ANÁLISIS DINÁMICO DEL DIFERENTE ÁNGULO DE PASO DE LAS PALAS, SU INCIDENCIA EN LAS CARGAS MECÁNICAS

Jorge Fernández Barrio

Analista de Datos

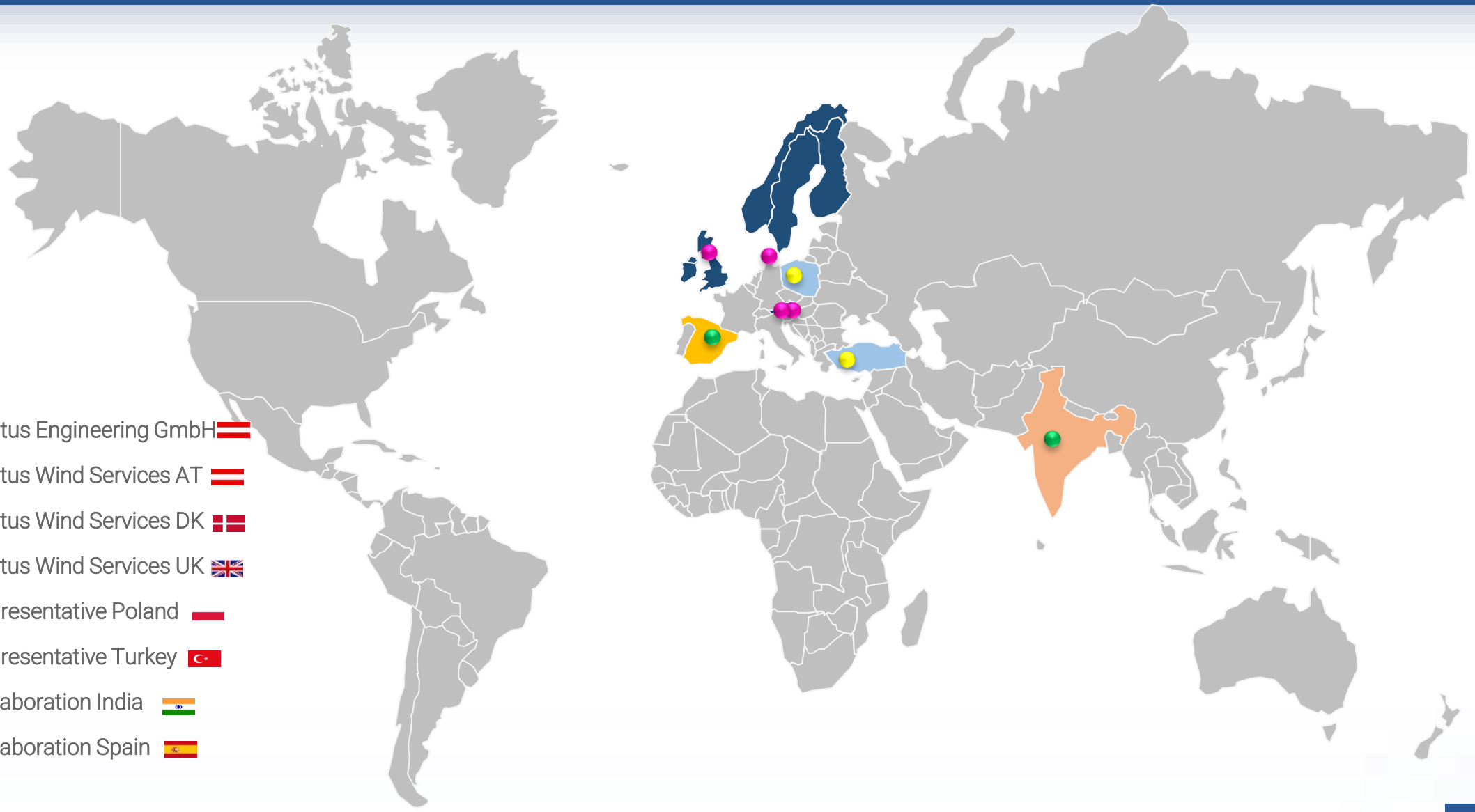
E-Mail: jfernandez@ventus.group

Linkedin:

https://www.linkedin.com/in/jorgefb/

Fecha: 30/09/2021

¿Quiénes somos?



