

Parque eólico Cabo Vilano, primera repotenciación en Galicia de uno de los primeros parques eólicos gallegos

María Landeira Suárez, Mayte González Marcote, y Constantino Lois Castro

Gas Natural Fenosa Renovables

En plena Costa da Morte, frente al imponente faro del municipio coruñés de Camariñas, se ubica uno de los primeros parques eólicos instalados en Galicia, y el primero en ser repotenciado en esta Comunidad: el parque eólico de Cabo Vilano, propiedad 100% de Gas Natural Fenosa Renovables.

En este parque eólico se han sustituido las 22 máquinas existentes, de entre 100 y 200 kW cada una, por 2 máquinas de 3 MW de potencia unitaria, pasando de turbinas de 20 m a 90 m de diámetro de rotor. Ello permite que con sólo estas 2 máquinas se genere un 400% más de energía eléctrica (~20 GWh/año de energía eléctrica, lo que equivale al consumo eléctrico de casi 7.000 hogares) que con las 22 máquinas instaladas en los años 90.

El faro de Cabo Vilán, por tanto, ha sido testigo de excepción de la gran evolución que ha experimentado la tecnología eólica en las últimas décadas.

Evolución tecnológica de la eólica

La industria eólica en España es una industria joven: los primeros parques eólicos datan de principios de los años 90, como es el

caso de Cabo Vilano, que fue considerado un proyecto pionero en su día.

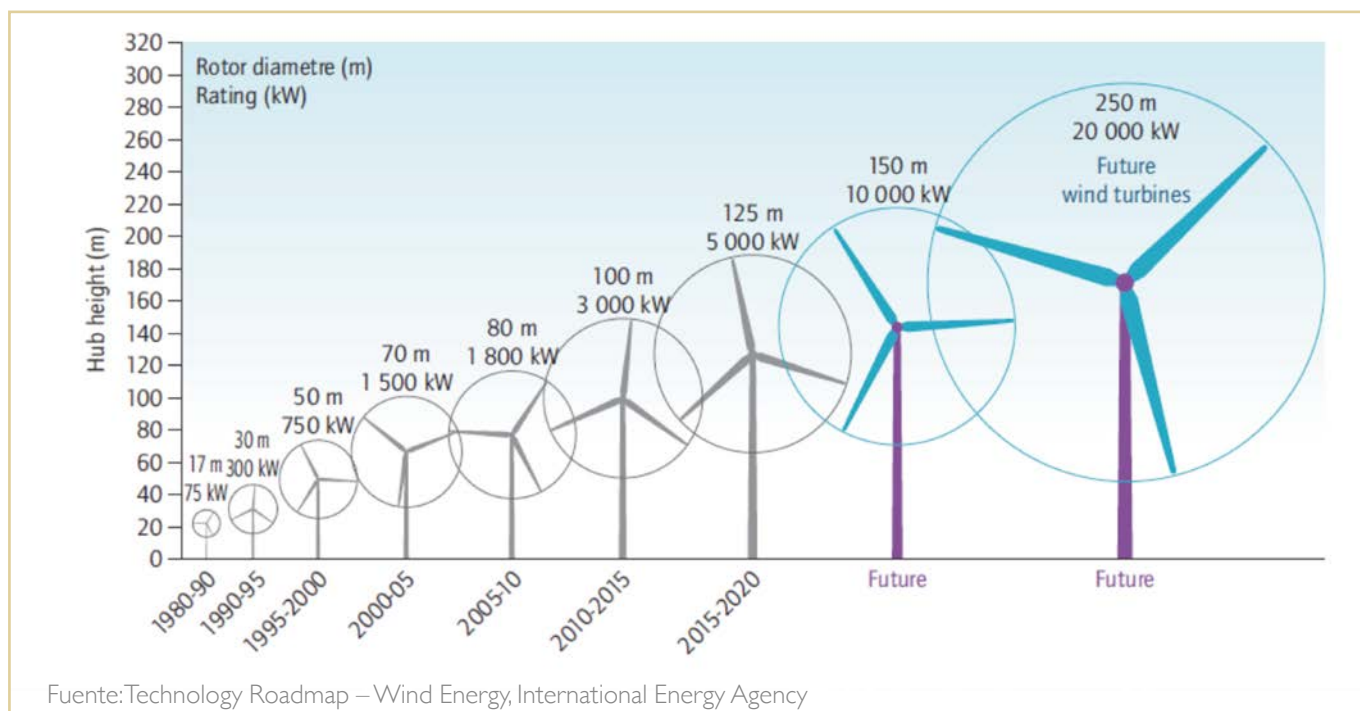
Sin embargo, es una industria que ha alcanzado un alto grado de madurez debido a su

extraordinario desarrollo en todo el mundo en los últimos 25 años. El desarrollo de la energía eólica ha sido posible, fundamentalmente, por la evolución tecnológica de los aerogeneradores, que ha estado dirigida

Figura 1. Imagen de aerogenerador de la repotenciación del parque eólico de Cabo Vilano, con faro al fondo



Figura 2. Evolución tamaño y potencia de aerogeneradores



a la reducción de costes, mayor integración y compatibilidad con la red eléctrica, y mejoras relacionadas con la adaptación a los emplazamientos y al medio natural donde se ubican, entre otros.

