del *mother cluster* (el conjunto originario de empresas centrales en la industria eólica en Dinamarca) es probable que sigan siendo importantes al menos en un futuro próximo.

Para concluir, hay algunas lecciones interesantes que se pueden extraer del caso de Vestas y del sistema de innovación eólico en Dinamarca: (1) Vestas ha adoptado una estrategia global para adaptarse a la globalización del mercado y la creciente importancia de los países emergentes; (2) con respecto a la innovación, Vestas sigue explotando las ventajas de un sistema danés de innovación muy desarrollado y al mismo tiempo ha emprendido recientemente una estrategia internacional para aprovecharse del conocimiento especializado que está disponible en diferentes partes del mundo; (3) el sistema danés de innovación es el resultado de la presencia de las empresas locales, en particular Vestas, con el apoyo de la inversión pública para crear una investigación especializada e institutos de formación; (4) esta concentración de conocimiento y tecnología ha atraído a otras empresas de la industria eólica contribuyendo a crear el sistema líder de innovación en el mundo.

Figura 8. Indicadores de innovación: una comparativa



Fuente: Elaboración propia a partir de Borup *et al.* (2008).

7. Conclusiones

En este apartado se exponen las principales conclusiones que se derivan del estudio. El análisis de las cadenas de valor de Gamesa e Iberdrola y de los patrones de gobernanza existentes entre las empresas que operan en la misma, junto con el análisis de las tendencias identificadas en el sector eólico y el análisis del sistema de innovación vasco, permiten reflexionar sobre las posibilidades de mejora existentes para las empresas del sector.

Las tendencias de mercado identificadas (mercado *offshore*, nacional, e internacionalización) implican distinto nivel de esfuerzo (en términos de tipos de mejora) del clúster para posicionarse en los mismos. Estas mejoras (producto, proceso, funcional y sectorial) se producen en un contexto específico de relaciones en la cadena de valor, ya estudiadas previamente y que se plasman en la siguiente tabla:

Tabla 17. Tipos de gobernanza y potenciales de mejora

Tipo de mejora	Jerárquicas	Cautivas	Mercado	Modulares	Relacionales
Producto	√	√		√	√
Proceso	√	√	√	√	√
Funcional				√	√
Sectorial					√

Por ejemplo, tal y como se plasma en la Tabla 12, donde se reflejan distintos ejemplos de mejoras en un contexto de distintos tipos de gobernanza, las relaciones de mercado promoverían mejoras de proceso en el clúster, como mejoras en los tiempos en la entrega de materiales. Las capacidades que el clúster debe desarrollar para mejorar los procesos productivos y comerciales están basadas en el conocimiento del proceso, capacidades que se pueden codificar y que el sistema de innovación puede proveer sin problemas.

En consecuencia, lo que condiciona la existencia en la cadena de valor de uno u otro tipo de relación son, en última instancia, las **competencias y capacidades existentes en el clúster**. Es aquí donde el sistema de innovación juega un papel esencial, pues es desde las distintas entidades de este sistema desde donde el clúster puede adquirir conocimiento para desarrollar las capacidades que le permitan establecer relaciones que den lugar a mejoras más o menos sofisticadas (desde la más sencilla mejora de producto hasta la más compleja mejora sectorial).

Analicemos con detenimiento qué tipo de capacidades son las necesarias para establecer un tipo u otro de relación entre los actores de la cadena de valor que posibiliten el posicionarse favorablemente en el **mercado offshore**. Si el clúster es capaz de desarrollar altas capacidades sostenibles en el tiempo, las empresas del conjunto territorial de empresas eólicas podrán establecer vínculos relacionales con los líderes de la cadena, y es precisamente este tipo de relaciones el que permite al conjunto territorial desarrollar mejoras sectoriales (véase Tabla 17). En consecuencia, para que el sector productivo vasco de la energía eólica se transforme y se oriente a la energía eólica *offshore* (lo que supone una mejora sectorial) es necesario generar altas competencias y capacidades en el territorio. Para desarrollar estas competencias y capacidades es necesario fomentar tanto las inversiones en I+D y capital humano en las empresas como las interacciones en-

tre éstas con los agentes relevantes, las empresas líderes, los proveedores, los centros de conocimiento, etc. La administración y la política pública pueden apoyar esta generación de capacidades a través del fomento de la cooperación entre los agentes del sector, impulsando y apoyando, por ejemplo, la política clúster⁴. Cabe destacar a este respecto el papel de los agentes intermedios, como agentes impulsores y catalizadores de actuaciones que en cooperación pudieran darse en el clúster de la energía eólica. Estos agentes intermedios pueden ser asociaciones empresariales, cámaras de comercio, asociaciones clúster, redes comarcales, etc. Ejemplo de este tipo de actuaciones, que ya se han puesto en marcha desde este tipo de agentes intermedios, pueden ser la actividad de la Asociación Clúster de Energía o el consorcio de empresas creado por la Cámara de Gipuzkoa orientada a la venta de sus servicios en el mercado eólico offshore a nivel global.

La **internacionalización de la producción** es la segunda de las tendencias identificadas para el sector eólico vasco, dado el crecimiento que ha experimentado la producción local en ciertos mercados emergentes. Ello supone una oportunidad para las empresas sobre todo de primer y segundo *tier*, que poseen una mayor capacidad de inversión y un tamaño que les permite actuar en mercados exteriores. La internacionalización de la producción supone pasar de realizar las actividades manufactureras localmente (o internacionalmente en otros mercados en los que actúan) a realizar estas actividades en otros mercados desconocidos, los países emergentes como China, India y Brasil, entre otros. Ello requiere una mejora funcional (además de mejoras de proceso y producto que mejoran la eficiencia en costes), ya que es necesario el desarrollo de capacidades para actuar en nuevos mercados. Las competencias y capacidades que son necesarias para poder desarrollar este tipo de mejora funcional, abarcan desde la formación de capital humano en temas relacionados con la tecnología, hasta la formación en mercados emergentes e internacionalización. Este tipo de mejora se da cuando existen en la cadena relaciones de tipo modular o incluso relacional.

La última de las tendencias identificadas es la **ralentización del crecimiento del mercado nacional onshore**. Existe una oportunidad de seguir explotando el mercado nacional, lo que depende tanto del marco regulatorio, como de las decisiones de política en materia de primas y precios de la electricidad. Esta tendencia implica para las empresas del clúster la existencia de márgenes de mejora de producto y proceso, dirigidos a la búsqueda de la optimización de sus procesos y medidas de ahorro. Ello les permite posicionarse más favorablemente en el mercado nacional *onshore* que se guía por criterios de control de costes. Las mejoras de producto y proceso se desarrollan cuando se dan relaciones de tipo jerárquico, cautivo, modular y relacional, aunque de forma más limitada en las primeras dos ya que dependen de la voluntad de las empresas líderes. Las mejoras de proceso también se dan en relaciones de mercado. De cara a explotar esta oportunidad por el clúster vasco de la energía eólica, sería suficiente con mantener las capacidades ya existentes que les permitan establecer relaciones de tipo jerárquico, cautivo o de mercado. Ello no supone un gran reto para el conjunto territorial de empresas del sector eólico, ya que en la actualidad estas empresas presentan una relación a veces de mercado o cautiva (principalmente en el caso de las empresas de tercer y cuarto *tier*) con las empresas líderes del sector y otras veces modular (en el caso de empresas de primer y segundo *tier*). Por lo tanto, el clúster debe mantener las capacidades que ya tiene desarrolladas para poder seguir mejorando en producto y proceso. Para ello, el sistema de innovación debe seguir acompañando a estas empresas en sus mejoras. En la tabla 17 se resumen los tipos de gobernanza que, de modo general, posibilitarían distintos tipos de mejora para una inserción competitiva del clúster en los mercados identificados.

Por las perspectivas de futuro de las distintas tendencias (el mercado internacional *offshore* parece ser el que tiene las perspectivas más interesantes aunque va a tomar cierto tiempo antes de adquirir mucho peso en la cartera de proyectos de las multinacionales del sector eólico), las cadenas modulares y las relacionales parecen favorecer la sostenibilidad de largo plazo en esta industria, principalmente porque en ambas se desarrollan altas competencias. Las relaciones de mercado implican capacidades menos sofisticadas, sin costes ni transacciones particulares y productos estandarizados que no ofrecen ventajas particulares al conjunto territorial vasco ni aseguran la sostenibilidad en el largo plazo. Cuando existen relaciones jerárquicas y cautivas, las empresas proveedoras tienen un mercado prácticamente garantizado, por lo que la empresa no se ve en la necesidad de desarrollar nuevas capacidades, si no es lo que le interesa a la empresa líder. Si estas empresas no presentan ventajas competitivas frente a su competencia,

⁴ Para un resumen de las principales programas públicos aplicables, véase Anexo I: Tabla de políticas.

