

Seguridad contra incendios en aerogeneradores

Selección de Sistemas de Protección



EXTINGUISHING SECTION

Published: July 2026



FIRE
SECTION



EXTINGUISHING
SECTION



SECURITY
SECTION



SERVICES
SECTION



CROSS-SECTIONAL
TOPIC

Tabla de Versiones

Fecha	Nº de Revisión	Párrafo / Página	Cambio
2026-07	1		Primera versión

PRÓLOGO

La presente guía tiene carácter orientativo general y no constituye un sustituto del asesoramiento detallado sobre circunstancias concretas. Aunque se ha puesto el máximo cuidado en la recopilación y elaboración de esta publicación para garantizar su exactitud, Euralarm no puede, bajo ninguna circunstancia, asumir responsabilidad alguna por los errores, omisiones o consejos ofrecidos, ni por las pérdidas que pudieran derivarse de la confianza depositada en la información contenida en esta publicación.

AVISO LEGAL

El presente documento tiene como único objetivo orientar a los miembros de Euralarm y, en su caso, a sus afiliados, sobre la situación actual en relación con el asunto tratado. Aunque se ha hecho todo lo posible por garantizar su exactitud, los lectores no deben dar por supuesta su exhaustividad o corrección, ni considerarlo una interpretación jurídica. Euralarm no se hace responsable de proporcionar información incorrecta o incompleta.

Nota: El documento en inglés es el documento de referencia aprobado por Euralarm.

Copyright Euralarm

© 2026, Zug, Suiza

Euralarm · Gubelstrasse 11 · CH-6300 Zug · Suiza

E: secretariat@euralarm.org

W: www.euralarm.org

Índice

1.	Introducción.....	4
2.	Resumen y principales conclusiones.....	4
3.	Regulación y normas	5
3.1.	Introducción.....	5
3.2.	Identificación de riesgos de incendio y enfoque de diseño basado en el riesgo	5
3.3.	Marcos de prevención de pérdidas materiales promovidos por las aseguradoras	5
3.4.	Deficiencias normativas observables.....	5
4.	Consideraciones relativas a la protección	6
4.1.	Objetivos de protección	6
4.2.	Riesgos fundamentales	6
4.3.	Impacto medioambiental.....	7
4.4.	Gestión de riesgos empresariales	7
4.5.	Impacto en cadena	7
5.	Estrategia de protección contra incendios	8
5.1.	Detección de incendios	8
5.2.	Sistemas automáticos de extinción y supresión de incendios (recomendados).....	9
5.3.	Protección pasiva contra incendios	10
5.4.	Protección contra rayos	10
5.5.	Supervisión y mantenimiento	10
6.	Conclusión	11
	Anexo: Materiales e información a los que se hace referencia en el presente documento.....	12

1.1.1. Introducción

El presente documento ofrece orientaciones sobre seguridad contra incendios aplicables a las instalaciones de aerogeneradores o turbinas eólicas, tanto terrestres como marinas, a lo largo de todo su ciclo de vida operativo. Aborda la identificación, evaluación y mitigación de los riesgos de incendio asociados a los componentes y sistemas clave de los aerogeneradores, entre los que se incluyen las góndolas, los rotores, las torres, los transformadores y los equipos eléctricos e hidráulicos asociados.

La guía ofrece un enfoque estructurado y basado en el riesgo para la prevención, detección, contención y protección contra incendios (es decir, la supresión y la extinción), en consonancia con la serie de normas IEC 61400 y las prácticas internacionales reconocidas.

El documento está dirigido a nuevas instalaciones, proyectos de repotenciación y aerogeneradores existentes en los que las modificaciones, el envejecimiento o los cambios en las condiciones de funcionamiento puedan influir en el riesgo de incendio, y está dirigido a proyectistas, propietarios, operadores, aseguradoras, autoridades competentes en materia de concesión de permisos y otros interesados.

El presente documento no sustituye a las obligaciones legales, las instrucciones de los fabricantes de equipos originales (OEM) ni los requisitos específicos de cada jurisdicción, ni prescribe tecnologías concretas de protección contra incendios. La responsabilidad del diseño detallado, la selección de los sistemas y el cumplimiento de la normativa recae en las partes correspondientes.

1.1.2. Resumen y principales conclusiones

La seguridad contra incendios en los aerogeneradores no se rige por un único código internacional armonizado. En su lugar, se aborda mediante una combinación de normas internacionales de diseño, regulaciones nacionales y directrices elaboradas por las aseguradoras, la mayoría de las cuales exigen un enfoque basado en el riesgo en lugar de prescribir medidas de protección específicas.