Estas condiciones se han sustanciado hasta el momento en máquinas cada vez mayores y más eficientes, siendo la tendencia general en el diseño de turbinas eólicas el incremento de la altura de buje (componente al que se unen las palas), la longitud y aerodinámica de las palas, y el incremento de potencia. Puede observarse la evolución en la figura 2.

En el caso de Cabo Vilano, el proyecto original contaba con turbinas de 100, 180 y 200 kW de potencia unitaria, es decir, máquinas situadas en el margen izquierdo de la gráfica anterior, y por tanto, el recorrido de mejora era más que evidente.

En la actualidad las máquinas más comunes son del rango de los 3 MW, como las instaladas en Cabo Vilano. Las máquinas más a la derecha de la gráfica, de 5 MW, e incluso de potencia superior, están siendo propuestas por los fabricantes para los parques eólicos marinos.

Ha de destacarse también el incremento de los factores de capacidad alcanzado por las mejoras en el diseño de turbinas en los últimos diez años, como se puede ver en la figura 3 (página siguiente).

Se observa cómo se incrementa el factor de capacidad en las máquinas más actuales, de mayores dimensiones, y diseñadas para velocidades de viento menores.

Por otra parte, la fiabilidad en los aerogeneradores antiguos se reducía drásticamente con su edad, mientras que los nuevos ae-

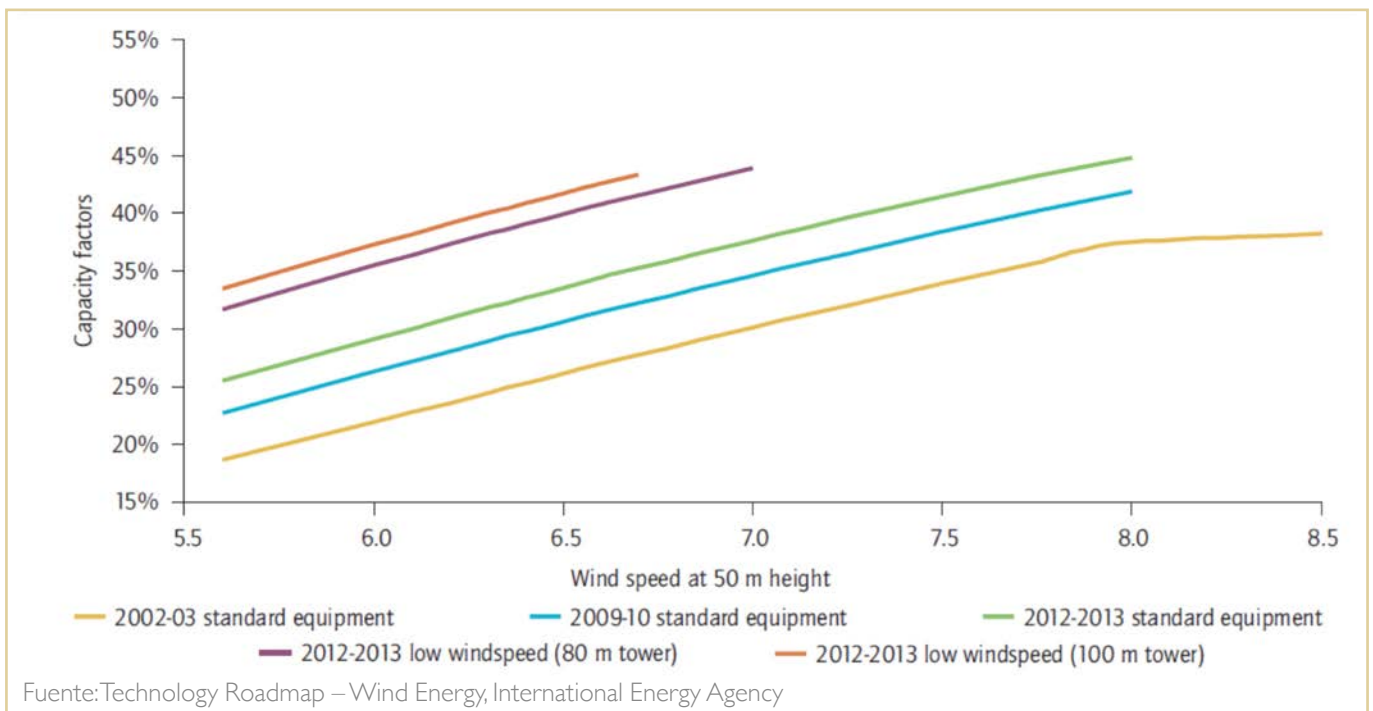
rogeneradores tienen una tasa de mantenimientos no programados muy inferior a sus predecesores, lo que permite una mejor predicción del funcionamiento del parque, así como menores costes de mantenimiento.