Tabla 18. Tipos de cadenas en función de cada tipo de mercado

	Jerárquicas	Cautivas	Mercado	Modulares	Relacionales
Mercado nacional	√	√	√	√	
Mercado internacional onshore	√	√	√	√	
Mercado internacional offshore				√	√

Fuente: Elaboración propia.

una crisis de la empresa líder/cliente pondrá en serio riesgo su sostenibilidad, por no haber generado capacidades que les permitan actuar en otras cadenas.

Se ha realizado una reflexión sobre los márgenes de mejora existentes para el conjunto vasco de empresas eólicas y cómo abordarlos desde la teoría de las cadenas de valor y las capacidades transferibles desde el sistema de innovación. Esta reflexión está basada en la observación de las cadenas de valor de la energía eólica de Iberdrola y Gamesa, pero las conclusiones previamente expresadas y las rutas para la mejora de la inserción en las cadenas globales de valor del clúster vasco, pueden ser de relevancia para **posicionarse más competitivamente en otras cadenas de valor** dirigidas por otras empresas líderes como Vestas, Siemens, Alstom, etc. Cuando crecen las capacidades para competir en conocimientos y costes, crece también la capacidad de presentarse competitivamente frente a los grandes clientes y la gran industria final de fabricación.

Hay que destacar que las conclusiones de este estudio, en relación a las rutas de mejora existentes para el conjunto territorial de empresas eólicas es de relevancia para muchos de los clústeres industriales que forman parte del tejido industrial vasco, como el clúster de la automoción, el aeronáutico o el marítimo, entre otros.

Por último, hasta ahora se ha considerado que un conjunto productivo territorial formaba parte de un tipo de cadena y en ese contexto era capaz de desarrollar un tipo de mejora u otro. Sin embargo, también se puede producir una **transformación de la cadena de valor** hacia formatos más avanzados (relacional y modular), y existen para ello distintos instrumentos que se pueden poner en marcha. Por ejemplo, para pasarse a cadenas de tipo relacional es importante fomentar sobre todo las interacciones entre todos los agentes del sistema y de éste con agentes externos. Este tipo de interacciones puede desarrollarse en el contexto de proyectos internacionales y nacionales en colaboración con socios de vanguardia. El paso a relaciones modulares se puede conseguir con la adopción de estándares tecnológicos y reglamentarios cada vez más avanzados y exigentes.

En general, las actuaciones que se pueden poner en marcha desde el gobierno deberían ir enfocadas en mejorar la coordinación y cooperación entre todas las empresas de la cadena de valor (incluyendo tanto a las líderes como a las de primer, segundo, tercer y cuarto *tier*) y el sistema de innovación. De esta manera sería posible constituir un núcleo duro de agentes que, mediante vínculos de tipo relacionales y modulares, desarrollen productos (p.e. aerogeneradores de mayor potencia, o sistemas de control), procesos (p.e. diseños más eficientes en palas, materiales más ligeros y resistentes a la oxidación marina, entre otros) y servicios (p.e. logística y transporte oceánico, operación y mantenimiento) que les permitan mantenerse en la punta de la industria a nivel global. En este sentido, el mapeo preliminar de competencias específicas de innovación en el territorio vasco propuesto en la Tabla 14 es una tarea fundamental que permite conocer los agentes que pueden contribuir al máximo nivel en este esfuerzo innovador y competitivo. Además, puede ofrecer un esquema para que otras empresas menores (segundo y tercer *tier*) puedan involucrarse de manera más significativa con actividades de I+D+i y así garantizarse un futuro más sólido y sostenible en la industria eólica en los próximos años.

Estos esfuerzos colectivos y coordinados pueden requerir la identificación de formas societarias o asociativas adecuadas tanto en los aspectos comerciales como de desarrollo tecnológico que permitan potenciar una investigación más avanzada y aplicada a productos y procesos que tengan luego un efectivo desarrollo comercial. Asimismo es recomendable que la política también apoye la internacionalización de la industria eólica regional ya que es en los mercados emergentes donde se están abriendo las mayores oportunidades de desarrollo de parques eólicos.

8. Bibliografía

- ARANGUREN M.J., DE LA MAZA X., PARRILLI M.D. and WILSON J. (2009): *Asociaciones Clústeres de la CAPV: retos y beneficios*, San Sebastian: Instituto Vasco de Competitividad.
- ASHEIM B. and PARRILLI M.D., Eds. (2012): *Interactive learning for innovation: a key driver for clusters and innovation systems*, Palgrave-Macmillan.
- ASHEIM B. y COENEN L. (2006): «Contextualising regional innovation systems in a globalising learning economy: On knowledge bases and institutional networks», *The Journal of Technology Transfer*, Vol. 1 (1).
- ASOCIACIÓN EMPRESARIAL EÓLICA (2011): *Eólica '11*, Madrid: Asociación Empresarial Eólica.
- AYEE G., LOWE M., GEREFFI G. (2009): Wind Power: Generating electricity and Employment, Chapter 11, Manufacturing Climate Solutions Report, Duke University: Center on Globalization, Governance & Competitiveness.
- BATHELT H., MALMBERG A. y MASKELL P. (2004): «Clusters and knowledge: local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation», *Progress in Human Geography*, Vol. 28 (1), pp. 31-56.
- BECCATTINI G. (1990): «The Marshallian industrial district as a socio-economic notion», in PYKE F. y SENGENBERGER, *Industrial districts and interfirm cooperation*, OIT, Ginebra.
- BORUP M, ANDERSEN P.D., JACOBSSON S., MIDTTUN A. (2008): *Nordic Energy Innovation Systems*, NORDEN: Nordic Energy Research, November.
- BRUSCO S. (1982): «The Emilian model: productive decentralization and social integration», *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 6.
- COOKE P., HEIDENREICH M. and BRACZYCK H. Eds. (2004): *Regional innovation systems*, London: Routledge.
- COOKE P. (2001): Regional innovation systems, clusters and the knowledge economy, *Industrial and Corporate Change*, Vol. 10 (4).
- EUROPEAN WIND ENERGY ASSOCIATION, (2009): *Wind Energy: The Facts*, Bonn: European Wind Energy Association.
- EUROPRAXIS, (2011): *The offshore wind energy cluster prospects in the Basque Country*, Asociación Cluster de Energía, Bilbao.
- Gamesa (2011): *Corporate Presentation 2011*, mimeo, Zamudio: Gamesa.
- GEREFFI G., HUMPHREY J. and STURGEON T. (2005): *Review of International Political Economy*, Vol. 12 (1).
- GWEC (Global Wind Energy Council) (2012): *Global Wind Report. Annual market update 2011*. http://www.gwec.net/fileadmin/documents/NewsDocuments/Annual_report_2011_lowres.pdf
- HENDRY C., HARBORNE P. (2011): «Changing the view of wind power development: More than “bricolage”», *Research Policy*, 40: 778-789.
- HUMPHREY, J. and H. SCHMITZ (2004). «Chain governance and upgrading». In *Local enterprises in the global economy: governance and upgrading*, Schmitz, H., Cheltenham, Elgar, 349-381.
- IBERDROLA (2011): *Innovation Report 2009-2010*, Bilbao: Iberdrola.
- JENSEN M., JOHNSON B., LORENZ E. y LUNDEVALL B.A. (2007): «Forms of knowledge and modes of innovation», *Research Policy*, vol. 36, pp. 680-693.
- JOHNSON B. y LUNDEVALL B.A. (1994): «The learning economy», *Journal of Industry Studies*, Vol. 1, pp. 23-42.
- LEMA R., BERGER A., SCHMITZ H., SONG H. (2011): *Competition and Cooperation between Europe and China in the Wind Power Sector*, IDS Working Paper, 377, Brighton: Institute of Development Studies.
- LEWIS J. (2007): *A comparison of Wind power industry development strategies in Spain, India and China*, Center for Resource Solutions, San Francisco, mimeo.
- LUNDEVALL B.A. Ed. (1992): *National systems of innovation*, Pinter, London.
- MAKE CONSULTING (2010): *Wind Energy*, Mimeo, Gamesa, Bilbao.
- ORKESTRA (2011): *Tercer Informe de Competitividad*, San Sebastian.
- ORKESTRA (2009): *Segundo Informe de Competitividad*, San Sebastian.
- PARRILLI M.D., ARANGUREN M.J. and LARREA M. (2010): «The role of interactive learning to close the innovation gap in SME-based economies», *European Planning Studies*, Vol. 18 (3).
- PARRILLI M.D. and ELOLA A. (2011): «The strength of science and technology drivers for SME innovation», *Small Business Economics*, 15 march - online.

- PEDERSEN T., (2009): *Vestas Wind Systems A/S: Exploiting Global R&D Synergies*, SMG Working Paper, 5, Copenhagen: Copenhagen Business School.
- PIETROBELLI C. and R. RABELLOTTI Eds. (2007): *Upgrading to Compete: SMEs, Clusters and Value Chains in Latin America*, Cambridge Mass.: Harvard University Press.
- PORTER M. (1990): *The competitive advantage of Nations*, Free Press, New York.
- PORTER M. (1998): *On competition*, Harvard Business School, Boston.
- REN21 (2011): *Renewables 2011 Global Status Report*, Paris: REN21 Secretariat.
- SCHMITZ H. (1995): «Collective efficiency: growth path for small-scale industry», *Journal of Development Studies*, Vol. 31(4).
- SCHMITZ H. Ed. (2004): *Local Enterprises in the Global Economy: Issues of Governance and Upgrading*, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar.
- WORLD WIND ENERGY ASSOCIATION, (2011), *World Wind Energy Report 2010*, Bonn: World Wind Energy.
- WUSTENHAGEN, R. (2003): «Sustainability and competitiveness in the renewable energy sector: The case of Vestas Wind Systems», *Greener Management International, Special Issue on sustainability Performance and Business Competitiveness*.

9. Anexo I: Tabla de políticas

	<i>Proyectos estratégicos país</i>	<i>Proyectos investigación estratégica</i>	<i>Proyectos desarrollo experimental</i>	<i>Innovación procesos</i>	<i>Innovación producto / servicios</i>	<i>Innovación mercado / organización</i>	<i>Proyectos de capacitación</i>	<i>Ahorro y eficiencia energética</i>	<i>Identificación de actuaciones conjuntas</i>	<i>Implantación de proyectos conjuntos</i>
Iniciativa Lidera	X									
Etortek		X								
Etorgai			X							
+Innova Itinerarios				X	X	X	X			
Compite iniciativas empresas										X
Compite Agentes Intermedios									X	X
Modernización equipamiento productivo-MEP				X						
Renove máquina herramienta				X						
GAITEK 2011					X					
ALDATU						X				
Auditorías energéticas en industrias								X		
Inversión en eficiencia energética. en cogeneración								X		
Inversiones en eficiencia energética en empresas e industrias								X		
Renovación de flotas de transporte								X		
Ecodiseño					X					

10. Anexo II: Listado de entrevistados

<i>Empresa</i>	<i>Responsable</i>	<i>Cargo</i>
Gamesa	Maite Bermejo	Directora de Negocios
Gamesa	José Ignacio Larretxi	Director de Excelencia del Negocio
Iberdrola	Antonio Navarro	Director de Tecnología del Negocio de Renovables
Ingeteam	Eduardo Giménez	Director de Marketing
Ormazabal	Roberto Fernandez	Director de Mercado
Glual Hidráulica	Angel Gereta	Responsable de la Unidad de Energías Renovables
TS Fundiciones	Jabier Aguirre	Director Adjunto
Hine	Alberto Frauca	Director de la División de Energía Eólica
Tecnalía	José Luis Villate	Gerente de Energía Marina
Ikerlan – IK4	Francisco Blanco	Director de tecnologías renovables
Asociación Clúster Energía	Juan José Alonso	Gerente General
Ente Vasco de Energía	Javier Marques	Director de Energías Renovables

11. Opiniones destacadas

La energía eólica en el marco de la Estrategia Energética de Euskadi al 2020 (3E-2020) y de Desarrollo Tecnológico e Industrial (EnergiBasque)

Javier MARQUÉS
Ente Vasco de la Energía (EVE)

Las Líneas de Actuación de la Estrategia Energética de Euskadi 2020 (3E 2020) se orientan desde tres ámbitos o áreas diferentes: Sectores Consumidores, Mercados y Suministro Energético, y Desarrollo Tecnológico e Industrial.

- En el área de Sectores Consumidores, las líneas están orientadas al desarrollo de actuaciones dirigidas a la modificación de la demanda de energía, bien por la reducción de los niveles de consumo, por la utilización de energías alternativas de suministro energético, o finalmente, por la gestión de la demanda para optimizar el sistema energético.
- En el área de Mercados y Suministro Energético, las líneas están enfocadas a la mejora de la oferta energética en términos de seguridad y calidad del suministro, competitividad de costes y sostenibilidad.
- Finalmente, la última gran área de actuación es el Desarrollo Tecnológico e Industrial. Esta área (denominada EnergiBasque, por analogía con las iniciativas estratégicas sectoriales BioBasque y NanoBasque) tiene como objetivo aprovechar los grandes retos energéticos y medioambientales como una gran oportunidad de crecimiento para los sectores empresariales vascos, a través del desarrollo tecnológico, la cooperación inter-empresarial y la identificación de nuevas oportunidades de negocio.

La 3E 2020 se plantea incrementar la participación de las energías renovables en un 87 % para alcanzar en el año 2020 las 905.000 toneladas equivalentes de petróleo (tep), lo que significaría una cuota de renovables en el consumo final del 14%.

El desarrollo de la energía eólica es imprescindible para alcanzar el objetivo anterior, en línea con los objetivos europeos. A pesar que el sector eólico tiene un importante peso industrial, con unas 100 empresas vascas (fabricantes de aerogeneradores y componentes, empresas de servicios, centros tecnológicos, etc.), la capacidad instalada es de 154 MW, estando Euskadi por detrás de otras Comunidades Autónomas en lo que respecta a este indicador. Se ha identificado el sector eólico como clave de desarrollo por las nuevas oportunidades que seguirán surgiendo: eólica marina, repotenciación de parques existentes, aerogeneradores de pequeño tamaño en entorno urbano, desarrollo de nuevos mercados, etc.

Así se ha planteado como objetivo al 2020 incorporar 630 MW en eólica (terrestre y marina). A más largo plazo, la energía eólica marina puede presentar un potencial energético complementario aprovechable si se superan las barreras existentes debidas principalmente a las características de nuestras costas. Hay que tener en cuenta que las empresas vascas tienen capacidad para liderar nuevos desarrollos en este campo, de ahí la importancia de apoyar la I+D+i de las empresas y de disponer de un área de experimentación en la costa vasca de manera similar al proyecto existente para la energía de las olas (la plataforma «bimep»). Se han identificado ya algunas posibles zonas de desarrollo eólico marino con ci-

mentaciones flotantes en fondos de entre 45 y 80 m. Sin embargo, el grado de desarrollo actual de la tecnología no permite el aprovechamiento de este recurso con criterios técnico-económicos, por lo que se ha previsto solamente una instalación piloto antes del 2020 en aguas profundas.

El momento de cambio que vive el sector y su fuerte presencia en Euskadi son el motivo por el que se ha decidido dotar de entidad propia a una estrategia específica de desarrollo tecnológico e industrial (EnergiBasque) dentro de la 3E2020. La estrategia persigue apoyar la consolidación de una red competitiva de empresas y agentes científico-tecnológicos dentro del sector energía, que contribuya a la sostenibilidad de la economía vasca y se erija en fuente de riqueza, empleo y calidad de vida para Euskadi durante las próximas décadas.

Esta misión se complementa con una visión ambiciosa: «Conseguir que Euskadi se convierta en polo de conocimiento y referencia de desarrollo industrial en el sector de energía a nivel mundial», que se estructura en torno a tres objetivos globales (OG):

- OG1. Consolidar las empresas tractoras vascas como referentes tecnológicos en sus respectivas áreas energéticas, generando un efecto de tracción a lo largo de toda la cadena de valor, centrado en productos de alto valor añadido.
- OG2. Desarrollar actividades empresariales en nuevos ámbitos energéticos emergentes, en los que el tejido industrial y los agentes científico-tecnológicos cuenten ya con una base tecnológica que suponga una buena posición de partida.
- OG3. A partir de las inversiones realizadas en la 3E2020, generar nuevas oportunidades y mercados en energía que puedan ser aprovechados por el tejido empresarial vasco.

Se trata de objetivos complementarios que facilitan el aprovechamiento de las fortalezas de Euskadi, como la existencia de empresas tractoras de talla mundial, el esfuerzo científico-tecnológico realizado en ámbitos emergentes o las propias particularidades de la Estrategia 3E2020.

