

## **Diagnóstico del Riesgo y Medidas de Protección para Incendios en Turbinas Eólicas**

### **RESUMEN**

**Autor: Rafael Torres Silva**  
**Director: Ricard Bosch Tous**  
**Convocatòria: Octubre 2016**

**Màster en Enginyeria de l'Energia**



## Introducción

Los incendios en aerogeneradores son una realidad en parques eólicos en todo el mundo, y representan daños muy importantes para el sector. Según el informe de la aseguradora GCube del Noviembre de 2015, al año cerca de 50 aerogeneradores prenden fuego con pérdidas totales. En la Tabla 1 se pueden apreciar los números de incendios registrados por la Caithness Windfarm Information Forum, CWIF.

Tabla 1: Número de incendios en turbinas eólicas en el mundo (Fuente: CWIF).

By year:																			
Year	70's + 80s	90s	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	*16
No.		6	3	2	24	17	16	14	12	21	17	17	13	20	19	23	19	18	12
* to 30 June 2016 only																			

\* to 30 June 2016 only

Como se puede ver en la Tabla 1, los números antes del año 2000, son bastante bajos, por falta de datos. Uno de los grandes problemas de contabilizar el número de incendios es la falta de una organización internacional donde sea obligatorio reportar todo y cualquier caso de incendio producido.

La realidad es que muchos de los incendios no son reportados por la industria, y como están en locales aislados, a veces, no llega a los medios de comunicación. Además, algunos casos de incendio son controlados antes de que se quemase todo el aerogenerador, por lo que no se puede verlo por fuera, y muchas veces el caso es archivado, sin llegar a público.

### 1.2 Materiales combustibles en turbinas eólicas

Los incendios pueden causar daños en la góndola, torre, subestación eléctrica o bien en cualquier otro elemento del parque eólico. Los riesgos de incendio en la góndola vienen aumentados por la incorporación, en nuevas turbinas, de elementos como switchgears, capacitores, inversores, cabinas de control y el transformador. Estos componentes pueden ocasionar incendios debido a rotura, malfuncionamiento o sobrecarga del circuito eléctrico.

El riesgo de incendio en los aerogeneradores es aumentado por la cantidad de fluidos combustibles que son necesarios para su funcionamiento, en un espacio confinado. Los sistemas de transmisión (Gearbox), de orientación (Yaw system), de control de paso (Pitch control) y el generador están dotados de centenas de litros de lubricantes que son inflamables, y pueden propiciar la propagación del incendio o generarlo

## 2. Directrices y certificados internacionales de protección contra incendios

El Parlamento Europeo juntamente con Consejo de la Unión Europea, han elaborado la Directiva 2006/42/CE en lo que se definen los estándares que las



máquinas en general deben cumplir y aunque que no sea directamente direccionada a los aerogeneradores, ellos también están incluidos.

Otra forma de asegurar que el sistema anti-incendio sea robusto y eficaz, es por medio de Certificados de calidad. Empresas como la noruega DNV GL, en su documento SE0077 establece el proceso y los requerimientos necesarios para recibir dicho certificado, como por ejemplo, que los componentes del sistema de detección y extinción tengan que superar diferentes pruebas realizadas por laboratorios de un miembro de la European Fire Security Group (EFSG).

### **3. Buenas prácticas de prevención y extinción**

La normativa NFPA 850 trae recomendaciones de buenas prácticas para la protección contra incendios en plantas de generación de electricidad. En lo que se refiere a energía eólica, la normativa señala aspectos de seguridad importantes para los aerogeneradores que hay que tenerse en cuenta a la hora de evitar incendios. Además, por ser una guía, es posible que se tenga que adaptar las recomendaciones para cada caso

A nivel Español, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, INSHT, ha elaborado las Normas Técnicas de Prevención, NTP, que sirven como guía de buenas prácticas. Específicamente para los aerogeneradores, se elaboró una serie de tres normas (NTP 1022, 1023 y 1024) donde se describen las principales medidas de prevención y protección durante el mantenimiento de aerogeneradores.