Adicionalmente, las turbinas eólicas modernas tienen una mejor integración en la red eléctrica, ya que incorporan sistemas de electrónica de potencia para ajustarse al cumplimiento de los requisitos del operador del sistema y contribuir a mantener la estabilidad de la red.

Repotenciación eólica, definición y beneficios

Parece lógico, por tanto, pensar en la sustitución de generadores eólicos “antiguos” por equipos más modernos y productivos. Y precisamente es así cómo la Agencia In-

Figura 3. Evolución del factor de capacidad



ternacional de la Energía define el concepto de repotenciación.

También la Comisión Europea, en la propuesta del “Paquete de invierno” presentado en noviembre de 2016 propone una definición amplia de repotenciación: reemplazo de instalaciones o sistemas de operación y equipos, con el objetivo de reemplazar capacidad o incrementar la eficiencia.

En España hay diferencias menores en la definición de repotenciación en las regulaciones de las distintas Comunidades Autónomas. En el caso de Galicia, se define la repotenciación de forma muy concreta: “Modificación de un parque eólico preexistente en explotación que, modificando o manteniendo la potencia instalada en él,

suponga la **sustitución total o parcial de los aerogeneradores** en funcionamiento por otros de **mayor potencia unitaria** y que den lugar a una **reducción del número de aerogeneradores** del parque, con el fin de optimizar las áreas territorialmente aptas para admitir parques eólicos y adaptar las tecnologías instaladas a los requisitos técnicos del operador del sistema”¹.

Los beneficios de un proceso de repotenciación son evidentes desde múltiples puntos de vista:

- El principal argumento para la repotenciación de un parque es la **maximización del potencial eólico y energético** de emplazamientos a través de la instalación

de máquinas de última generación, más potentes y eficientes, aprovechando la madurez tecnológica alcanzada en los últimos años. Téngase en cuenta que los parques de mayor edad son los que, por lo general, están situados en mejores emplazamientos eólicos. En el caso de Cabo Vilano, se incrementa la producción del parque en más de un 400% con un incremento de la potencia de sólo el 40%, pasando de 3,9 a 5,46 MW.

- Asimismo, ha de destacarse la **minimización del impacto visual y paisajístico**, ya que se reduce significativamente el número de máquinas instaladas, pasando por ejemplo en Cabo Vilano de 22 aerogeneradores a únicamente 2 aerogeneradores (reducción del 90%).

¹ El Decreto 138/2010, de 5 de agosto, establece el procedimiento y las condiciones técnico-administrativas para la obtención de las autorizaciones de proyectos de repotenciación de parques eólicos existentes en la Comunidad Autónoma de Galicia.

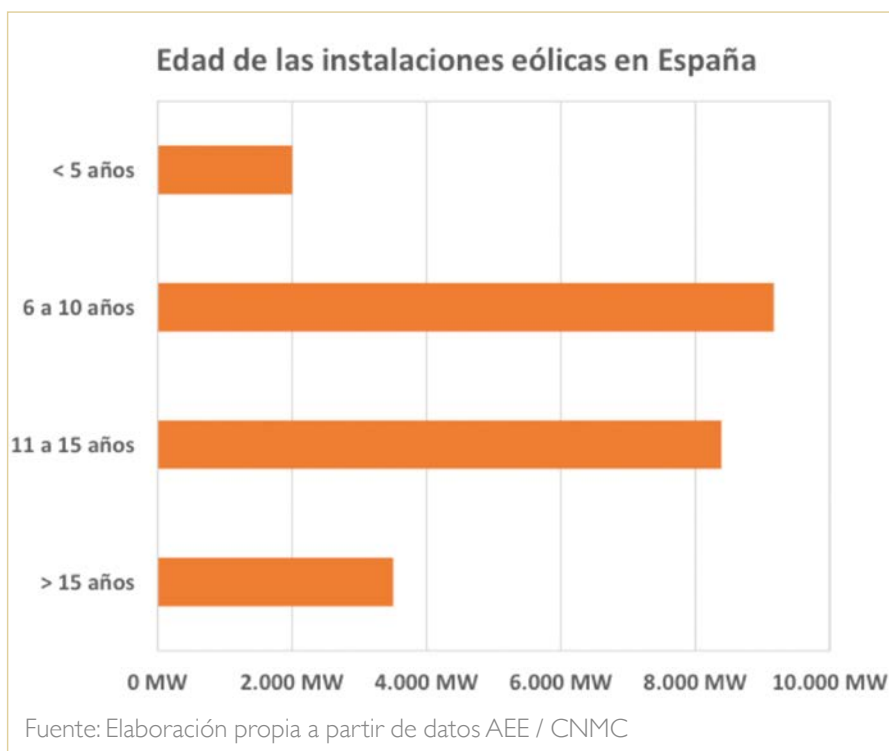
- **Mejor integración en la red eléctrica** debido a las mayores capacidades de atender los requisitos del Operador del Sistema Eléctrico (no desconexión ante huecos de tensión, por ejemplo).
- También destacar que repotenciar no es construir totalmente un parque nuevo, sino que en la mayoría de los casos se **reutilizan infraestructuras existentes**: gran parte de los viales de acceso y viales interiores del parque se reutilizan, adaptándolos a las exigencias de transporte de los componentes de las nuevas máquinas (ampliación de radios de curvatura, o suavización de pendientes y rasantes para permitir el paso de las nuevas palas, mucho más largas que las originales), las infraestructuras de evacuación son las mismas si la potencia a evacuar no varía, y el edificio de control requiere de una mera adaptación a los nuevos estándares técnicos y de seguridad y salud, entre otros.