Se han seleccionado un grupo de ocho áreas prioritarias en las que centrar el esfuerzo de las actuaciones que permitan cumplir con los objetivos globales. La selección de las áreas se ha llevado a cabo a partir de un proceso con tres etapas:

- El análisis global se ha basado en criterios de atractivo de mercado como tamaño, crecimiento esperado o facilidad de entrada en el segmento, contrastados frente a la existencia de capacidades en Euskadi en términos de cobertura de la cadena de valor y posicionamiento tecnológico.
- Adicionalmente, se ha incluido el almacenamiento de energía dado su carácter estratégico y transversal en el desarrollo del resto de áreas (integración de renovables, redes inteligentes, electrificación del transporte). Se trata además de un ámbito por el que Euskadi ha llevado a cabo una apuesta estratégica mediante la dedicación a este ámbito del CIC energiGUNE.
- Finalmente, las sinergias con otras iniciativas y actuaciones de la 3E2020 han permitido completar la selección con las áreas de gestión de servicios energéticos (vinculada al mundo de la eficiencia) y la exploración de gas no convencional.

La energía eólica ha sido una de las áreas estratégicas seleccionadas junto con las siguientes: redes inteligentes o smart grids, la energía solar termoeléctrica, la energía marina, la electrificación del transporte, el almacenamiento de energía, la gestión de servicios energéticos y el gas no convencional o shale gas.

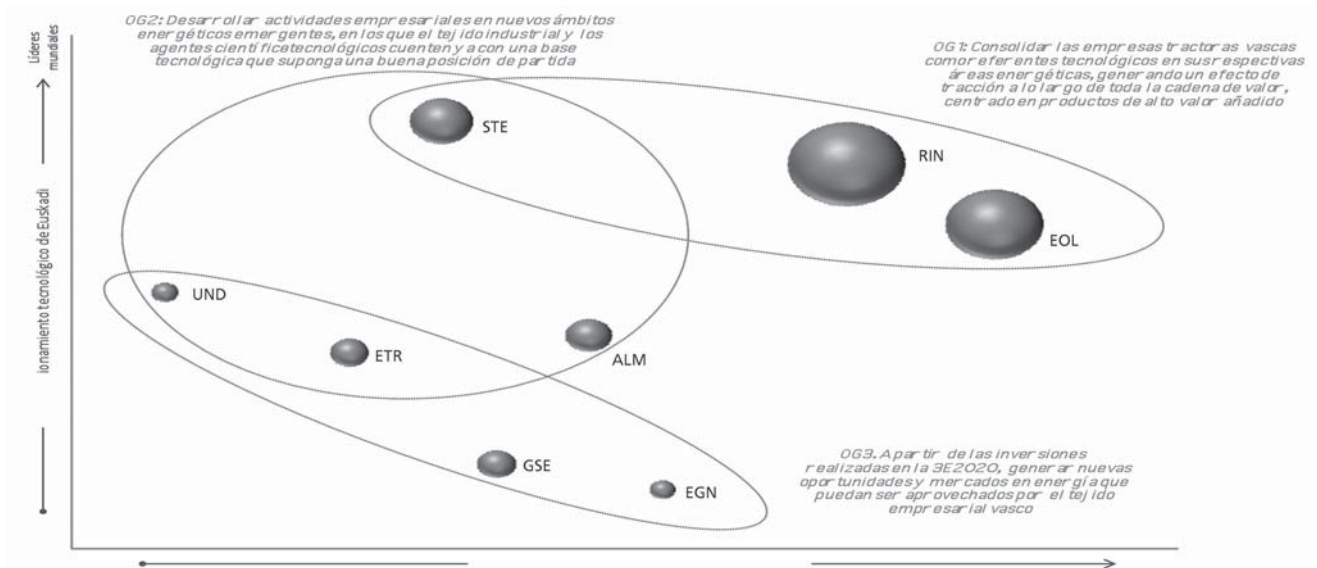
La selección de cada área estratégica suele estar vinculada como mínimo a uno de los objetivos globales definidos en EnergiBasque.

Las áreas energéticas seleccionadas tienen en su mayoría como marco común la energía eléctrica y los bienes de equipo, con el almacenamiento como tecnología facilitadora.

En cualquier caso, cabe mencionar que aunque las áreas prioritarias constituyen el núcleo de la estrategia, en el enfoque global se seguirá apoyando el desarrollo de proyectos excelentes de áreas no seleccionadas.

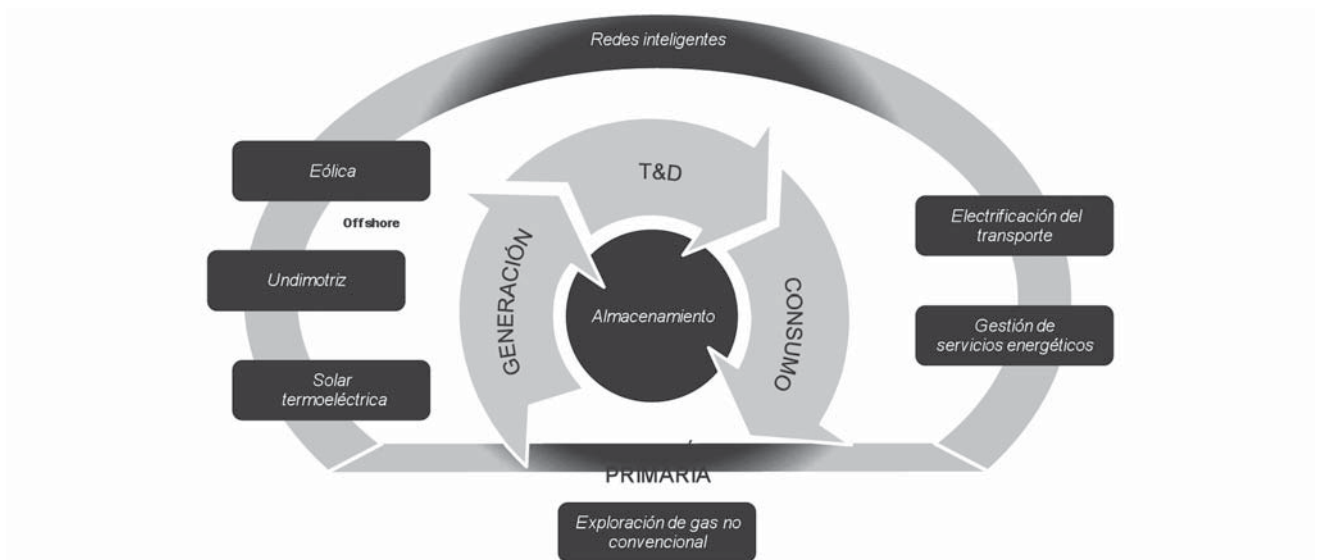
La estrategia general se desglosa en misiones específicas para cada una de las áreas estratégicas que tienen en cuenta la realidad particular de cada una de ellas en Euskadi que en el caso de la eólica es

Figura 1. Áreas estratégicas de EnergiBasque



Nota: RIN: Redes Inteligentes; EOL: energía eólica; ALM: almacenamiento de energía; ETR: electrificación del transporte; STE: energía solar-termoeléctrica; EGN: Energía de gas no convencional; GSE: gestión de servicios eléctricos; UND: energía marina.

Figura 2. Áreas estratégicas de EnergiBasque



«Apoyar a las empresas líderes en el desarrollo de una oferta competitiva adaptada al **incremento de potencia** de los aerogeneradores y al desarrollo del segmento **offshore**, provocando un efecto tractor a lo largo del resto de la cadena de valor».

El comienzo de la expansión de los desarrollos eólicos en nuestro país se inicia a mediados de la década de los noventa con la implantación de aerogeneradores con una potencia unitaria (entre 0,5 y 1 MW) que hoy en día puede considerarse limitada en comparación con los desarrollos actuales, pero que resultaba muy significativa en aquellos momentos.

Una década después aparecen las máquinas denominadas multimegavatio (del orden de 2 MW) que suponen un salto significativo en la reducción del impacto visual de los parques eólicos.

Desde el comienzo de la expansión eólica hasta el año 2008 el mercado de aerogeneradores se ha caracterizado por su elevada demanda y menor oferta. En la mayoría de los países desarrollados los poderes públicos han establecido una serie de ayudas, en ocasiones generosas, con primas a la producción de origen renovable. La conjunción de estos aspectos, mercado de demanda y apoyo público amplio, ha determinado una situación en la que la competitividad no ha representado uno de los principales objetivos de las empresas.

