

Cómo abordar el reto de la energía eólica ante la escalabilidad y el cambio climático: el enfoque de las empresas del País Vasco - Energética 21

- El País Vasco es una de las mayores concentraciones industriales de Europa y la región con mayor intensidad en I+D de España. Este posicionamiento industrial y tecnológico ha permitido que la región se convierta en un referente mundial en el impulso de la innovación en el sector de la energía eólica.



eólica.

energía eólica

país vasco

industria eólica

colaboración

i+d

proyectos colaborativos

componentes eólicos

<https://energetica21.com/articulo/como-abordar-reto-energia-eolica-ante-escalabilidad-cambio-climatico-enfo...>

Energética 21

Viernes, 27 marzo 2026

El País Vasco es una de las mayores concentraciones industriales de Europa y la región con mayor intensidad en I+D de España. Este posicionamiento industrial y tecnológico ha permitido que la región se convierta en un referente mundial en el impulso de la innovación en el sector de la energía eólica.

La mayor concentración industrial de energía eólica de Europa

Actualmente, más de 150 empresas del País Vasco están activas en la fabricación de componentes eólicos y en servicios relacionados. La diversidad de agentes convierte a la energía eólica en una apuesta estratégica para el País Vasco, que la considera uno de sus principales compromisos. Todo ello se ve reforzado por la experiencia existente en la región en tecnologías eólicas, basada en una tradición de colaboración y en el apoyo de entidades relevantes como SPRI (Agencia Vasca de Desarrollo Empresarial), EVE (Ente Vasco de la Energía) y BASQUENERGY Cluster.

El Gobierno Vasco desempeña un papel fundamental en el apoyo a la innovación a través de sus dos programas de I+D (ELKARTEK para investigación colaborativa y HAZITEK para desarrollo industrial), que han financiado decenas de proyectos multimillonarios en la última década dedicados al desarrollo tecnológico de la energía eólica.

La actividad conjunta de las empresas vascas en este ámbito refleja con claridad el nivel de competitividad alcanzado. Más de 150 compañías del País Vasco, que emplean a más de 42.000 personas en todo el mundo y suman una facturación conjunta de 17.000 millones de euros, conforman una cadena de valor completa. Esta se ha desarrollado gracias a tres décadas de colaboración con líderes del sector como Siemens Gamesa e Iberdrola, empresas que actúan como motores de la industria eólica.

En estrecha colaboración con las empresas, el País Vasco cuenta con una red de organizaciones de I+D y grupos de investigación de amplia experiencia, que participan como referencia en proyectos de energía eólica dentro del programa marco de la Unión Europea. Destacan dos proyectos colaborativos de I+D en los que participan empresas y organizaciones vascas, ambos centrados en la investigación a nivel de componentes. Uno se orienta a escalar aerogeneradores de nueva generación para aplicaciones a gran escala, mientras que el otro analiza la resiliencia de los componentes a lo largo de las fases de diseño y operación.

SCALE-UP: Revolucionando la fiabilidad de aerogeneradores de gran escala mediante la innovación de componentes

El cambio hacia aerogeneradores de más de 20 MW reduce el LCOE, pero complica la validación de la fiabilidad por el aumento de tamaño, las cargas y la limitada disponibilidad de bancos de ensayo a escala real. El proyecto SCALE-UP, "Investigación en metodología Hybrid Testing para escalar hacia la siguiente generación de componentes de alta fiabilidad en aerogeneradores", desarrolla metodologías híbridas que combinan ensayos a escala y modelización numérica para validar la fiabilidad de componentes críticos, optimizar su diseño y fabricación, y ampliar su vida útil en servicio.

Los principales avances de los socios hasta ahora han sido los siguientes:

Nabla Wind Hub lidera la obtención de datos experimentales para la caracterización estructural y aerodinámica de la pala, aportando ensayos representativos a escala que clarificaron su comportamiento bajo cargas extremas. Estos resultados han permitido calibrar modelos y reducir incertidumbres de diseño, definiendo requisitos técnicos para uso industrial. Nabla ha colaborado con Ikerlan en modelado FEM y fatiga probabilística, con Tekniker en validar el rodamiento de pitch, y con Mondragon Unibertsitatea en escalado aerodinámico mediante túnel híbrido, CFD y métodos de machine-learning.

Atten2 está desarrollando un sistema inteligente para monitorizar en tiempo real el estado del aceite lubricante en un banco de ensayos FZG, con el objetivo de escalarlo a equipos de mayor rendimiento. El sensor óptico OW2.0 permite detectar partículas y burbujas para evaluar el desgaste del engranaje. El trabajo incluye el diseño de un circuito auxiliar, la integración del sensor, pruebas preliminares del comportamiento del aceite y el desarrollo de un modelo de desgaste orientado a futuras aplicaciones de validación y mantenimiento predictivo.

Galvanizados Sala, junto con **Tecnalia**, ha adaptado su proceso híbrido de recubrimiento sol-gel para uso industrial sustituyendo el curado térmico por un curado UV más rápido y eficiente energéticamente, y pasando del recubrimiento por inmersión al aplicado por pulverización. Usando un fotoiniciador catiónico, dos formulaciones lograron un curado de 2–7 min con buena calidad

superficial. Las pruebas de pulverización también funcionaron bien, confirmando el curado UV y la aplicación por spray como viables para su integración industrial.

