

# INSPECCIONES BOROSCÓPICAS EN AEROGENERADORES



## SANTIAGO GARCÍA GARRIDO

Director Técnico RENOVETEC  
[www.renovetec.com](http://www.renovetec.com)

Una boroscopia es una inspección visual que se realiza con la ayuda de un elemento de visualización, el boroscopio. Se utiliza para la observación de superficies en elementos internos, cuya observación con los ojos supondría tener que llevar a cabo complejos desmontajes, a veces imposibles. Muy utilizada en el campo de la medicina para la observación directa de órganos internos, donde la técnica recibe el nombre de endoscopia, tiene diversas aplicaciones en el mundo industrial: la observación interna de turbinas de gas y de vapor, bombas centrífugas, válvulas, intercambiadores de carcasa y tubos, tuberías y por supuesto, las multiplicadoras empleadas en aerogeneradores para adaptar la velocidad de rotación del buje a la velocidad necesaria en el generador.

### EL BOROSCOPIO

El boroscopio, videoscopio, videoendoscopio, o fibroscopio es el aparato usado en las inspecciones visuales en multiplicadoras. Es un elemento óptico que permite obtener imágenes de sitios en principio inaccesibles o cuya accesibilidad supone un complejo desmontaje. La versión más utilizada en la inspección de multiplicadoras de aerogeneradores, es decir, fibroscopios, consta de los siguientes elementos:

- **Lente**, encargada de la captación de la imagen, y que tiene determinadas propiedades ópticas en cuanto a nitidez, la tecnología de captación (CMOS, CCD) y a profundidad de campo (campo en el que la imagen está enfocada).
- **Sonda**, que transmite la imagen captada hasta la unidad de procesamiento. La tecnología (transmisión de la información por fibra o por cable), la posibilidad de movimiento en la punta, el diámetro y la longitud son los aspectos característicos de la sonda.
- **Unidad de almacenamiento**, que almacena las imágenes o los videos captados por la lente.
- **Fuente de luz**, que aporta una luz blanca y regulable teniendo en cuenta que en los espacios en los que hay que observar a través del boroscopio normalmente están total o parcialmente oscuros. Puede ser interna o externa.
- **Accesorios**, especialmente para la sujeción de la unidad de almacenamiento que permita tener las manos libres para poder mover la sonda hasta los lugares de observación.



### LOS DEFECTOS IDENTIFICABLES

El boroscopista, con la ayuda del boroscopio, es capaz de identificar defectos en las superficies de los elementos observados. En la multiplicadora de un aerogenerador se analizan dos elementos internos de la multiplicadora: los engranajes y los rodamientos. Los defectos identificables por boroscopia están



perfectamente descritos en la norma ISO 10825, pero de forma resumida son los siguientes:

- **Desgaste**, que puede llegar a tener diversas formas: erosión, abrasión, etc.
- **Deformación**, que puede ocurrir por aplicación de fuerzas constantes que deforman los dientes de los engranajes principalmente, o por elementos internos o externos que caen entre rodamientos o engranajes y los marcan de forma más o menos severa.
- **Corrosión**
- **Decoloración**
- **Fractura**

### LA FORMA DE LLEVAR A CABO LA INSPECCIÓN

Al llevar a cabo la inspección, el boroscopista debe haber realizado previamente un cuidadoso procedimiento, en el que se detallan los pasos a dar antes, durante y después de la boroscopia.

Antes del inicio de la inspección, el boroscopista debe conocer en detalle la multiplicadora que va a analizar. Para ello debe disponer de los planos y esquemas necesarios y debe haberlos estudiado antes del inicio del trabajo. Debe haber preparado cuidadosamente el boroscopio y debe asegurar que dispone de baterías para la fuente de luz y/o para el boroscopio. También debe haber seleccionado la sonda adecuada (normalmente 4 y/o 6 mm).

Una vez en el aerogenerador, debe asegurarse que éste está parado y frenado, y preferiblemente, bloqueados sus elementos de mando para evitar una puesta en marcha accidental. A continuación deben retirarse las tapas de inspección (cada modelo de multiplicadora tiene sus propios accesos) y dejar enfriar el aceite, para evitar que los vapores de aceite de lubricación empañen la lente.

Durante la inspección, deben inspeccionarse uno a uno todos los elementos accesibles. Algunos engranajes son visibles a simple vista. Otros requieren del uso del boroscopio. Los rodamientos requieren el boroscopio siempre. Será conveniente girar el aerogenerador para observar todas las superficies, lo que implicará sacar la sonda, soltar frenos y volver a introducir la sonda.

Tras la inspección será necesario cerrar tapas, asegurando que no hay fugas de lubricante, asegurar que se han registrado todas las imágenes y vídeos, desbloquear todos los elementos y poner en

marcha el aerogenerador. Es conveniente verificar, tras unos 20 minutos de funcionamiento de éste, que no se han producido fugas en el aerogenerador, lo que implica descender del aerogenerador y volver a subir para realizar esta comprobación.

### EMPRESAS QUE PUEDEN LLEVAR A CABO BOROSCOPIAS

Las empresas que pueden llevar a cabo este tipo de inspecciones deben reunir una serie de características:

- **Tener personal muy formado y entrenado** en inspecciones boroscópicas, y especialmente, en boroscopias en multiplicadoras de aerogeneradores. Su formación debe estar acreditada.
- El personal debe estar formado en seguridad, preferiblemente de acuerdo con lo señalado por GWO.
- Deben tener equipos de boroscopia adecuados, de las mejores marcas del mercado, y actualizados.
- Deben tener experiencia probada en este tipo de inspecciones.