Es a partir del año 2008, momento en el que se manifiesta la actual crisis económica, cuando se produce una retracción de la demanda y con una oferta en línea creciente como consecuencia de que las empresas habían estado preparándose para atender a unas expectativas de crecimiento muy superiores a las que realmente se están produciendo.

Este es el escenario en el que nos encontramos en la actualidad.

En esta situación resulta fundamental identificar el producto que va a ser demandado en el futuro próximo y en el de medio plazo y, dada la divergencia que se espera entre la demanda y la potencial oferta, uno de los aspectos más importantes de las empresas, incluidas aquellas que participan en la cadena de suministro, va a ser su competitividad. Competitividad en términos de producto y en términos de costes propios de producción.

El resultado deberá materializarse en la consecución de una reducción significativa de los costes de generación eléctrica de origen eólico, aspecto imprescindible para el crecimiento sostenido de este mercado de fabricación, montaje, puesta en marcha y explotación de las instalaciones eólicas, dentro de los amplios mercados eléctricos de los diferentes países.

El estudio que se presenta pretende analizar en detalle la cadena de valor de la industria eólica, identificando los márgenes de mejora en la inserción de las empresas vascas en la cadena global y estudiar la forma más o menos competitiva de integración de un conjunto de empresas locales en los mercados globales.

Considero muy importante este tipo de iniciativas que nos llevan a reflexionar sobre la situación de nuestra industria más próxima de manera que vaya adaptándose a los nuevos tiempos que se nos avecinan y se sitúe en una posición competitiva que les permita estar en la vanguardia empresarial.

En la posición en la que ha estado, está y debe estar nuestra industria.

Los retos de la eólica marina

Jose Luis VILLATE
Director del área de Energías Marinas de TECNALIA

Germán PÉREZ
Responsable de eólica marina de TECNALIA

Introducción

El sector de la energía eólica marina está experimentando un gran desarrollo impulsado principalmente por países del norte de Europa, entre los que destaca el Reino Unido, junto con Alemania y Dinamarca, a las que se ha unido Francia recientemente. La apuesta decidida de estos gobiernos en forma de fuertes inversiones y tarifas atractivas, está atrayendo a los principales actores de toda la cadena de valor a estos países. Grandes empresas españolas como IBERDROLA, GAMESA, ACCIONA o REPSOL no son ajenas a las oportunidades que presenta esta tecnología en despliegue y están apostando por la eólica marina.

Situación de la eólica marina

Según datos de la EWEA (European Wind Energy Association) durante el año 2011 se instalaron 866MW de eólica marina en Europa, para totalizar 3,81GW. En concreto, se han instalado y conectado a red 235 aerogeneradores, lo que ha supuesto una inversión de unos 2400M€. Estas cifras dan idea de la importancia de la energía eólica instalada mar adentro, más aún cuando este desarrollo se está produciendo en una coyuntura de crisis financiera. Países como Reino Unido, que suma prácticamente el 50% de la eólica marina instalada en Europa, Dinamarca, Alemania, Bélgica, Suecia o Francia están apostando por esta tecnología para cumplir con los objetivos marcados por la UE para 2020. Fuera de Europa, China ya tiene instalado su primer parque eólico marino, y países como EEUU o Corea están dando los primeros pasos en este sector. Además, el accidente de la central nuclear de Fukushima, ha provocado que gobiernos como el de Japón y Alemania anuncien el cierre de las centrales nucleares y promuevan mayores inversiones en renovables, siendo la eólica marina la que más potencial presenta en estos momentos. En el caso de Alemania se está traduciendo en una confirmación de su apuesta de los últimos años, mientras que Japón ha anunciado inversiones para el desarrollo de tecnología eólica marina flotante, precisamente en el entorno de Fukushima.

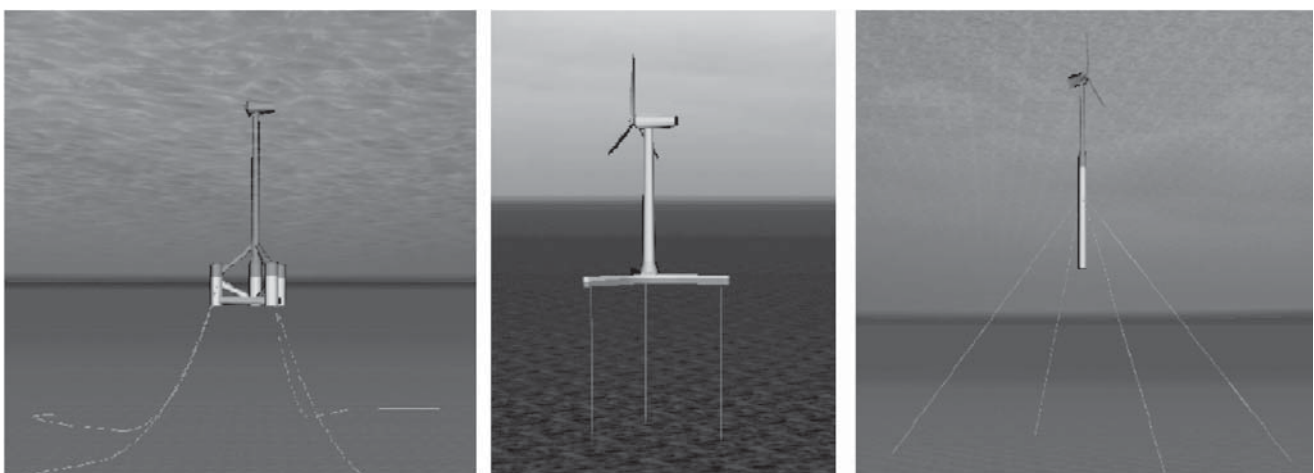
El caso de Reino Unido responde a una estrategia de país que apuesta clara y decididamente por la eólica marina para cumplir con sus objetivos de reducción de emisiones. Se han desarrollado varios concursos o «rondas» para adjudicar el desarrollo de parques eólicos marinos (más de 40GW en tres fases) de forma ordenada. Pero la apuesta británica no se queda en el reparto de las zonas, sino que pasa por el apoyo a todos los sectores involucrados en la cadena de valor, atrayendo a las grandes compañías hacia su territorio: GE, Mitsubishi, Siemens y GAMESA han anunciado unas inversiones de más de 450M€ en el sector offshore en este país. GAMESA ha decidido implantar en Reino Unido su división de energía eólica marina, lo que supone unas inversiones de 150M€ y una creación de 1000 puestos de trabajo directos y otros 800 entre sus proveedores. Repsol ha comprado la compañía SeaEnergy Renewables para entrar en el mercado Británico, e Iberdrola también se ha adjudicado concursos tanto en Reino Unido, como en Francia, que recientemente ha asignado un concurso para el desarrollo de 3GW en varias zonas.

En nuestro país, el desarrollo de la eólica marina ha chocado con dos grandes dificultades. Por un lado, la falta de una regulación clara y una legislación que dilata mucho en el tiempo la obtención de permisos para su instalación. No es de extrañar que las empresas españolas interesadas en este sector estén volviendo su mirada y sus inversiones hacia el norte de Europa. A esto hay que añadir la progresiva reducción de las estimaciones para la eólica marina en España: en poco más de un año se ha pasado de una previsión de 3GW instalados en 2020, a la última revisión del PER2011-2020 en la que la cifra se reduce a 750MW.

El segundo obstáculo viene de las características geográficas de nuestra costa. La tecnología utilizada hasta la fecha en todos los parques eólicos marinos es la misma que la que estamos acostumbrados a ver en tierra: aerogeneradores tripala adaptados para funcionar en el medio marino, básicamente para evitar la corrosión. Las máquinas están cimentadas sobre el fondo, utilizando diferentes tipos de estructuras soporte en función del tipo de éste y de la profundidad: estructuras de gravedad (gravity base), monopilotes «clavados» en el fondo, trípodes de acero o estructuras tipo jacket apoyadas sobre el fondo. El límite de utilización de esta tecnología ronda los 45m de profundidad, siendo muy cara en profundidades superiores. La amplia plataforma continental del norte de Europa, con profundidades inferiores a 35m hasta varios kilómetros mar adentro, hace posible que se puedan construir parques eólicos marinos a grandes distancias de la costa, donde el impacto visual es prácticamente nulo. No es éste sin embargo el caso del País Vasco, donde a una distancia de apenas 2km de la costa nos encontramos con profundidades de 50m o superiores, que hacen inviable económicamente la instalación de aerogeneradores cimentados sobre el fondo. En España pocas zonas (delta del Ebro y Andalucía principalmente) son aptas para el despliegue de la tecnología fija.