- Por otra parte, y en función de la tipología y estado de conservación de las máquinas desmontadas, se está creando un **mercado de segunda mano** de aerogeneradores (para instalar en otros mercados, por exigencia normativa en el caso de Galicia), o de componentes para el mantenimiento de parques que sigan operando estos modelos de máquina, y para los que cada vez es más complicado conseguir repuestos.

Repotenciación en Galicia

España presenta un gran potencial de repotenciación: el desarrollo de la energía eólica comienza a principios de los años 90, y ha tenido un crecimiento muy notable en los últimos 25 años. La potencia eólica al finalizar el año 2016 era de aproximadamente 23 GW.

Figura 4. Edad de las instalaciones eólicas en España



Como se observa en la figura 4, hay en España en torno a 3,5 GW con más de 15 años en operación, y casi 12 GW con más de 10 años en operación.

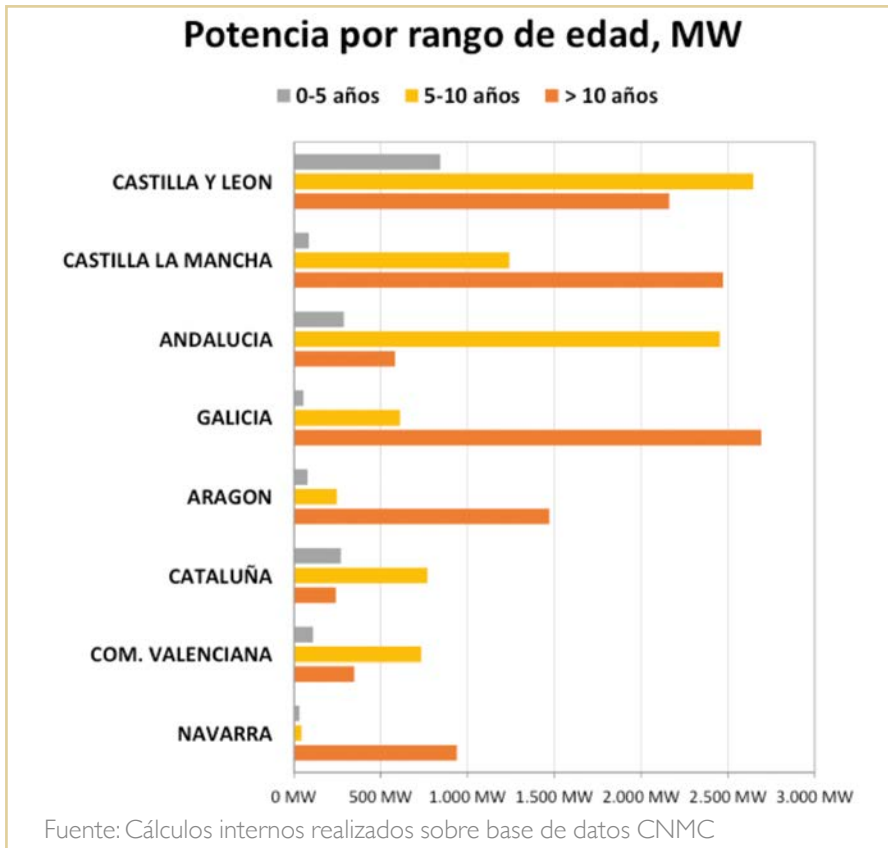
Galicia, que cuenta hoy con 3,3 GW instalados (en torno a 4.000 aerogeneradores), estuvo a la cabeza en puesta en marcha de potencia eólica hasta el año 2007. Actualmente es sólo superada por Castilla y León (5,6 GW) y Castilla la Mancha (3,8 GW), y de forma testimonial por Andalucía (3,3 GW).

Esta Comunidad cuenta, por tanto, con una mayor flota de parques de mayor edad con respecto al resto de Comunidades Autónomas, en concreto, es la Comunidad con más potencia con más de 10 años: en torno a 2,7 GW. De ellos, 2 GW que suman en torno a 3.000 aerogeneradores, tienen potencias unitarias menores a 1 MW (0,2

GW, son ~500 aerós de menos de 500 kW, en torno a 1 GW son unos 1.600 aerós de hasta 750 kW, y por último 0,9 GW son unos 1.100 aerós de entre 750 kW hasta 1 MW de potencia unitaria).

En consecuencia, es evidente que existe un volumen relevante de instalaciones, en potencia y número de máquinas, que se encuentran en un rango de edad tal que la decisión en estos momentos pueda estar entre repotenciar en los próximos años (previa tramitación), o bien retrasar la repotenciación y extender la vida útil de las instalaciones, en función del estado actual de las máquinas, el mantenimiento correctivo que están requiriendo, el potencial de canibalización de las máquinas a desmontar, o las opciones de compra-venta de las máquinas o componentes en mercados de segunda mano.

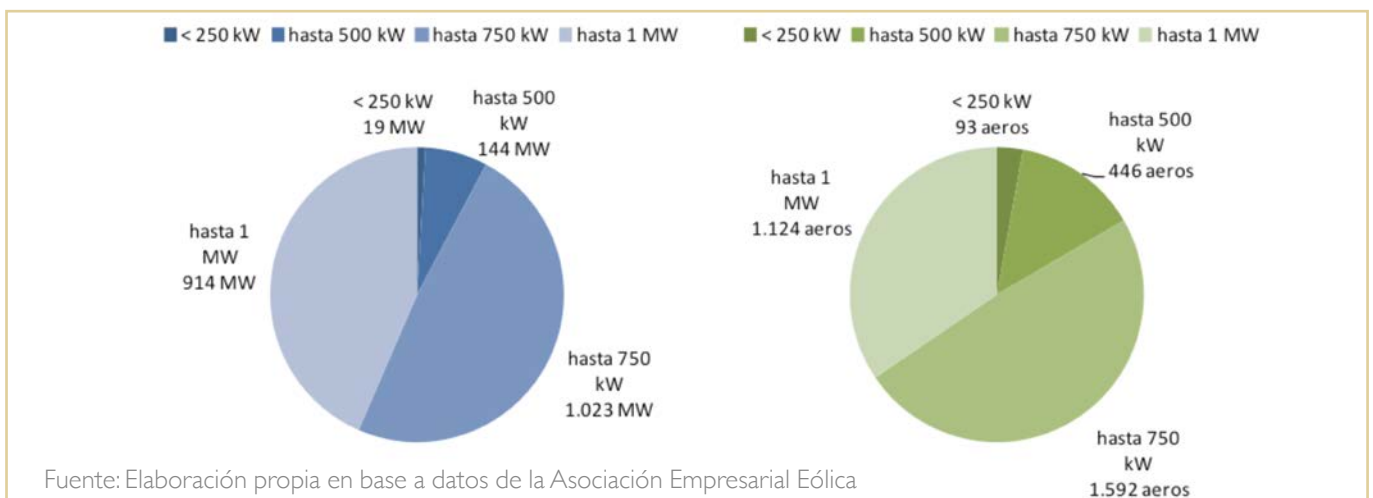
Figura 5. Pirámide poblacional, con CCAA más representativas desde el punto de vista de desarrollo eólico



En este análisis, ha de tenerse en cuenta también un factor muy relevante y en ocasiones minusvalorado: el plazo estimado para la tramitación. Cada proyecto tendrá unas características medioambientales, patrimoniales, o de otro tipo, diferenciadas y que pueden afectar al plazo previsto para la obtención de todos los permisos para poder iniciar la construcción². En el caso de la repotenciación de Cabo Vilano este plazo rondó los 6 años. En otros proyectos con menores restricciones medioambientales o de otro tipo, este plazo se podría reducir notablemente.

La Comisión Europea, en su propuesta del "Paquete de invierno", consciente, por una parte, de las dificultades que entraña la tramitación de proyectos, y por otra, del papel relevante que tendrán las repotenciaciones en el período 2020-2030 (76 GW de los 142 GW instalados en Europa, necesitarán ser repotenciados en la próxima década), define un período máximo para la tramitación de repotenciaciones de un año, dando incluso la opción de validar la tramitación

Figura 6. Desglose de potencia y número de aerogeneradores con potencia unitaria < 1 MW en Galicia



² Declaración de impacto ambiental si se considera necesaria, autorización administrativa, autorización del proyecto de ejecución, declaración de utilidad pública de los terrenos (si ocurre que la relación de bienes y derechos afectados tiene alguna modificación con la nueva configuración del parque, lo que suele ocurrir en zonas con minifundismo), aprobación de proyecto sectorial (si urbanísticamente se considera preciso), licencia de obras del ayuntamiento, entre otras.

con una comunicación previa a la que la Administración ha de dar conformidad o no en un plazo de seis meses.

Descripción del proyecto de repotenciación de Cabo Vilano

Como ya se ha mencionado, en el proyecto de repotenciación de Cabo Vilano se han sustituido las 22 máquinas del parque pre-existente, instaladas a principios de los años 90, y con potencias de entre 100 y 200 kW, por tan sólo 2 aerogeneradores de 3 MW de potencia unitaria, suponiendo una inversión cercana a los 8 M€ y consiguiéndose las mejoras ya explicadas para las repotenciaciones: menor impacto medioambiental y paisajístico, maximización del potencial eólico del parque, y aprovechamiento de infraestructuras del parque pre-existente.

La potencia instalada de 6 MW está limitada a 5,46 MW, por no poder superarse, de acuerdo a la normativa aplicable en más de un 40% la potencia previamente auto-

rizada. La producción anual estimada es de 21 GWh.

