AERONES

Erosión en palas

¿Cuándo es el momento de reparar?

Uso de robótica y caso de estudio



Nicolás Re

Regional Business Manager, Aerones

Octubre 2026

AERONES

Contenido

01 Erosión: una cuestión de tiempo

02 Avance progresivo del daño

03 Estrategia óptima

04 Cómo la robótica cambia el juego

05 Caso de estudio y proyectos realizados



AERONES

Erosión: una cuestión de tiempo

La erosión del borde de ataque es la degradación progresiva de la superficie de la pala, causada por el impacto repetido de gotas de lluvia y partículas en suspensión a alta velocidad. A medida que el daño avanza, la rugosidad superficial y la pérdida de perfil reducen el rendimiento aerodinámico. Si no se actúa a tiempo, el daño alcanza las capas más profundas de la pala y la reparación pasa a ser estructural: más trabajo, más coste y más tiempo de parada.



Turbinas nuevas

El daño temprano se convierte en una carga de mantenimiento durante la vida útil del activo.



Turbinas envejecidas

La extensión de vida útil depende en gran medida del estado de las palas: la erosión puede convertirse en daño estructural.

Octubre 2026

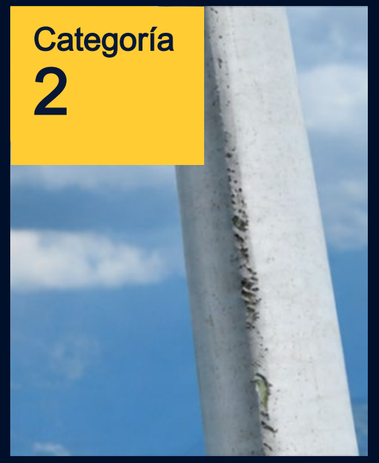
AERONES

Avance progresivo del daño

Reparación robótica



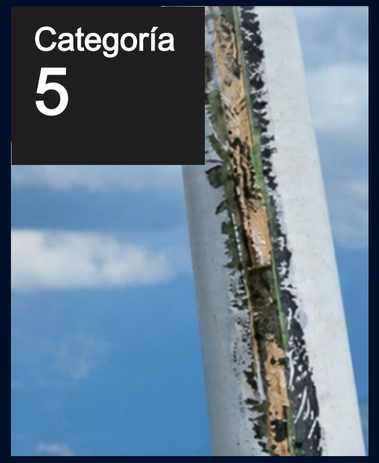






Laminación + reparación robótica





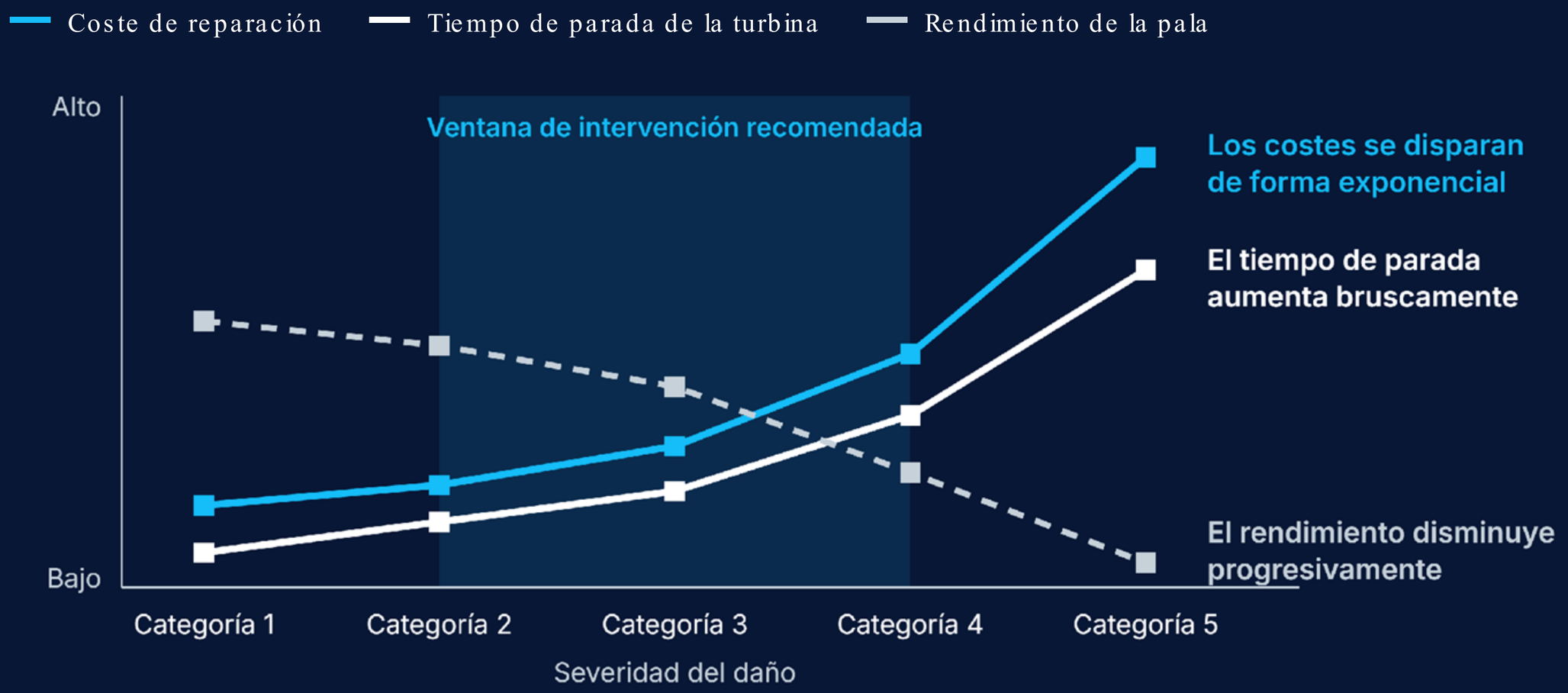
Degradación predominantemente superficial