Dadas las cifras de inversiones y la previsión de potencia instalada en la próxima década, se puede considerar la tecnología fija como una realidad más que como un desarrollo de futuro, aunque a buen seguro las cimentaciones y las turbinas seguirán evolucionando hacia desarrollos específicos para offshore. Sin embargo, a medida que la tecnología trata de adentrarse hacia zonas más profundas y alejadas de la costa, los costes de las cimentaciones hacen inviable la tecnología fija. ¿Es posible el despliegue de la eólica marina en zonas sin apenas plataforma continental pero con un buen recurso eólico? En estos casos se habla de soluciones flotantes: el aerogenerador descansa sobre una estructura fondeada que le proporciona la flotabilidad necesaria. Esta tecnología permitiría instalarlos lejos de la costa, reduciendo así su impacto visual. Aunque hay varios desarrollos en marcha, actualmente sólo hay dos prototipos flotantes instalados en el mundo: uno de ellos desarrollado por la empresa Noruega Statoil, denominado Hywind, que consiste en un aerogenerador de SIEMENS de 2,3MW fondeado en una profundidad de unos 220m y a 12km de la costa, en Noruega. Este prototipo lleva instalado y funcionando más de dos años, con resultados prometedores. El otro prototipo es el WindFloat, de la empresa Principle Power, que junto con EDP ha fabricado e instalado un dispositivo en Portugal. El aerogenerador es de VESTAS y tiene 2MW de potencia.

Tipos de cimentaciones flotantes: semisumergible, TLP, spar (de izquierda a derecha)



Las grandes empresas españolas también están presentes en esta fase incipiente de desarrollo de la tecnología flotante apoyada por las administraciones. Así, la administración Española lleva varios años financiando a través del programa CENIT proyectos liderados por ACCIONA (EOLIA), Iberdrola Ingeniería y Construcción (OCEANLIDER) y GAMESA (AZIMUT), todos ellos orientados a desarrollar diferentes aspectos de la eólica offshore, su conexión a red o su combinación con otros sistemas de captación de energía marina. A través del programa INNPACTO se financian proyectos como el EMERGE, liderado por

Iberdrola Renovables y cuyo objetivo es el desarrollo de eólica flotante, o como WETSITE y FLOAT SOLUTIONS, que también desarrollan diferentes aspectos alrededor de esta tecnología. En el País Vasco, dentro del Programa ETORGAI, GAMESA lidera un proyecto para el desarrollo de soluciones flotantes (FLOTTEK), en el que también participa, entre otras empresas, Iberdrola Ingeniería y Construcción. En el ámbito Europeo, dentro del VII Programa Marco cabe destacar los proyectos MARINA y HiPRwind. El primero, liderado por ACCIONA, busca el desarrollo de soluciones que combinen eólica y otras formas de energía marina. El segundo, liderado por el instituto de eólica de Fraunhofer pero con una importante presencia española (ACCIONA, IDESA, VICINAY y TECNALIA) tiene como principal objetivo el desarrollo de un demostrador de eólica offshore flotante, que se fabricará e instalará en la costa Cantábrica. En este caso, además de contar con la participación de dos empresas vascas, el proyecto se probará durante dos años en la costa de Bizkaia, gracias al apoyo proporcionado por el EVE y a la apuesta clara por esta tecnología de la administración vasca a todos los niveles. En todos estos proyectos participa, entre otros centros y Universidades, TECNALIA, primera entidad privada de I+D+i de España y quinta de Europa.

Dado el estado incipiente de esta tecnología y sus perspectivas de crecimiento, este sector supone una gran oportunidad a medio plazo para la industria Vasca. Y no sólo para las grandes compañías que lideran los proyectos de desarrollo, sino para todas las empresas que llevan muchos años relacionadas con el sector eólico en tierra y están sobradamente posicionadas a nivel mundial. Mención especial merecen los astilleros, pieza clave en la cadena de suministro y en el desarrollo de la eólica offshore, tanto cimentada como flotante. No sólo será necesario fabricar barcos de instalación, remolque y mantenimiento, sino también pueden suponer un eslabón fundamental en la construcción de las estructuras flotantes. En todos estos sectores, el País Vasco dispone de empresas que pueden representar un importante papel en el despliegue de esta tecnología. Muestra de ello es el catálogo de empresas desarrollado por el EVE, el Cluster de la Energía y el Foro Marítimo Vasco en el que se identifican 80 compañías con capacidad e interés en participar en el desarrollo de la eólica marina.

Para lograr una posición relevante en el campo de la eólica offshore a nivel de país, es necesario que todos los agentes implicados, administraciones, empresas, centros tecnológicos, universidad... aúnen esfuerzos. No sólo se trata de desarrollar tecnología para cumplir con los objetivos marcados por la administración, sino de exportar esa tecnología a otros mercados. Para ello, y por parte de la administración, además de apoyar la investigación como ya se está haciendo mediante los programas de ayudas públicas, es necesario clarificar y simplificar el marco regulatorio. Y no sólo desde el punto de vista del desarrollo de parques eólicos, sino también de zonas de pruebas donde validar los prototipos en cuyo desarrollo se está trabajando. En este sentido, la promoción de la zona de pruebas *bimep* por parte del EVE, supondrá un impulso muy importante, tanto para desarrollo de tecnología como para atraer tecnólogos de todo el mundo que se apoyarán en la industria vasca para materializar y validar sus prototipos.

Los retos derivados de la incertidumbre regulatoria

Alberto FRAUCA
Director de la División Eólica. Grupo HINE

La falta de apoyo público a la generación de los parques eólicos constituye unos de los principales problemas que está encarando la industria a nivel internacional.

Por un lado, la política en energía renovable de los Estados Unidos ha apoyado el desarrollo del sector a través de distintas políticas de innovación desde 1997. Desde las medidas promulgadas como el «Renewable Portfolio Standards (RPS)» o el «Public Benefit Funds (PBF)», las distintas políticas federales han contribuido al desarrollo de las energías renovables⁵. Recientemente se ha dejado de apoyar la medida «Production Tax Credit» dirigida a apoyar a la energía eólica y otras energías renovables. Estos incentivos se fijaron inicialmente en 1,5 céntimos por kWh., pero al estar indexados a la inflación han llegado a suponer en 2004 hasta 1,8 céntimos el kWh. Al cesar estos apoyos, la industria en Estados Unidos se ha estancado.

En segundo lugar, India ha mantenido una serie de incentivos fiscales y tributarios, entre los que se destacan la Depreciación Acelerada (AD, sus siglas en inglés), donde las empresas pueden beneficiarse de una depreciación acelerada del 80% (antes era del 100%), muchas empresas pertenecientes a otros sectores decidieron animarse a adentrarse en el sector eólico. El único inconveniente de ello, era que su objetivo no era la producción de energía⁶.

Este incentivo ha sido completamente eliminado y ha supuesto para los productores internacionales como Hine una ralentización de su mercado, aunque la proyección a 6-8 meses es que éste se vuelva a activar.

En China, las barreras para el desarrollo del sector parecen provenir del hecho de que las actuales infraestructuras del país no están suficientemente preparadas para absorber las inversiones en parques eólicos, ya que existen problemas de eficiencia con las conexiones a la red. Además los *utilities* han parado el mercado, ya que los fabricantes no están siendo pagados por sus servicios y éstos a su vez no pagan a sus proveedores. Sin embargo, aunque la situación actual no es muy prometedora, se espera que el mercado se vaya activando aunque muy lentamente.

La renovación y el apoyo a estas políticas provenientes de distintos gobiernos no está clara y la incertidumbre es máxima. Las consecuencias han sido diversas. Por un lado, la falta de demanda más o menos estable ha provocado que los fabricantes hayan pasado de un modelo de fabricación en serie a otro modelo de fabricación por proyectos. Por otro lado, las pequeñas empresas internacionales como Hine, que han realizado fuertes inversiones en esos países sufren ante la incertidumbre que existe, la falta de programación y la alta exigencia en precios, no facilitando obtener los retornos esperados de su inversión.

A pesar de la evidente ralentización de los mercados globales en energía eólica, existe una oportunidad para los proveedores internacionales de posicionarse en costes en nuevos nichos de mercado, en los que la experiencia y carácter global constituyen un elemento de ventaja.