- Ventus Engineering GmbH
- Ventus Wind Services AT
- Ventus Wind Services DK
- Ventus Wind Services UK
- Representative Poland
- Representative Turkey
- Collaboration India
- Collaboration Spain

¿Quiénes somos?

Ventus Engineering GmbH

- Rotor Monitoring System (TripleCMAS) *patent*
- Monitoring lightning grounding system (LEDS) *patent filed*
- Inspect leading- and tailing edge in operation *patent filed*
- CTV + gyro platform for off-shore inspections *patent filed*
- Wiederkehrende prüfung using drones *patent filed*
- Graphene containing carriers for WTG *patent*

Ventus Wind Services (AT, DK, UK)

- Nacelle based LiDAR Measurements
- Dynamic & Static Blade Pitch Measurement *patent*
- Drone Inspections *patent filed*
- Taking-Over & End-of-Warranty Inspections
- Dissolved Gas Analysis
- Wind farm BIG data analysis
- Wind Farm Optimization & Lifetime Extension
- Ventus academy and service support system
- Dynamic Blade Pitch Measurement off-shore *patent filed*

Ventus GmbH

- Extended Warranty
- Construction property damage
- Delay in start-up
- Machinery Breakdown
- Business interruption

R&D

Servicios & Productos

Seguros

Introducción

- Las palas de un aerogenerador están diseñadas para operar a un ángulo de ataque óptimo, bajo el mismo ángulo de paso

- Durante la instalación de la pala, desviaciones con respecto al ángulo de paso pueden ocurrir, debido a tolerancias mecánicas, errores humanos, etc.... Esto, en conjunto con problemas en el sistema de control del ángulo de paso (e.g. rodamientos y actuadores) puede introducir un nivel significativo de diferencia en el ángulo de paso de las palas

- Dos consecuencias principales:
  - Reducción en la producción anual de energía
  - Incremento de las cargas de fatiga en los diferentes componentes del aerogenerador

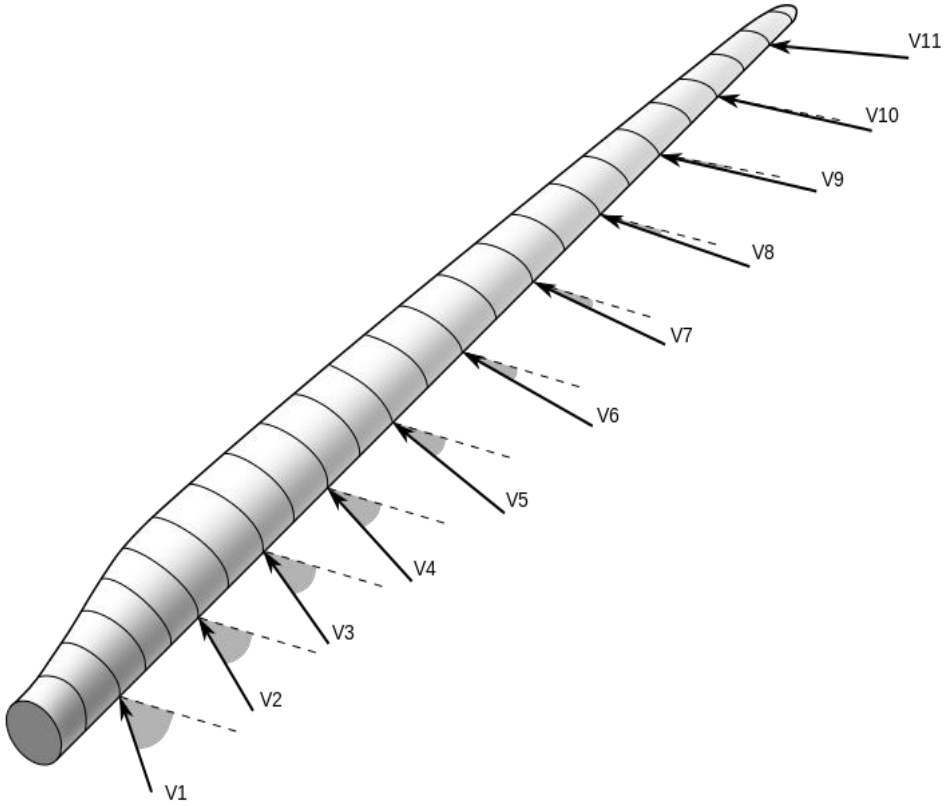


Fig.1: Ángulo de ataque en diferentes secciones de una pala de aerogenerador

Problemática

- Los documentos de certificación de los aerogeneradores exigen una diferencia entre el ángulo de paso de las palas muy bajo: **±0.3°**