Los aerogeneradores instalados son de tecnología Vestas, con una altura de buje de 80 m y un diámetro de rotor de 90 m.

Para transportar la energía generada desde los aerogeneradores hasta el centro de interconexión, se ha instalado una red de media tensión en 20 kV soterrada, que suma cerca de 1 km de longitud, transcurriendo casi la mitad por canalizaciones pre-existentes.

La instalación vierte su energía a la red de Unión Fenosa Distribución, con punto de conexión en la subestación Do Vilán 20 kV, asociado al nudo de transporte de Vimianzo 220 kV.

Se ha minimizado la apertura de nuevos viales, haciendo uso de los existentes, y se han reacondicionado el edificio de control y almacén, adaptándolos a los estándares actuales.

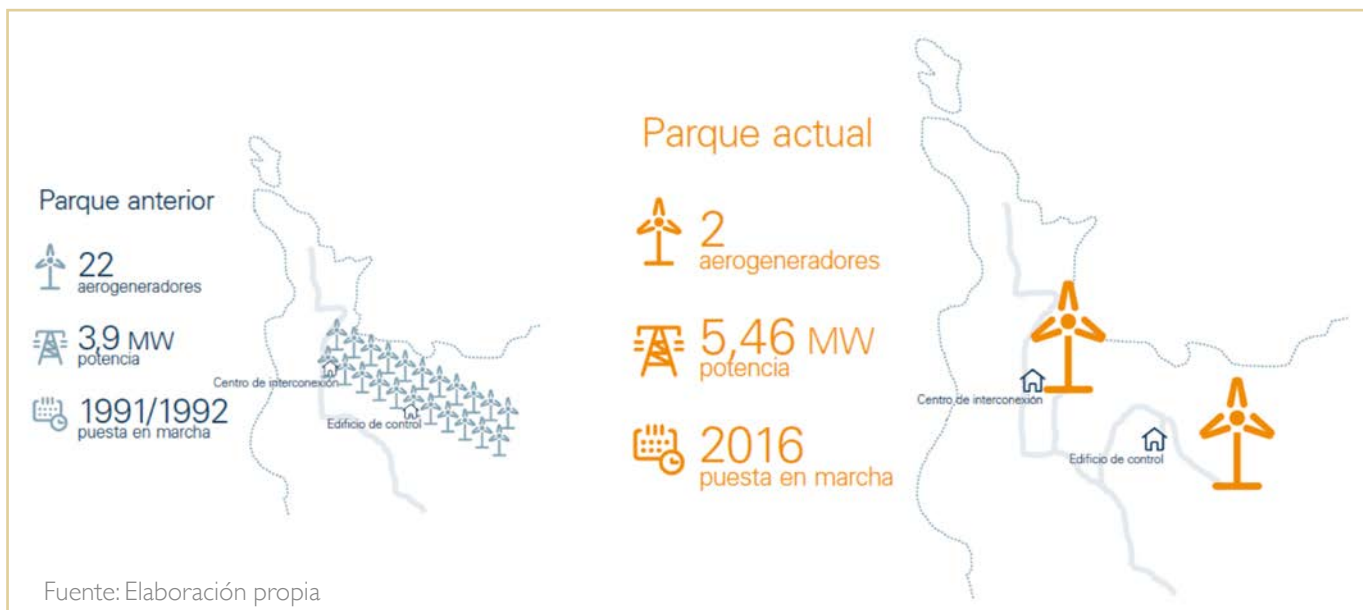
Proceso de tramitación

Ha habido en torno a 40 organismos implicados en el proceso de tramitación de la repotenciación del parque eólico de Cabo Vilano.

La repotenciación del parque eólico de Cabo Vilano se tramitó al amparo del Decreto 138/2010, de 5 de agosto, de la Consellería de Economía e Industria de la Xunta de Galicia, por el que se establece el procedimiento y las condiciones técnico-administrativas para la obtención de las autorizaciones de proyectos de repotenciación de parques eólicos existentes en la Comunidad Autónoma de Galicia.

Los motivos que condujeron a esta decisión son obvios: además de los indiscutibles argumentos medioambientales en una ubicación sensible como en la que se encuentra el parque, fueron factores importantes el mejor aprovechamiento de un emplazamiento excelente desde el punto

Figura 7. Esquema comparativo del proyecto



de vista de recurso eólico, dado el estado de corrosión en el que se encontraban las máquinas debido a la cercanía al mar.

En el proyecto presentado inicialmente en 2010, se establecían las características técnicas fundamentales de la modificación del parque eólico consistente en la sustitución de 20 aerogeneradores AE-20 de 180 kW y 2 aerogeneradores WEC-20 y WEC-25 de 100 y 200 kW de potencia unitaria respectivamente, con una configuración que en 2012 se optimiza al diseño finalmente ejecutado: 2 aerogeneradores Vestas V-90 de 3.000 kW de potencia unitaria, limitando la potencia para mantener la potencia total del parque en 5,46 MW.

En 2012, la Dirección General de Calidad Ambiental y Cambio Climático de la Consellería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio³ tras el periodo de consultas previas contemplado en la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, emite informe sobre la **necesidad de someter el proyecto al trámite de evaluación ambiental**.

Paralelamente a la tramitación del proyecto de repotenciación y debido al estado de corrosión en que se encontraban las máquinas (entorno cercano al mar, muy corrosivo), por motivos de seguridad tanto para el medio ambiente, para el propio personal de mantenimiento de las instalaciones, como para terceras personas que pudiesen visitar los alrededores del parque, Gas Natural Fenosa Renovables solicitó a la Xunta de Galicia **autorización para el desmontaje de los aerogeneradores**. Dicha solicitud se realizó en dos fases: A finales de 2012, se solicitó autorización para el desmontaje de 7 aerogeneradores y posteriormente, a finales de 2013, se solicitó autorización para el

desmontaje de las 15 máquinas restantes. La Dirección General de Energía y Minas de la Consellería de Economía, Empleo e Industria autorizó ambos desmontajes, que tuvieron lugar en 2012 y 2014 respectivamente.

En los procesos de información pública del Anteproyecto de Repotenciación y el Estudio de Impacto Ambiental, y del Proyecto de Ejecución, la Declaración de Utilidad Pública, en concreto, de las instalaciones y el Proyecto Sectorial de Incidencia Supramunicipal, se recibieron informes favorables de los organismos consultados, de forma no exhaustiva: Agencia Estatal de Seguridad Aérea, Demarcación de Costas en Galicia y Autoridad Portuaria, Dirección General de Salud Pública, Dirección General de Patrimonio Cultural, Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Instituto de Estudios del Territorio.

En enero de 2016, la hoy Dirección General de Calidad Ambiental y Cambio Climático de la Consellería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio formula la **Declaración de Impacto Ambiental** de la Repotenciación del Parque Eólico de Cabo Vilano, y en marzo de 2016, la Dirección General de Energía y Minas de la Consellería de Economía, Empleo e Industria, resuelve **aprobar el Proyecto de Ejecución y Declarar en concreto la Utilidad Pública**, de las instalaciones.

También a principios de 2016, Unión Fenosa Distribución concede el **acceso y conexión** de la instalación a la Subestación Eléctrica de Do Vilán en Camariñas, y Red Eléctrica de España informa favorablemente al trámite de aceptabilidad para la instalación.

En junio de 2016, una vez obtenida la Licencia de Obras emitida por el Ayuntamiento de Camariñas, comienzan los trabajos de ejecución que finalizan en agosto de 2016, cuando la Jefatura Territorial de A Coruña de la Consellería de Economía, Empleo e Industria emite el Acta Puesta en Marcha de las instalaciones.

En este proyecto el transporte de los componentes de los aerogeneradores suponía un reto importante desde distintos puntos de vista, uno de ellos fue la obtención de los permisos necesarios de los organismos afectados: hasta siete municipios afectados, Axencia Galega de Infraestructuras, y la Autoridad Portuaria y como no, los propietarios afectados.

Tras estos años de tramitación, cabe destacar el apoyo y colaboración mostrada en todo momento tanto por la Administración Autonómica como por el propio Ayuntamiento de Camariñas, partidario desde el primer momento de que la primera repotenciación en Galicia tuviese lugar en su localidad.

Proceso constructivo

El proceso constructivo comenzó con el desmantelamiento de los aerogeneradores MADE AE20 y VESTAS V20 y V25 y restitución de las infraestructuras que no se iban a aprovechar en el proyecto de repotenciación como zapatas, viales sin servicio para los nuevos aerogeneradores, cableado y centros de transformación de baja tensión. Todos los residuos fueron retirados y gestionados adecuadamente en función de su naturaleza y conforme a la legislación vigente, primando su reciclaje y reutilización frente a su vertido. Las zonas quedaron

³ Consellería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio y Dirección General de Calidad Ambiental y Cambio Climático son las denominaciones de estos organismos en la actualidad.

totalmente limpias tras la finalización de la actuación.

El nuevo proyecto fue construido en 3 meses. La construcción se inició en junio de 2016 y la puesta en marcha tuvo lugar en agosto de 2016. En estos meses se realizó un seguimiento ambiental y arqueológico continuo para garantizar la protección del entorno desde el punto de vista de vegetación, fauna, atmósfera, hidrología y patrimonio cultural.

- *0 accidentes con baja*
- *Plazo de ejecución: 3 meses*
- *Seguimiento ambiental y arqueológico continuo, sin afecciones al entorno más sensible*
- *218 empleos durante la construcción, 48 empresas presentes en el emplazamiento.*

Los trabajos de nueva ejecución fueron:

- Cimentaciones, con las fases correspondientes de desbroce, excavación, saneo y hormigón de limpieza, ferrallado de 60t

de acero, hormigonado con 700 m³ y unas 100 cubas de hormigón.