Umbral

Reparación estructural del laminado

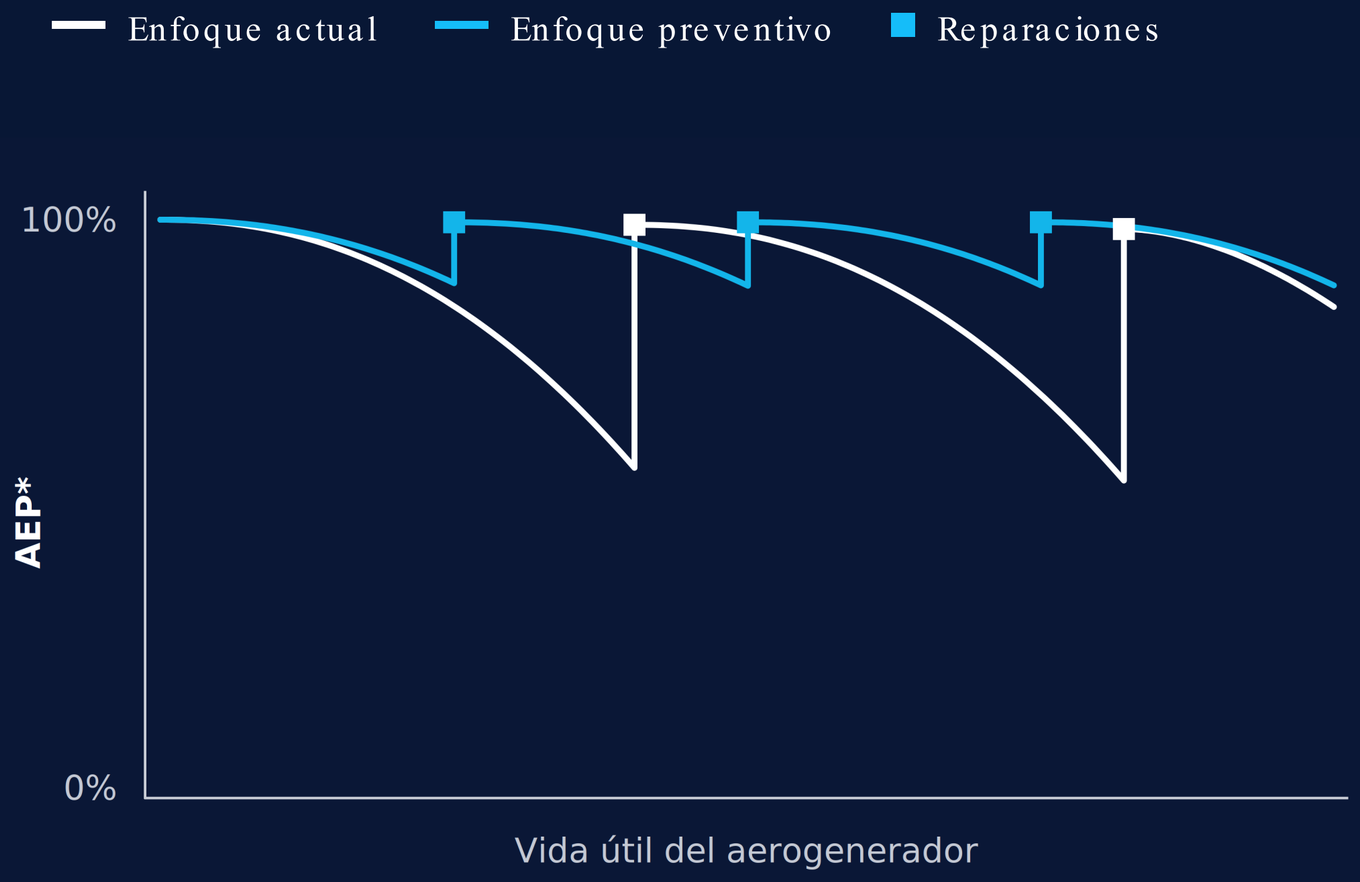
AERONES

Cuanto más tardía la intervención, mayor la carga de reparación



AERONES

¿Cuál es el momento óptimo?