Glual está avanzando en dos líneas de investigación. Está realizando ensayos de fiabilidad en el contacto vástago-guía de cilindros hidráulicos, evaluando cinco materiales de guía y tres tipos de vástago en un tribómetro para evitar desgaste y mejorar la durabilidad. También ha definido el diseño preliminar del sistema de pitch, el actuador y la unidad hidráulica para una turbina de gran escala, desarrollando el modelo virtual completo en Matlab/Simulink.

Hine, junto con **Ikerlan**, ha implementado un control de pitch tolerante a fallos en el demostrador SCALE-UP, combinando el par del generador con pitch colectivo e individual para mejorar eficiencia y reducir cargas y paradas. Hine, Erreka e Ikerlan han desarrollado y calibrado modelos de predicción de fatiga para actuadores de gran tamaño usando ensayos de 5 MW, aplicando el método validado a una unidad de 20 MW. Además, Hine, Virlab e Ikerlan han creado una metodología de fatiga vibratoria mediante submodelado ANSYS para obtener estimaciones precisas de daño y reducir costes y tiempos de evaluación.

Intza está probando su bomba eléctrica de pistón GM41/C en Tekniker para permitir la lubricación automática de la pala en condiciones offshore. El montaje rotativo requiere muelles SS302 y un sellado para soportar fuerzas centrífugas. Cada salida alimenta un divisor de 20 puntos. El sistema también se probó a $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ para verificar rendimiento con grasa de alta viscosidad y condiciones exigentes.

En la siguiente imagen, componentes críticos que se analizan en el proyecto SCALE-UP:

MEEVCE II: Metodología evolutiva para el diseño de componentes del rotor/drivetrain eólicos resilientes

Los aerogeneradores modernos están diseñados para una vida útil de hasta 30 años y se apoyan en datos históricos del viento para definir sus condiciones de operación. Sin embargo, el cambio climático está modificando estos patrones, aumentando la variabilidad y la frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos. Esta alteración genera incertidumbre sobre la fiabilidad y resiliencia de los componentes, concebidos con factores de seguridad basados en condiciones pasadas. Hoy no está claro si esos márgenes siguen siendo adecuados para los climas futuros o si los eventos extremos podrían comprometer la integridad y funcionalidad de las turbinas.

Reforzar la resiliencia en las fases de diseño y operación se está convirtiendo en un requisito clave para la sostenibilidad a largo plazo, aunque aún no sea un criterio formal de diseño. El proyecto MEEVCE II ha abordado este reto analizando el comportamiento evolutivo de componentes críticos: Mondragon Unibertsitatea (MGEP) se centra en la pala, Bearinn en el rodamiento de pitch, CEIT en el eje e Ikerlan en la multiplicadora. Aunque cada entidad haya trabajado en un componente distinto, todas comparten mecanismos de degradación y líneas de investigación comunes.

Ikerlan ha desarrollado herramientas de apoyo a la toma de decisiones para el diseño y mantenimiento de sistemas de engranajes, con especial atención al piñón del sistema de pitch. Ha creado un gemelo digital capaz de analizar el desgaste bajo diferentes condiciones operativas, incluidos escenarios de cambio climático y degradación global del sistema. El modelo evalúa

equilibrio estático, contacto, energía y desgaste para predecir la evolución geométrica de los dientes. En una turbina de 3,4 MW, los resultados muestran desgaste concentrado en dos dientes, pero muy por debajo del espesor endurecido, garantizando su integridad.

MGEP se ha centrado en las palas, desarrollando métodos para predecir recursos eólicos futuros y evaluar su comportamiento aeroelástico y estructural a largo plazo. También ha desarrollado un modelo de parque eólico "health-aware" que mejora la monitorización, detección de fallos y estimación de vida útil. Además, ha creado un modelo probabilístico de degradación superficial, calibrado experimentalmente, que cuantifica el impacto de la erosión y rugosidad en el rendimiento aerodinámico, producción energética y cargas estructurales.

CEIT ha elaborado una metodología para modelizar la vida útil del eje, vinculando el diseño del tratamiento térmico con condiciones variables de servicio. Su modelo integrado de crecimiento de grietas, calibrado para acero 42CrMo4, incorpora heterogeneidad microestructural y ensayos avanzados. La combinación de simulación de procesos (Q&TSim®), modelado de grietas (CrackLive®) y un modelo de elementos finitos permite predicciones rápidas y precisas.

Bearinn ha desarrollado y validado una metodología avanzada para evaluar la integridad a fatiga de las jaulas de rodamientos de pitch. Ante la escasez de estudios y la falta de claridad en los mecanismos de fallo, ha adoptado un enfoque híbrido analítico-numérico que integra un modelo global del rodamiento, un modelo analítico de transferencia de carga y un modelo FEM específico. Los análisis muestran que la fricción aumenta críticamente las tensiones bajo mala lubricación. La validación experimental confirma la solidez del método para predecir la integridad de la jaula y mejorar futuros diseños.

En la siguiente imagen, resumen gráfico del proyecto MEEVCE II:

Artículo escrito por: