

[Parque Eólico de Peñoles (México)]

# El proyecto consistía en monitorizar la actividad y el estado de las turbinas\* del Parque Eólico de Peñoles, La Ventosa, México.

## [INTRODUCCIÓN]

Integramos el sensor OilWear 2.0 (OW 2.0) en el sistema Windcon de SKF para monitorizar las vibraciones del aceite lubricante de la multiplicadora. De esta manera, podíamos analizar independientemente las vibraciones y velocidades de diferentes elementos y trasladar los datos a la plataforma observer de monitorización remota de aerogeneradores.

Durante el proceso de monitorización hubo un corte del suministro eléctrico en el parque eólico. Gracias al sensor OW 2.0 y su riguroso análisis de datos, pudieron evitarse posibles consecuencias del parón detectándolas a tiempo para que no causaran daños irreparables en la maquinaria.



## [OILWEAR 2.0]

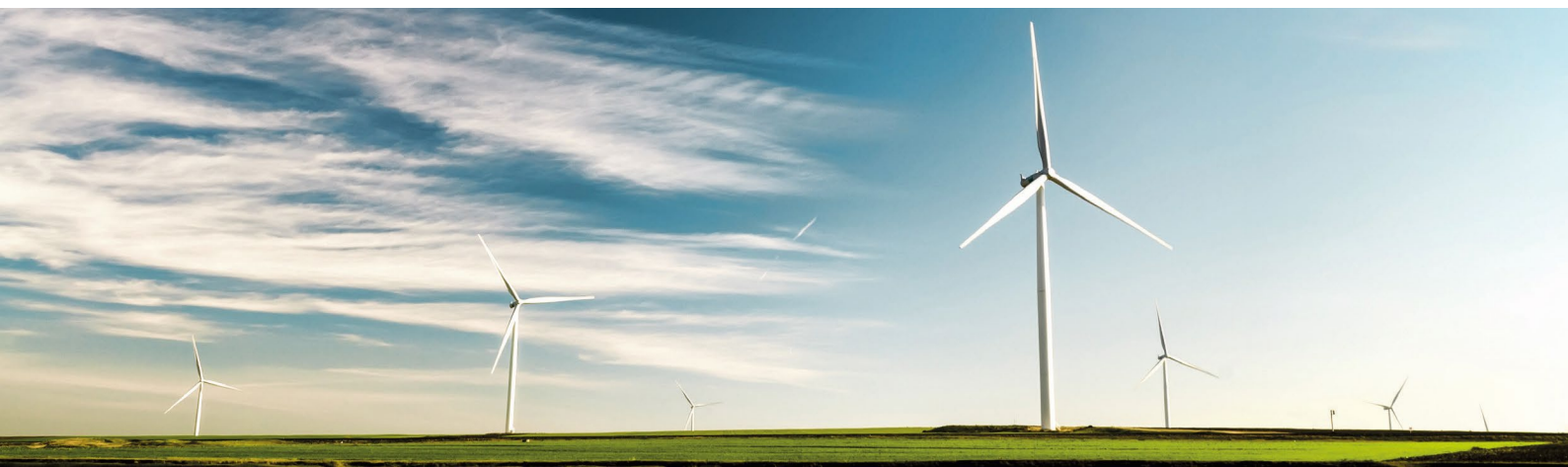
El sensor es capaz de monitorizar y analizar un gran número de características y valores de los fluidos lubricantes mediante la detección de múltiples factores como:

El **valor OD (oil degradation)**, que se basa en el nivel de oxidación del lubricante para calcular el remanente de su vida útil. Gracias al OD también es posible detectar y cuantificar las dulcificaciones que se realizan en el lubricante y calcular su impacto sobre la máquina.

El **código ISO 4406**, que es uno de los valores más interesantes obtenidos a través de la monitorización on line en equipos mecánicos. Este código indica la cantidad de contaminantes presentes en un fluido lubricante.

**Análisis individualizado** de cada partícula implicada en los procesos monitorizados. Además, el sensor tiene la capacidad de captar el aire presente en el lubricante, un parámetro muy importante que puede indicar la presencia de agua o el agotamiento de aditivos antiespumantes.

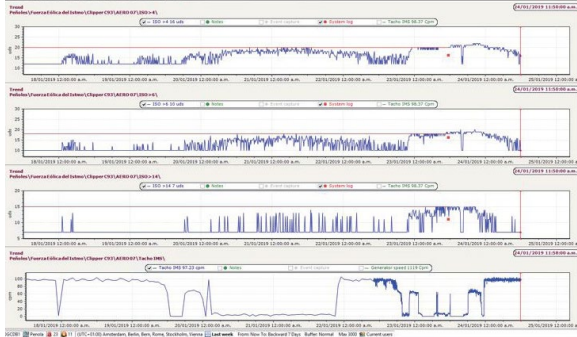
**Partículas de sliding y fatiga**, que son muy difíciles de detectar antes de que causen daños irreparables en la maquinaria. Con el sistema OW 2.0 es posible efectuar una detección temprana que puede evitar muchos problemas con los activos críticos.



[DESAFÍOS]

- **APAGÓN ELÉCTRICO**
- Durante el período monitorizado se produjo una caída general del suministro eléctrico. Este acontecimiento provocó unas paradas de emergencia en las turbinas eólicas.

**Alarmas estáticas**

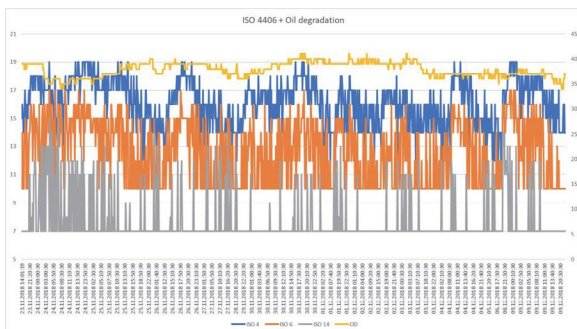


Datos analizados en la turbina 7 antes y después del percance

Como podemos observar, antes del corte de suministro se definieron alarmas estáticas, marcadas con la línea roja en base a los resultados acumulados. Después, las entradas en funcionamiento de la turbina muestran un daño permanente, ya que los códigos de limpieza de fluido entran por encima de las alarmas definidas anteriormente.

**LAS ENTRADAS EN FUNCIONAMIENTO DE LA TURBINA MUESTRAN UN DAÑO PERMANENTE.**

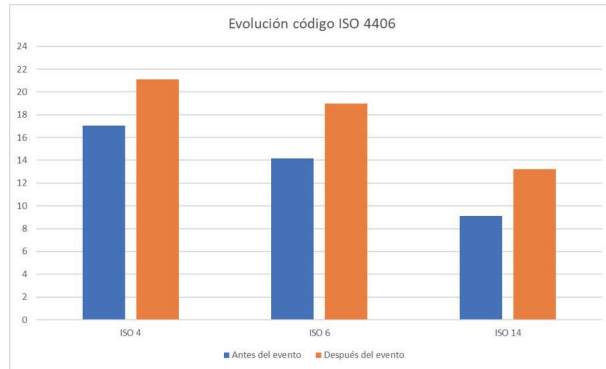
**Valores ISO + OD**



En el eje izquierdo se muestra el valor ISO 4406 correspondiente a partículas de 4/6/14 micras.

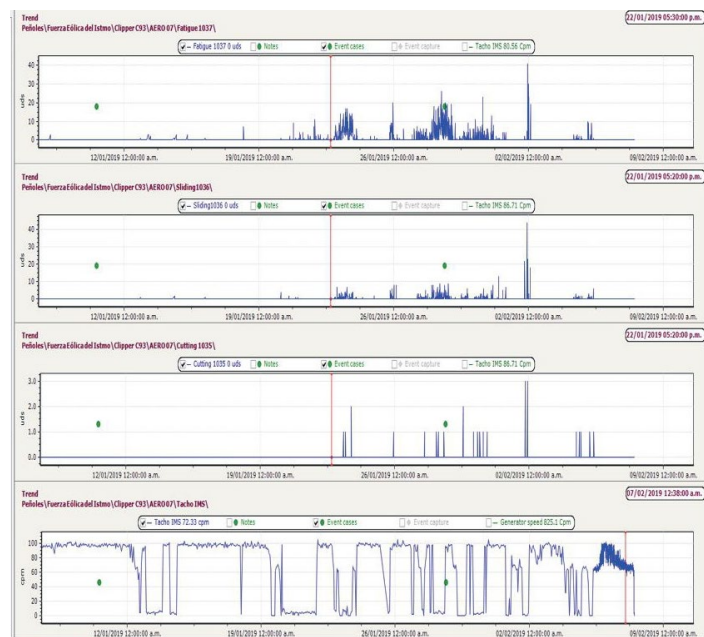
En el eje derecho se representa el valor OD. En condiciones normales es relativamente estable, pero tiende a aumentar en momentos de estrés de máquina.

**Comparativa de valores ISO + OD**



En el gráfico mostramos las medias de código ISO una semana antes y una semana después del evento. Como podemos ver, el aumento en el código es de, aproximadamente, 4 unidades.

**Alarmas estáticas**



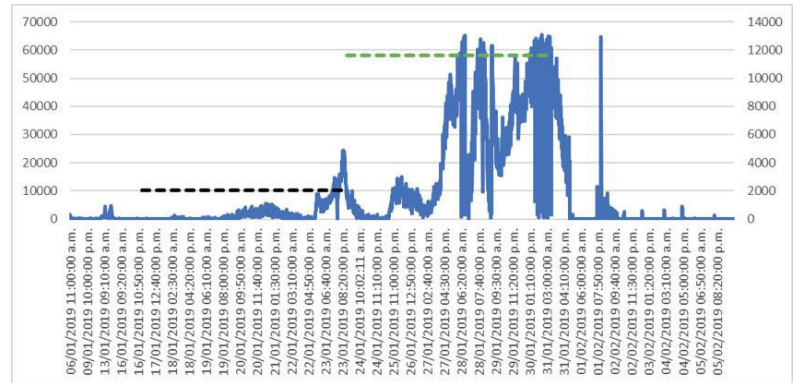
Es importante considerar que normalmente los sistemas de filtración no son 100% eficaces o no están óptimamente dimensionados. Por tanto, no son capaces de retener todas las partículas generadas en el transcurso de cualquier imprevisto, permitiendo que una proporción importante regrese nuevamente al sistema.

En estas ocasiones es muy típico que primero aparezcan partículas de sliding y, después, de fatiga. El aumento de la población de este tipo de partículas genera, a su vez, las partículas de corte que hasta entonces no habían sido detectadas por el sensor. En la siguiente gráfica mostramos la evolución de las partículas de desgaste divididas por formas. Se observa un aumento de las de sliding y fatiga y, por primera vez, empiezan a aparecer partículas de corte.

## [EVOLUCIÓN DE PARTÍCULAS]

El punto de inflexión es el día 24, la fecha del apagón que ha provocado gran cantidad de partículas.

En el eje derecho se representan las medias de partículas por test. Antes del corte en la red eléctrica, el número medio de partículas por test es de 2.043; después, pasa a ser de 11.609. Como vemos en el eje izquierdo de la gráfica, el ratio de partículas es 5 veces mayor a raíz del acontecimiento.



Evolución del total de partículas durante el último mes

Se observa claramente cómo, durante los momentos posteriores al apagón, hay un aumento considerable y repentino del total de partículas (círculo) motivado por el cambio súbito de inercia, por el efecto de frenado. Durante el percance eléctrico, la bomba mecánica no fue capaz de enviar la cantidad adecuada de lubricante a las zonas sometidas a contacto y presión (engranajes y rodamientos), lo que provocó un desgaste excesivo asociado a una carga muy alta y a un proceso de abrasión y adhesión en la superficie de las caras de los engranes y rodamientos.

**En este tipo de fenómenos, las partículas generadas durante el percance provocan que, en los siguientes arranques, los niveles de partículas se incrementen aún más**, ya que se mantienen en el sistema de recirculación provocando daños superficiales que, a su vez, aceleran el desprendimiento de recubrimientos e incrementan el nivel de contaminación. Así crean un bucle que perjudica notablemente la condición de la máquina.

**DURANTE EL PERCANCE ELÉCTRICO, LA BOMBA MECÁNICA NO FUE CAPAZ DE ENVIAR LA CANTIDAD ADECUADA DE LUBRICANTE**

## [CONCLUSIONES]

**La tecnología de monitorización de ATTEN2 ha demostrado aportar un gran valor diferencial desde el punto de vista del diagnóstico tribológico.**

Se han conseguido establecer patrones de normalidad y correlaciones con los datos de vibraciones.

También ha sido muy útil para elaborar los diagnósticos de la condición de la máquina a regímenes de baja velocidad. En esas condiciones, las vibraciones no resultan un método fiable puesto que la amplitud de los espectros cuesta de diagnosticar. En esos momentos Oil Wear 2.0 resulta especialmente útil para monitorizar los elementos mecánicos.

En este caso que analizamos, el apagón eléctrico fue detectado a través del centro de monitorización remota del que SKF dispone en Alemania.

Pese a que los valores de vibraciones no fueran críticos, las alarmas del lubricante saltaron. Por tanto, de no ser por el sensor, el incidente no se habría detectado.

Además, el estudio de las formas de las partículas de desgaste ha permitido corroborar diferentes estados de funcionamiento a partir de estas, ya que durante el apagón comenzaron a aparecer partículas de corte que no se habían detectado hasta ese momento. Este hecho era síntoma del daño irreversible sobre las turbinas que habían provocado las paradas inesperadas.

Estas hipótesis han sido corroboradas por la borescopia que se realizó en el equipo donde se muestran marcas de daños en los engranajes de la multiplicadora.