## **4. Riesgos**

### **4.1 Caída de rayos**

Los rayos son fenómenos naturales normalmente generados en regiones eléctricamente cargadas de las nubes y alcanzan la Tierra en forma descargas eléctricas. Las nuevas turbinas pueden llegar a los 220m y su altura les hace todavía más propicias a atraer los rayos. Aunque las turbinas estén dotadas de sistemas de pararrayos, según la NFPA, la caída de rayos es la fuente más común de incendios en aerogeneradores.

### **4.2 Fallos mecánicos e hidráulicos**

Según las aseguradoras, el fallo mecánico o rotura de maquinaria es otro factor responsable por causar incendios en turbinas eólicas. Los fallos pueden ocurrir en diversas partes de la turbina y por diferentes razones. El desgaste o daños en engranajes, sobrecalentamiento de cojinetes, fatiga, uso de aceites incorrectos o temperatura de aceite incorrecta, vibraciones, frenados mecánicos del rotor y sobrecarga son algunas de las causas más comunes de incendios.



### 4.3 Fallo en las instalaciones eléctricas

Fallos en componentes eléctricos en aerogeneradores figura entre las causas más comunes. Factores externos o defectos pueden causar sobrecargas que posteriormente pueden someter estos dispositivos a un sobrecalentamiento y un inicio de incendio. Otros factores causadores de incendio en sistemas eléctricos y electrónicos son fallo en la tierra, cortocircuitos y arcos eléctricos. Entre los componentes que más presentan riesgo en la góndola está los disyuntores, inversores, capacitores, filtro de armónicos, sistemas de control, baterías y transformadores.

## 5. Sistemas pasivos de protección contra incendios

### 5.1. Protecciones contra rayos

La mayoría de los nuevos aerogeneradores ya vienen equipados con sistemas de protección para rayos. Estos sistemas están centrados en conducir la descarga eléctrica, o rayo, hasta la tierra, evitando daños en los componentes

La gran mayoría de los casos, cuando se hablan de descargas por rayos, los valores suelen estar entre 5 y 14 kA. Sin embargo, los sistemas de protección deben estar preparados para cubrir un rango elevado de corriente de descarga, aunque eso viene reflejado en el precio del dispositivo. Los aerogeneradores son divididos en clases de I a IV, dependiendo de los límites máximos y mínimos de corriente que pueda soportar, de acuerdo con la IEC 62305.

### 5.2 Minimizar los riesgos en los sistemas eléctricos

Equipos de protección para los sistemas eléctricos, tales como fusibles y disyuntores, deben ser capaces de detectar selectivamente una parte defectuosa del circuito, o bien un equipo como el generador, transformador o cables y desconectarlos. Al desconectar la parte o equipo defectuoso, el sistema automáticamente debe comunicar al operador del parque para que sea enviado un grupo de mantenimiento al local. Además, estos deben también ser capaces de apagar la turbina y desconectarla de la red de distribución.

### 5.3 Recubrimientos de protección contra Incendios

Los recubrimientos contra incendio, o resinas retardantes al fuego, ampliamente utilizados en el sector de construcción civil, pueden tener un gran potencial como medida de protección en el sector eólico. Los recubrimientos disponibles en el mercado pueden llegar hasta los 120 minutos de resistencia al fuego, este tiempo puede ser el factor clave para evitar un daño más grande, ya que, durante este tiempo, es posible que lleguen los bomberos, o bien que el fuego acabe por falta de material combustible, por ejemplo.



#### 5.4 Mantenimiento

El mantenimiento de los aerogeneradores debe ser realizado de manera periódica con un cierto nivel de calidad. Muchos incendios reportados son debidos a servicios de mantenimiento realizados de manera incorrecta. Como mínimo el mantenimiento de partes cruciales como el sistema de transmisión, devanados del generador, transformador, sistemas hidráulicos y cojinetes debe ser realizado frecuentemente, aunque se ha visto en este trabajo que muchos otros dispositivos pueden ser responsables por causar incendios y deberían ser también revisados.