- Plataformas de montaje de 700 m² de superficie para maniobras de acopio e instalación con grúa de grandes dimensiones de las diferentes partes de los aerogeneradores. Estas plataformas quedaron posteriormente restauradas en armonía con el entorno manteniendo únicamente el firme para acceder al aerogenerador por personal de mantenimiento.
- Tendido de media tensión y red de tierras de los 4 km de cableado de potencia, control y red de tierras a través de las canalizaciones existentes de las antiguas maquinas desmanteladas.

El transporte de aerogeneradores hasta el emplazamiento de Cabo Vilano quizás fue una de las tareas más complicadas del proyecto, ya que aunque las carreteras de primer orden han evolucionado desde la puesta en servicio del parque original a principios de los 90, las carreteras secundarias siguen manteniendo el mismo trazado y dimensiones en contra de los aerogeneradores que a lo largo de estos años han progresado de forma vertiginosa en eficiencia energética y por tanto en dimensiones.

darias siguen manteniendo el mismo trazado y dimensiones en contra de los aerogeneradores que a lo largo de estos años han progresado de forma vertiginosa en eficiencia energética y por tanto en dimensiones.

	MADE AE20	VESTAS V90
Torre Tramo 1	9,2 m	19 m
Torre tramo 2	9,2 m	29 m
Torre Tramo 3	9,2 m	29 m
Nacelle	8,1 tn	70 tn
Palas	9,6 m	44 m

Esta diferencia de tamaño obligó a adecuar y restaurar varios tramos de carreteras secundarias para habilitar el paso de transportes, fundamentalmente el paso de las palas; el componente de aerogenerador de mayores dimensiones, incluso se llegó a barajar la alternativa del transporte marítimo dada la complejidad de adecuar los accesos para estas máquinas de grandes dimensiones.

El montaje de los 2 aerogeneradores VESTAS V90 se realizó con grúa de 550t y 91 m de pluma.

Es muy destacable el impacto en construcción del aprovechamiento de las infraestructuras existentes. Únicamente hubo que adecuar los viales interiores del parque, existentes, ensanchando hasta 5 m con firme de zahorra, se aprovechó la canalización de las máquinas desmanteladas ya que con la infraestructura existente de canalización y arqueta de hormigón facilitaba la tarea tanto de recuperación de cable antiguo como el tendido de la nueva red de media tensión.

La restauración del edificio de control se llevó a cabo manteniendo el aspecto original del mismo, en consonancia con el entor-

Figura 8. Imágenes de secuencia de desmontaje de aerogeneradores en Cabo Vilano



Figura 9. Imágenes de secuencia de instalación de nuevas máquinas del mismo tipo que las que se instalaron en Cabo Vilano (ejemplo Parque Eólico Cordal de Montouto, con puesta en marcha en el año 2014)



Figura 10. Montaje aerogenerador Cabo Vilano, agosto 2016



no y construcciones de la zona, tal y como se había planteado en el proyecto original. Aprovechando la estructura principal se remodeló profundamente el interior con la renovación de solera, tabiquería, carpintería, fontanería y se proyectó una nueva distribución de espacio para albergar una amplia sala de control para los técnicos y personal de operación de planta, aseos, vestuarios y sala de equipos de comunicación y control (sistema control de aerogeneradores y sistema control de equipos eléctricos).

Para el centro de interconexión con la red de evacuación del parque eólico se aprovechó la infraestructura existente, retirando antiguas celdas y equipos de medida y protección de la antigua instalación, a continuación una reforma de albañilería e instalación de los nuevos equipos eléctricos: celdas de media tensión de línea principal de generación, transformador de servicios auxiliares, bancos de condensadores para regulación, interconexión con la red de eva-

cuación, equipos de medida, equipos de comunicación y equipos de alimentación ininterrumpida de la instalación.

En una construcción de estas características, se ha generado un importante flujo económico en la zona. Durante la construcción ha habido unas 50 empresas implicadas, más de 200 empleos.

Vestas, Lopez Cao y Cobra ejecutaron los trabajos dentro de los ambiciosos plazos marcados, y también AEMA, APPLUS, TETRA, ARKAIOS, Calixto Escariz, TOPO2000, GARACOPTER dieron apoyo en el seguimiento del proyecto desde distintos puntos de vista. Destacar el excelente trabajo y gran implicación de todos ellos.

Compromiso de largo plazo

Finalmente, indicar que un proyecto de este tipo es un compromiso de largo plazo con el territorio. En Cabo Vilano el Grupo Gas

Natural Fenosa está presente desde los años 90, y con la repotenciación se amplía la vida útil del parque en al menos otros 20 años.

Las superficies afectadas han sido revegetadas y se llevará a cabo un seguimiento medioambiental periódico durante la vida del parque.

Este proyecto está controlado en local y también en remoto desde el Centro de Control de Gas Natural Fenosa Renovables, las 24 h del día, los 365 días del año.

Para la operación y mantenimiento del parque, los equipos de Gas Natural Fenosa Renovables se apoyan en distintas empresas con base y personal en Galicia.

Para finalizar, recalcar que el hecho de ver el parque finalizado nos enorgullece a todos los que, de un modo u otro, participamos en su desarrollo, construcción y explotación. ■