*AEP: producción anual de energía

Esperar a que el daño avance no es una estrategia

En ocasiones, las reparaciones se aplazan hasta que el daño justifica el gasto. Cuando los síntomas se hacen evidentes en el rendimiento —pérdida de AEP de hasta un 5% en casos normales y 25% en casos severos—, el perfil aerodinámico ya se está perdiendo y la reparación es más larga y más costosa.

La estrategia es planificar: intervenir pronto (Cat. 1 a 2 –3), eligiendo la tecnología más eficiente.

AERONES



Métodos de reparación actuales y sus puntos críticos

HSE

Operación riesgosa y exhaustiva

Coste

Campañas de reparación largas y costosas

Paradas de turbinas

Pérdida de producción por semanas

Stand by por mal tiempo

Calidad de resultados variable

Escalabilidad

Muchas horas de personal para grandes campañas

Trazabilidad

Reportes dependientes del proceso y del operario



Cómo la robótica cambia el juego

Octubre 2026

AERONES

Aerones
Líder global en mantenimiento de activos



Inspección

Una de las primeras empresas en desarrollar sistemas robóticos únicos para la inspección de palas de aerogeneradores.



Limpieza

Parte importante del mantenimiento: las palas deben limpiarse antes de una reparación y para mantener su eficiencia aerodinámica.



Reparación

El sistema LER, exclusivo y patentado, permite a nuestros técnicos realizar reparaciones de alta calidad.

Beneficios

Sin trabajos en altura

Alta trazabilidad

Análisis de datos inteligente

Escalable

Operativa simple

4–6× más rápido

Hasta 6 × menos tiempo de parada

Las paradas son el coste más elevado del mantenimiento

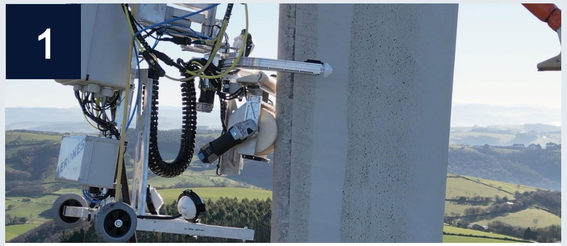
10× menos stand by

Días perdidos por mal tiempo

El proceso robótico de LER

Scaling up Blade Repair with Robotics

1



Remoción de tape 3M

Si la pala lo presenta, se retira de forma robótica antes del trabajo.

2



Lijado

Preparación inicial de la superficie mediante lijado automático.

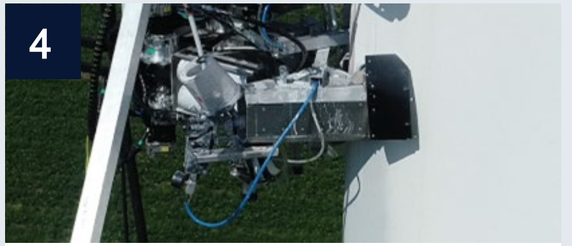
3



Limpieza

Descontaminación tras el lijado: se eliminan polvo y suciedad.

4



Aplicación de promoter

Incrementa la adhesión entre la pala y el filler.

5



Aplicación de filler

Rellena áreas dañadas y recupera el perfil aerodinámico original.

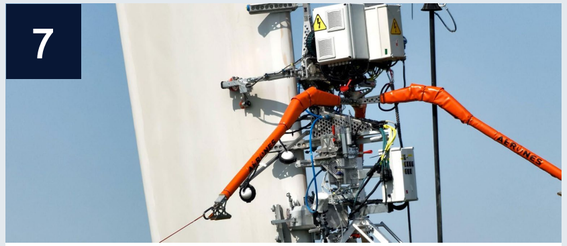
6



Lijado y limpieza final

Preparación final de la superficie para el recubrimiento.

7



Recubrimiento

La última capa, en contacto con el ambiente.

0 h

de trabajos en altura

Cada paso se realiza desde tierra, sin exposición a altura ni productos químicos.

Cómo la robótica cambia la ecuación

Misma reparación, dos métodos distintos

CRITERIO	MANUAL / MÉTODOS ACTUALES	PROCESO ROBÓTICO
Seguridad	Técnicos expuestos a trabajos en altura	Personal en entorno seguro, operando robots en remoto
Velocidad de ejecución	Proceso largo e intensivo	Hasta 6× más rápido, menos paradas
Calidad de aplicación	Dependiente del técnico	Controlada, consistente, repetible
Escalabilidad	Según la disponibilidad	Proceso estandarizado y escalable
Limitaciones meteorológicas	Condiciones más estrechas	Ventana más permisiva
Trazabilidad	Registro dependiente del operador	Captura de datos en tiempo real



Caso de estudio: PE Dainville

Octubre 2026

Parque eólico Dainville , Francia

El proyecto

- 12 turbinas Vestas V110
- Erosión Cat. 3 en todas las turbinas
- Reparación de 12 m en el borde de ataque
- Sin trabajos de laminación requeridos
- 1 robot, 3 técnicos de soporte



12 × V110
Vestas

36 palas
Alcance

Cat. 3
Filler + LEP 10

1 pala/día
Objetivo

< 14%
Stand by esperado

Octubre 2026

AERONES

Resultados: un proceso automatizado, repetido 36 veces

Secuencia por pala, a escala de tiempo



4h 40m
Tiempo promedio total de reparación por pala

2,3 días
Por turbina finalizada

0 h
De técnicos expuestos a tareas de riesgo

0
Retrabajos: calidad controlada en tiempo real

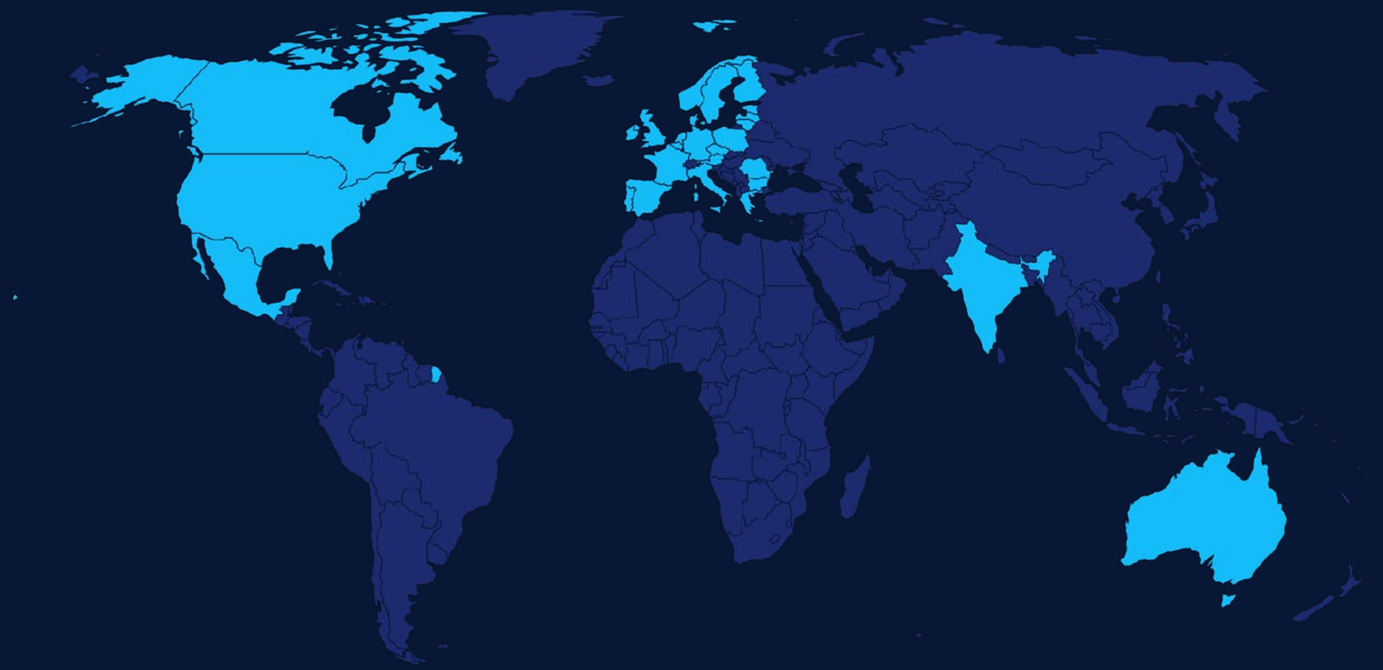
AERONES

Proyectos realizados

4200+

palas reparadas

Servicios ejecutados en Europa, Estados Unidos y APAC con los principales OEMs y operadores del mercado eólico mundial.



Países con servicios ejecutados

AERONES

Gracias

Nicolás Re
nicolas.re@aerones.com

Equipo comercial
sales@aerones.com

Octubre 2026