- La solución estándar en la industria conlleva la interrupción de la operacion del aerogenerador:
  - Pérdidas asociadas con la interrupción
  - No es possible ver aspectos influenciados por la operación del aerogenerador
  - Riesgos asociados con el tipo de inspección realizada (e.g. escalada con cuerda, etc….)

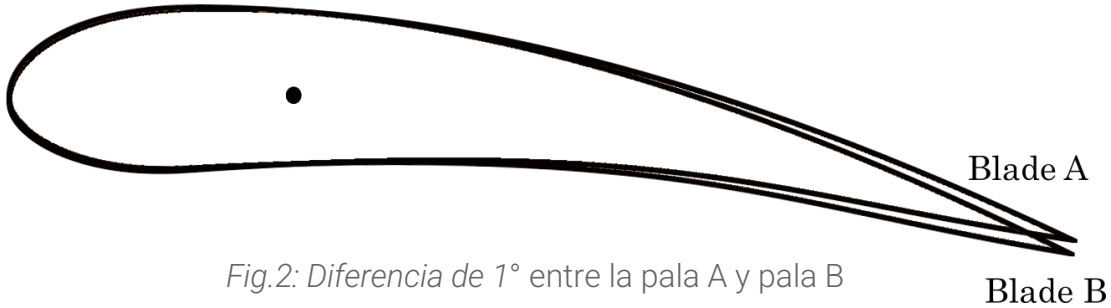
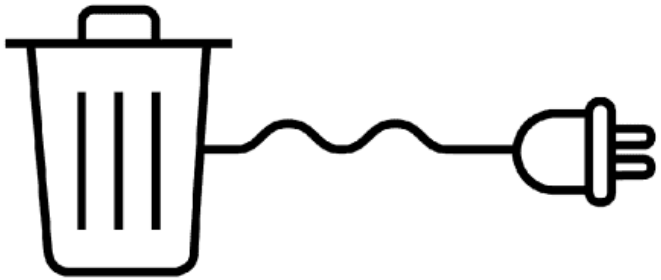


Fig.2: Diferencia de 1° entre la pala A y pala B



¿Qué proponemos?

- Un sistema que permita analizar la diferencia de ángulo de paso de las palas de forma dinámica:
  - Rápido
  - Sin necesidad de interrumpir la operación

- **Sistema de adquisición de imágenes:**
  - Cámara de alta velocidad y alta resolución
  - Portátil robusto con alta capacidad de procesamiento, en donde se encuentra instalado el Software de adquisición y procesamiento de imágenes
  - Soporte de la cámara:
    - Trípode: Solución terrestre
    - Dron: Solución aérea

Fig.3: Sistema de adquisición de imágenes, mediante dron (a) y trípode (b)

¿Qué proponemos?

- Posicionamiento del sistema de medición en el mismo plano del rotor, en una orientación de alrededor de 120º con respecto a la vertical