⁵ Eric MARTINOT, Ryan WISER, and Jan HAMRIN. *Renewable energy policies and markets in the United States*. [Disponible en http://martinot.info/Martinot_et_al_CRS.pdf

⁶ Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Nueva Delhi, India, ICEX (2011). El mercado de la energía eólica en India.

The importance of power electronics in the wind energy value chain

Arnaldo GALBIATI
Fundador de Solaris-Photonics

In this brief paragraph we present some challenges, recommendations and some technical background, regarding ways to improve the competitiveness of Basque enterprises involved in the Wind Energy sector and its synergy with the related key strategic Basque industry sectors like the Power Electronics industry.

Fig. 1. Main elements of a Wind Energy Conversion System

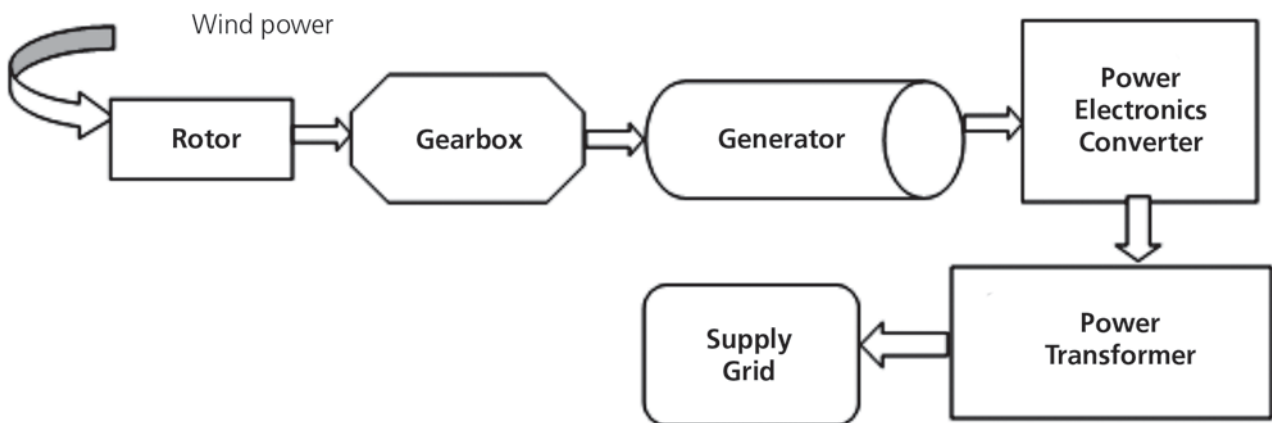
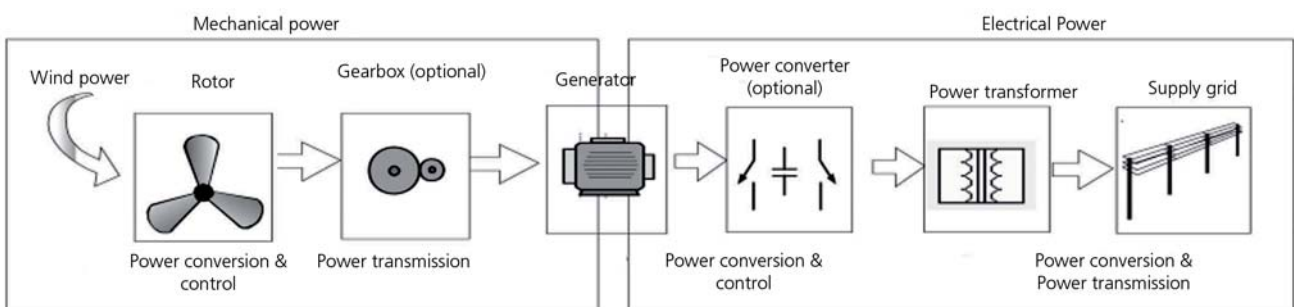


Fig. 2



Fuente: Elaboración propia en base a Asociación Clúster de Energía y EuroPraxis, 2011.

The components of Wind Energy Conversion Systems are illustrated in Fig.1 and Fig.2.

Basque companies are present in practically every point of the Wind Energy Conversion System value chain.

The main components of a wind turbine system are illustrated in Fig. 1. They include a turbine rotor, a gearbox, a generator, a power electronic converter, and a power electronic transformer for grid connection.

Wind turbines capture the power from wind by means of turbine blades and convert it to mechanical power. The gearbox adapts the low speed of the turbine rotor to the high speed of the generator.

The generator converts the mechanical power into electrical power, which being fed into a grid through power electronic converters, and a power electronic transformer.

The two most common types of generators used in wind turbines are induction generators and synchronous generators.

The use of a synchronous generator leads to the requirement for a full rated power electronic conversion system to decouple the generator from the network.

While most of the turbines are nowadays connected to the medium-voltage system, large offshore wind farms may be connected to the high-voltage and extra high-voltage systems thus requiring power electronic transformers located close to the wind turbines to avoid high current flowing in long low-voltage cables.

Power electronics is an essential part of the Wind Energy Conversion Systems. It gives the ease for integrating the variable speed wind system units to achieve high efficiency and performance when connected to the Grid. Also, for Fixed speed Wind Energy Conversion Systems, where the system is directly connected to the grid, power electronics switches (such as thyristor) are used as «soft-starters». Power electronics converters are used for matching the characteristics of wind energy generator to grid connection requirements, such as frequency, voltage, control of active and reactive power and harmonics, etc. [Ref.: Shukla *et al.*, «Power electronics applications in wind energy conversion system: A review «Power, International Conference on Control and Embedded Systems (ICPCES), 2010, Digital Object Identifier : 10.1109/ICPCES.2010.5698663]

Power Electronics is a strategic industry in the Basque Economy, especially in the energy sector given its connection with the development of the Basque wind energy industry (e.g.: Iberdrola, Gamesa), of vertical transportation (e.g. Orona), of the electric vehicle (e.g.:, Mondragon group, IBIL), of train and naval transportation technology (e.g.: CAF, SENER) and in Energy transmission applications («Smart Grids/ Smart City» projects, see figure 4).

High Voltage Power Electronics Market (Power Modules for Renewable Energy, Transportation and Energy Transmission Applications)



In general, power electronics is connected with the conversion of electricity in order to power other equipment, with the transportation of energy and with the control of electrical machines to process energy with the maximum possible efficiency (see Fig.4).

As mentioned before, power electronics is a key technology sector in the Basque economy, with a great number of companies involved in the development of its specialized products, and as a consequence, creating thousands of jobs and generating a high income for the Basque Country.

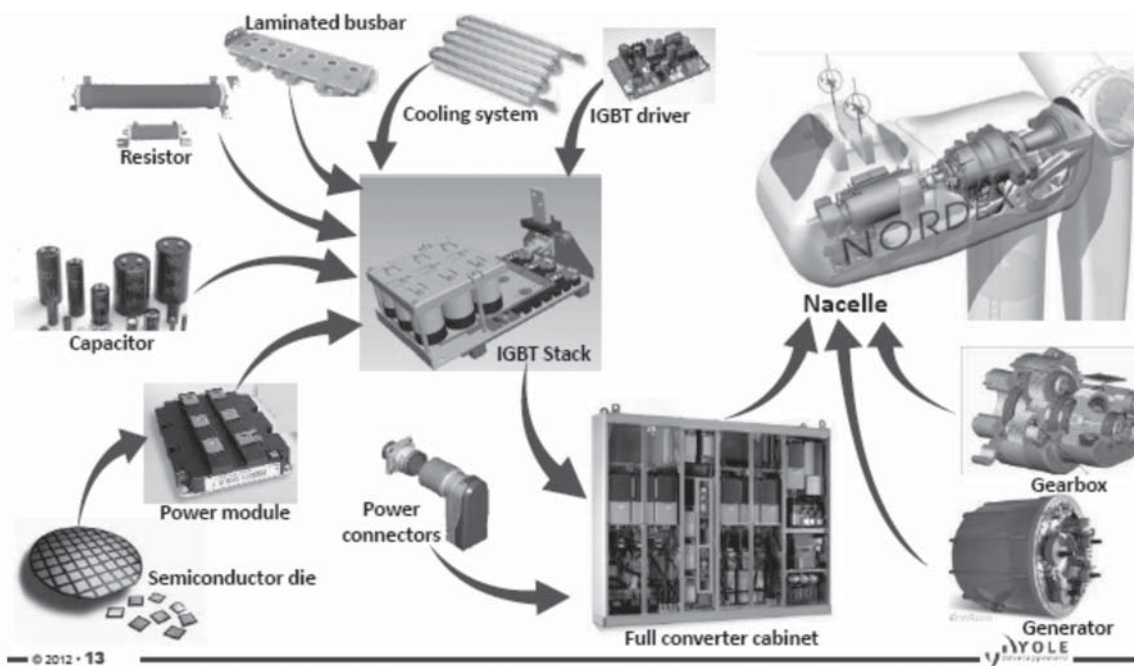
Many of these companies, thanks to their extended knowledge and experience in the field, are able to compete internationally with their products, exporting and commercializing high technology of worldwide recognized value.

In the Basque Country there are companies like: Gamesa, Ormazabal, Ingeteam, Orona, Trainelec and CAF, which collaborate for technology development with technology centres like IK4 and Tecnalia, or with Mondragon University at research level. Moreover the Engineering School of Mondragon University offers the unique advanced Master in Energy and Power Electronics, creating every year many experts in this field [Ref.: <http://www.euskadinova.net/es/innovacion-tecnologica/noticias/electronica-potencia-industria-referente-euskadi/7706.aspx>].

Power electronics has changed rapidly during the last 30 years and the number of applications has been increasing, mainly due to the developments of the semiconductor devices and the microprocessor

technology. For both cases, the performance is steadily increasing, and at the same time, the price of devices is continuously falling. In order to improve reliability and reduce cost, the number of components is going down by a higher level of integration. The power electronic device technology is still undergoing important progress, including some key self-commutated devices, such as insulated gate bipolar transistor (IGBT), MOSFET, integrated gate commutated thyristor (IGCT), MOS-gate thyristors, silicon carbide FETs and diamond power diodes/transistors. The breakdown voltage and/or current carrying capability of the components are also continuously increasing. Important research is going on to change the material from silicon to silicon carbide and diamond. This may dramatically increase the power density of the power converters. Power electronic converters are constructed by semiconductor devices, driving, protection, and control circuits to perform voltage magnitude and frequency conversion and control [Ref.: Chen *et al.*, «A Review of the State of the Art of Power Electronics for Wind Turbines», IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, VOL. 24, NO. 8, AUGUST 2009].

Fig. 3. Key Electronics Components in a Wind Turbine



Source: YOLE.

As Basque companies are present practically at every point of the Wind Energy Conversion System value chain (As illustrated in the Table Fuente: Elaboración propia en base a Asociación Clúster de Energía y EuroPraxis, 2011.), there are many possible key elements that can be improved to better compete in international markets.

For example in the key element of the «Rotor» in Wind Energy Conversion System (Fig. 1), there are companies like Iberdrola, Gamesa, SKF, Sener, TS Fundiciones involved in the whole value chain from the design to the actual manufacturing of the «Rotor» elements. Improvements can be made in designing more aerodynamic as well as alternative «Rotors» spinning on the vertical axis, rotor materials can also be made lighter with the use of advanced alloying already employed in the aeronautical engineering field, or by employing carbon fibre materials and advanced materials for sailing (that can also be transparent. Moreover the rotor should be able to move according to the wind direction in order to optimize its efficiency, at present the large Wind Towers are unable to fulfill this requirement, while smaller «Rotors» are normally equipped with a «wing» that allows for real-time wind direction orientation as in the case of the small wind turbines for boats or houses; this requirement is actually not necessary in «vertical» axis systems since their aerodynamic design allows for the same highest efficiency regardless of the wind direction.

Regarding this last point, it would be highly advantageous to develop small scale Wind Energy systems as well without focusing only on the large Energy Tower projects; small wind energy systems for houses, and buildings can be fabricated in the Basque country, and could be sold as electro-domestic appliances through large distribution channels like Fagor and Eroski in domestic and international markets.

In the area of the «Generator» in the Wind Energy Conversion Systems (Fig. 1) improvements can be made by using the more efficient Permanent Magnets in the «Generator» fabrication, employing advanced magnetic alloys that could be manufactured in the Basque foundries.

Recommendation 1: The Basque Country to become a world-leading region in the field of Renewable Energy, given its leadership in Wind Energy, and its capabilities in Power Electronics (a key strategic technology for energy conversion), in Mechanical components manufacturing and in advanced alloys and materials production capabilities.

Recommendation 2: To ensure the Basque Country remains at the forefront of innovative design and manufacture.

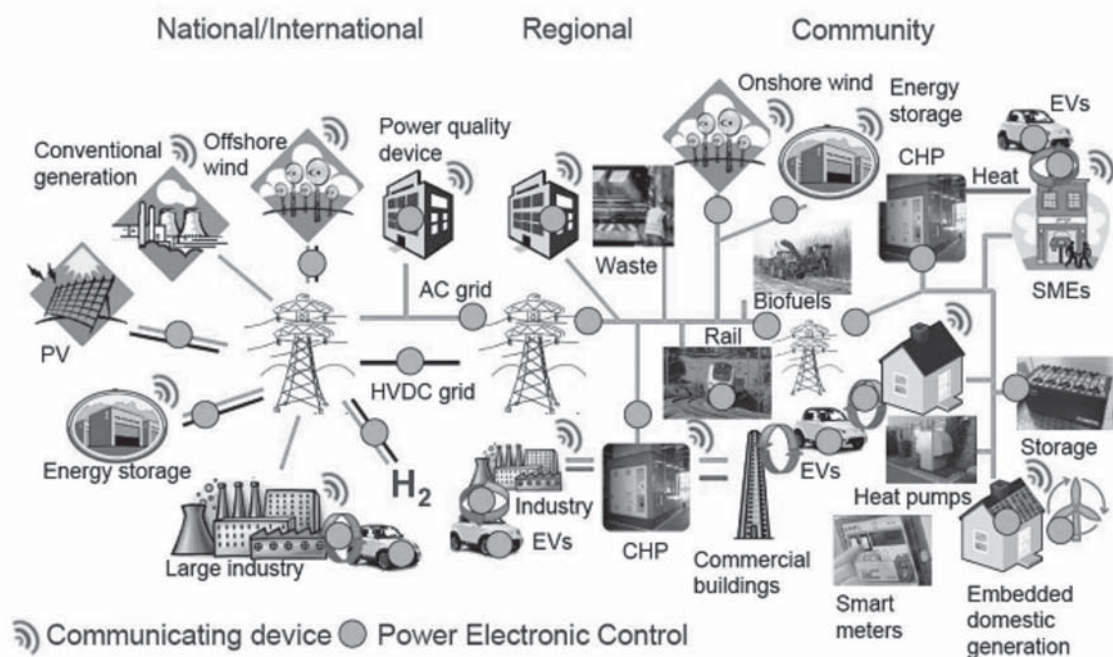
Approach: The key to Basque competitiveness in Wind Energy is related to Power Electronics, Mechanical Manufacturing, Advanced Metal Alloys and Materials Production capabilities, in order to compete globally there is a need to drive innovation in both product design and manufacture. We need to foster collaboration across industry sectors and supply chain barriers, promoting best practice and access to international standards. Long-term disruptive technologies need focused support through to pre-production.

Recommendation 3: To ensure that the good supply of talented and qualified individuals from the Basque Country will find related jobs locally without having to emigrate, while at the same time attracting foreign «talent» and, forming new «talent» in the Basque country.

Recommendation 4: To improve access and the exchange of leading technology

Approach: It is necessary to enhance the Energy Cluster in the Basque Country, by bridging the gaps between universities, start-ups and industry, so that innovation is pulled through in a timely and efficient manner.

Fig. 4. Power Electronics and «SMARTS GRID»



Source: University of Nottingham, U.K.

Desde hace una década, las cadenas globales de valor de la energía eólica guiadas por las grandes empresas vascas Iberdrola y Gamesa están entre las más competitivas del mundo. A éstas se conecta un conjunto de empresas locales proveedoras de sistemas y componentes del aerogenerador, materiales y servicios pre-y post-producción como logística, operación y mantenimiento, entre otras. Este documento analiza en detalle la configuración de estas cadenas de valor a través de la identificación de sus actores, del análisis de las relaciones que existen en las mismas, en función de las que se producen un tipo de mejora u otras (de producto, de proceso, sectoriales o funcionales). El informe analiza también las capacidades del sistema de innovación vasco para actuar como apoyo a los tipos de mejora que se están dando en la cadena y analiza su papel en los tipos de mejora que deben darse para posicionar al conjunto de empresas más o menos favorablemente en los mercados de futuro identificados. La internacionalización, con el auge tanto de la demanda como de la oferta de los países emergentes, especialmente China e India, y el desarrollo de la tecnología offshore se presentan y analizan como las principales vías competitivas a futuro.