#### 5.5 Formación

La formación del personal es una medida muy importante, ya que el error humano es todavía una de las principales causas de los accidentes con incendios. Aunque el aerogenerador esté equipado con equipos de protección que le dé un nivel aceptable de seguridad, un fallo humano puede ser suficiente para que se empiece un incendio, principalmente si esto pone su vida y de otros en riesgo.

#### 5.6 Seguros

Las pérdidas económicas debido a accidentes pueden llegar a sumar millones de euros y, por esta razón, los propietarios de parques eólicos normalmente buscan aseguradoras que puedan cubrir estos gastos a cambio de primas mensuales.

Existe un estímulo activo de las aseguradoras para que sus clientes utilicen métodos de reducción de riesgo y que los pongan en marcha para reducir las posibilidades de incendios. Expertos aseguran que la inversión puede recuperarse en un plazo de 5 a 7 años, y teniendo en cuenta que la vida útil de una turbina es de 20 años valdría la pena.

### 6. Sistemas activos de protección contra incendios

#### 6.1 Detección

La detección es la primera etapa en los sistemas activos de protección contra incendios. Se han comentado los sistemas más utilizados en el sector entre ellos, los detectores de llama por infrarrojos, detectores de humos lineales, detectores de Humo por Aspiración y detectores de llamas multi-sensores. Cada uno de ellos trae ventajas e inconvenientes, y además cada uno puede ser más adecuado para una zona específica del aerogenerador que otro.

#### 6.2. Extinción

Los sistemas de extinción son obligatorios en aerogeneradores aunque en este trabajo se está intentando demostrar que en el mercado existen diversos tipos diferentes de sistemas de extinción costes efectivos pero no todos son adecuados a aplicación en aerogeneradores. Entre los tipos más comunes están los de sistemas de gas, agua, otros químicos, polvos y aerosoles.



### 6.3. Monitoreo de instalación

Los sistemas de detección deben estar conectados a un sistema de monitorización que sea controlado de manera remota. En el caso que se detecte un incendio, es importante activar, de manera automática, la parada completa del aerogenerador y la desconexión de los sistemas eléctricos, además de contactar con los bomberos.

### 6.4. La desactivación de las instalaciones

En el caso de un incendio, el aerogenerador todos los sistemas mecánicos eléctrico e hidráulico deben ser apagados y el aerogenerador desconectado de la red de distribución automáticamente. Con excepción de los sistemas de información de emergencia y las luces de emergencia que deben tener una fuente autónoma de alimentación en el caso que haya personas dentro de la turbina, puedan encontrar el camino de la salida.

## 7. Análisis de Casos

En esta sección se ha comentado en detalle cuatro siniestros reales, con diferentes fuentes de incendio, en diferentes partes del mundo. Además, se ha discutido cuales los sistemas de prevención podrían haber ser utilizados en cada caso basado en los conocimientos adquiridos en este trabajo.

## Conclusiones

Muchos factores deben tenerse en cuenta para poder lograrse un nivel alto de protección contra incendio en aerogeneradores. En este trabajo, se han diagnosticado las causas más comunes de incendio y las medidas de prevención, activas y pasivas, que se pueden implementar para reducir los riesgos. Además, se ha señalado la importancia de los trabajos de mantenimiento y la del personal conocer los riesgos y sistemas de protección.

Los accidentes por incendio son en gran parte muy costosos y peligrosos para la vida humana aunque que para la cantidad de aerogeneradores que existen actualmente el número de turbinas incendiadas es relativamente bajo. Sin embargo, el número de incendios pueden aumentar debido al envejecimiento de turbinas de grande porte, que son el tipo que más atraen rayos, por ejemplo

La instalación de estos sistemas podría ser de interés del propietario del parque, que ha invertido el dinero, pero también a las aseguradoras. Estas empresas deben arcar con los costes, aunque eso dependerá de las condiciones del tipo de seguro firmado, se podría plantear de reducir las primas que pagan los propietarios, en el caso de una mejora en sus sistemas de protección.