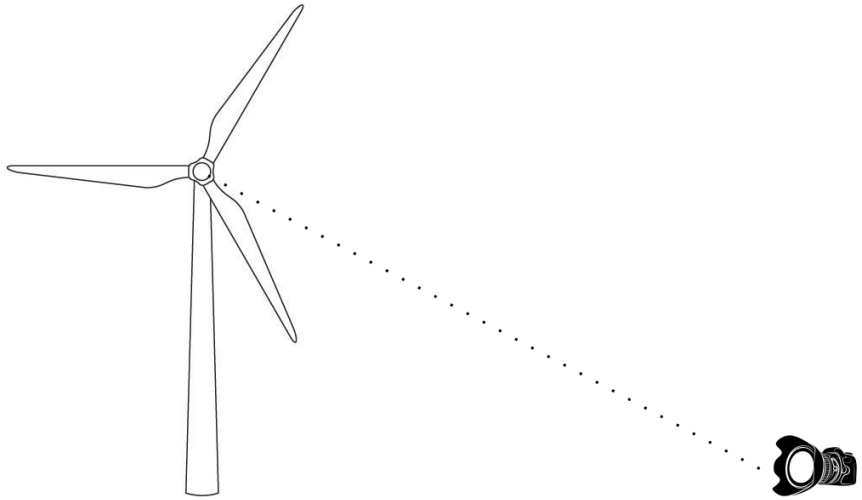


Fig.4: Posicionamiento del sistema de medición

- Adquisición de imágenes por cada paso de las palas

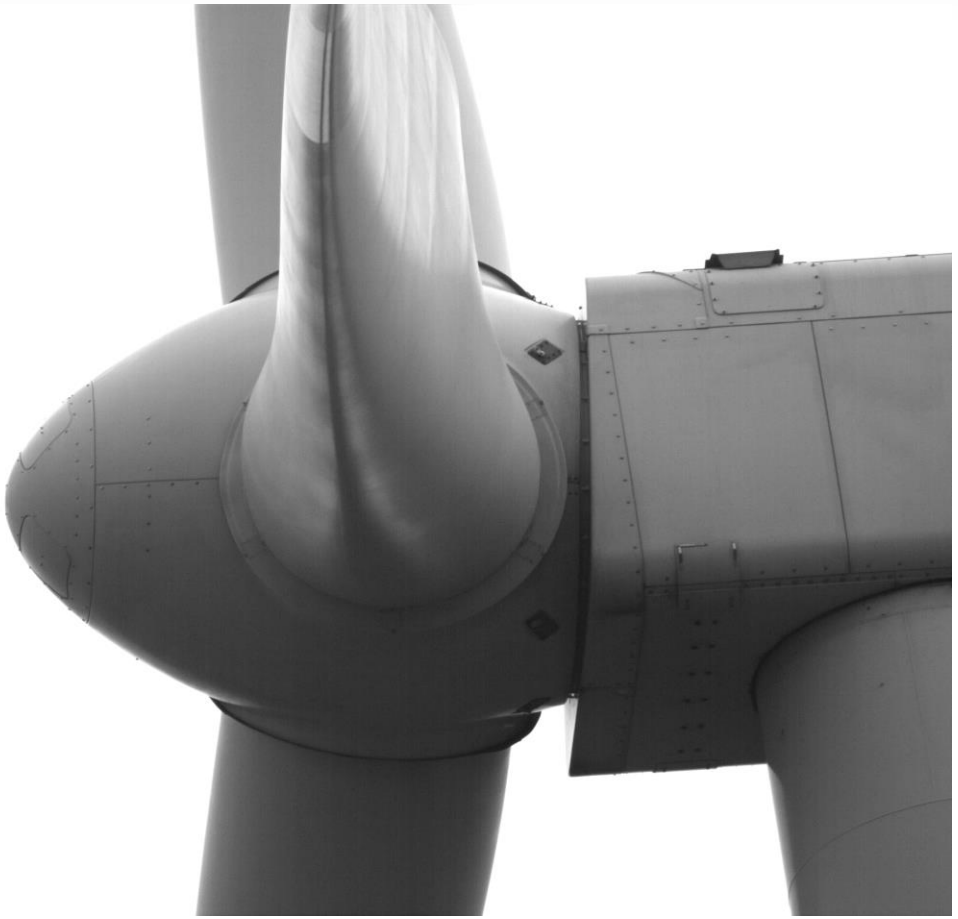


Fig.5: Set de imágenes adquiridas durante el paso de una pala

¿Qué proponemos?

- **Análisis de imágenes**
  - Obtención de imágenes de referencia para cada paso de pala
  - Identificación de cada pala
  - Análisis del ángulo de paso de cada pala mediante técnicas de procesado de imágenes

- **Presentación de los resultados**
  - Diferencia entre los ángulos de paso de las palas, con el objetivo de analizar si entran dentro del requisito de **±0.3°**
  - Identificación de cualquier imperfecto observado en las imágenes del aerogenerador

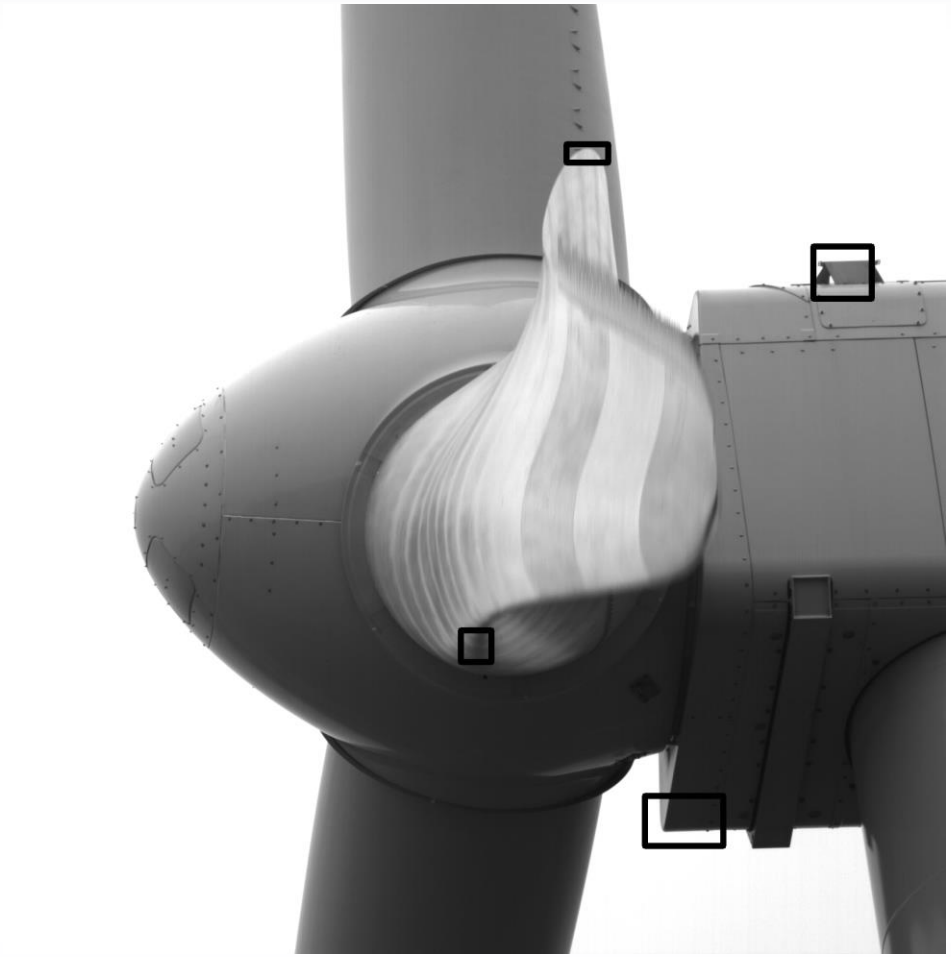
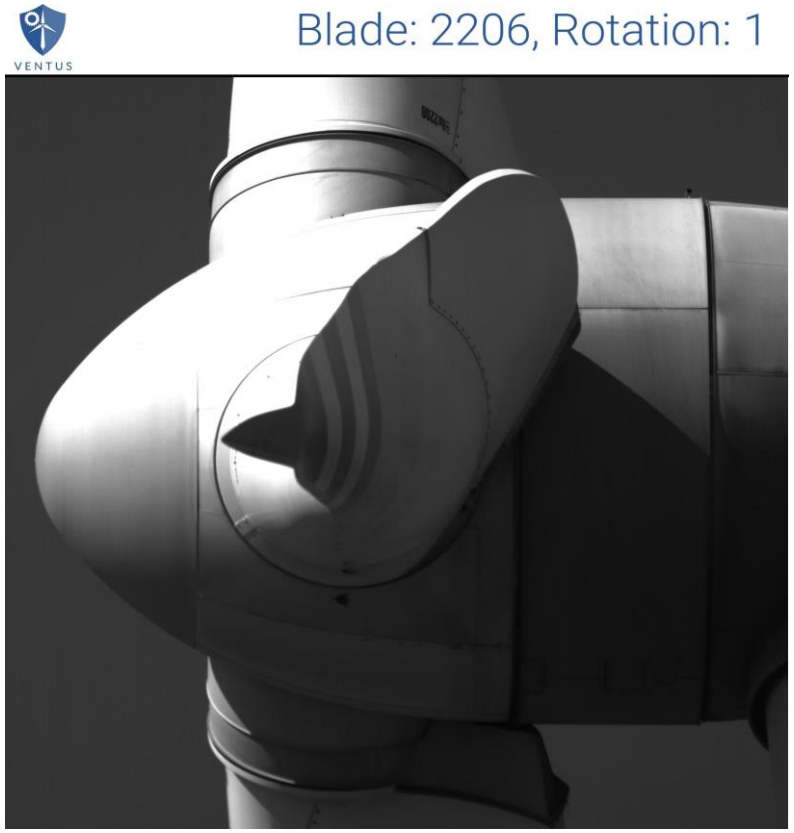


Fig.6 Ejemplo de análisis, tomando una imagen de referencia

Ejemplo

Resultados de la **Detección**
(antes de la corrección)

Resultados de la **Verificación**
(después de la corrección)



Pala **2206** – Pala **2200**	-0.20º
Pala **2206** – Pala **2180**	1.41º
Pala **2200** – Pala **2180**	**1.60º**

Tabla 1: Resultados de la Detección (antes de la corrección)

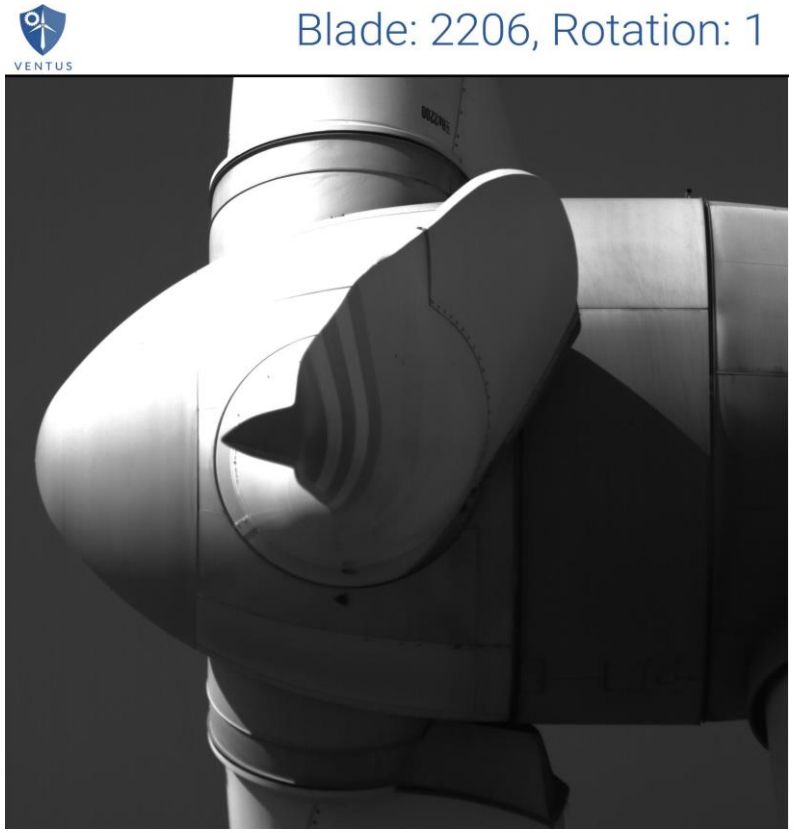
Pala **2206** – Pala **2200**	-0.15º
Pala **2206** – Pala **2180**	0.12º
Pala **2200** – Pala **2180**	**0.27º**

Tabla 2: Resultados de la Verificación (después de la corrección)

Ejemplo

Resultados de la **Detección**
(antes de la corrección)

Resultados de la **Verificación**
(después de la corrección)



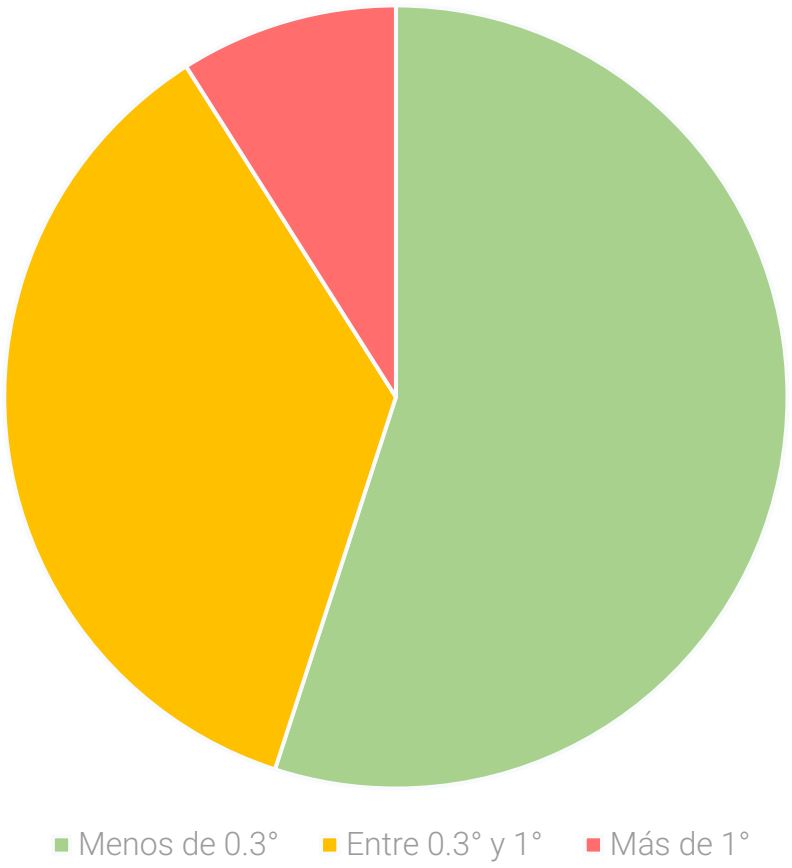
- En el ejemplo, la corrección es correctamente realizada:
  - La diferencia en ángulos de paso es reducida por debajo del límite permitido
  - Optimización de la energía producida
  - Reducción de las cargas de fatiga, como se puede ver en la reducción de las diferencias de pandeo de las palas

Conclusiones

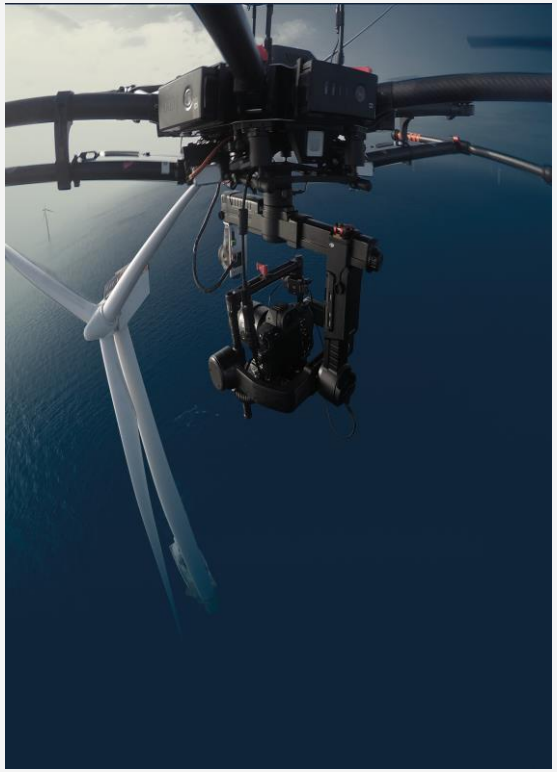
- La detección de diferencia en ángulos de paso es importante para corregir errores en el posicionamiento de las palas

- En la experiencia de Ventus (más de 200 aerogeneradores analizados), un **45%** de ellos tiene una diferencia del ángulo de las palas de más de **0.3º**, y en un **20%** de estos casos esta diferencia es mayor de **1º**

- Estos datos sugieren la importancia de proporcionar este servicio en el mayor número de aerogeneradores, tanto en tierra como en mar



¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!



Ventus Engineering GmbH

Simmeringer Hauptstraße 101/1-6/327,
1110 Vienna, Austria
+ 43 1 535 00 44 200
sales@ventus.group

Ventus GmbH

Ventus Wind Services GmbH

Ventus Wind Services A/S

Lyshøj Møllevej 2
8970 Havndal, Denmark
+ 45 20 88 52 52
dk@ventus.group

Ventus Wind Services UK Ltd.

1 Finlaysan Lane, Kaumend, Carnwatch
South Landarkshire, ML11 8TA, United Kindom
+ 44 7717330970
uk@ventus.group

sales@ventus.group I www.ventus.group