Las turbinas eólicas contienen múltiples focos de ignición potenciales y una cantidad significativa de materiales combustibles; y, aunque la probabilidad de que se produzca un incendio sea baja, las consecuencias suelen ser graves, lo que a menudo conlleva la pérdida total de los activos y repercusiones más amplias tanto para el medio ambiente como para la reputación. La creencia generalizada de que un incendio en una turbina es inevitablemente catastrófico ha marcado tanto las prácticas de diseño como los modelos de seguros, a pesar de que hay pruebas de que muchos incendios se originan en componentes identificables y, por lo tanto, pueden abordarse desde el punto de vista técnico.

La presente guía plantea una estrategia estructurada de protección contra incendios alineada con la serie de normas IEC 61400, poniendo énfasis en la prevención, la detección precoz y la intervención proporcionada a lo largo de todo el ciclo de vida de la turbina. Demuestra que la identificación temprana de condiciones anómalas y la aplicación meditada de sistemas automáticos de detección y extinción de incendios —como complemento de la protección pasiva y las medidas de mitigación de rayos— pueden reducir de manera significativa la escalada del siniestro, limitar los daños y mejorar la resiliencia. Al ir más allá del cumplimiento mínimo y considerar la protección contra incendios como un sistema integrado, en lugar de un requisito aislado, los diseñadores, operadores, aseguradoras y organismos reguladores pueden reducir el daño medioambiental, mejorar la disponibilidad y la asegurabilidad, y reforzar la confianza en la energía eólica como tecnología sostenible y responsable.

La idea tradicional de que un incendio en una turbina conduce inevitablemente a una pérdida total y catastrófica está siendo cada vez más cuestionada y no es ni técnicamente necesaria ni se ajusta a las expectativas actuales en materia de seguridad y responsabilidad medioambiental.

1.1.3. Regulación y normas

3.1. Introducción

En la actualidad, la seguridad contra incendios en los aerogeneradores no se rige por un único código internacional, sino por una combinación de normas internacionales de diseño, directrices de protección contra incendios, requisitos establecidos por las aseguradoras y otras normativas nacionales de seguridad. En conjunto, estas normas establecen un marco basado en el riesgo en el que se deben identificar, evaluar y mitigar los riesgos de incendio, con o sin la necesidad de un sistema de extinción de incendios integrado en la instalación.

3.2. Identificación de riesgos de incendio y enfoque de diseño basado en el riesgo

Existen dos normas de aplicación internacional que son relevantes para las consideraciones de seguridad de los aerogeneradores. La norma ISO 19353 “Seguridad de las máquinas — Prevención y protección contra incendios” se centra en los principios generales para identificar los riesgos de incendio en la maquinaria y realizar evaluaciones de riesgo de incendio, mientras que la norma IEC TS 61400 30 “Seguridad de los generadores eólicos — Principios generales de diseño” es una especificación técnica que define los requisitos esenciales de salud y seguridad específicos para el diseño de los aerogeneradores. Asimismo, aborda los requisitos para el funcionamiento, la inspección, el mantenimiento, la instalación y el desmantelamiento seguros. Ambas normas hacen hincapié en la necesidad de llevar a cabo una evaluación de riesgos, mediante la cual se reduzca el riesgo de incendio a niveles aceptables a través del diseño de la maquinaria y las instrucciones de funcionamiento, sin exigir la integración de un sistema de extinción de incendios integrado.

Además, para el mercado estadounidense, la norma NFPA 850, “Protección contra incendios para plantas de generación eléctrica”, aborda la protección contra incendios de las instalaciones de generación de energía en general, con referencia específica a los aerogeneradores en el capítulo 13. En este capítulo, la norma establece el requisito de contar con un Documento de Fundamentos de Diseño de Protección contra Incendios (FPDBD por sus siglas en inglés) para identificar y abordar los posibles riesgos de incendio y explosión. Asimismo, define el marco de la estrategia global de seguridad para la protección adecuada de esta aplicación, al tiempo que hace referencia a las normas de la NFPA aplicables que se deben cumplir para los sistemas de extinción de incendios seleccionados.

3.3. Marcos de prevención de pérdidas materiales promovidos por las aseguradoras

Por otra parte, las aseguradoras también proporcionan directrices de acceso público que abordan los riesgos de incendio asociados al funcionamiento de los aerogeneradores. Por ejemplo, la Directriz n.º 22 de la CFPA E adopta y amplía los principios de la norma VdS 3523, haciendo hincapié en la necesidad de contar con sistemas automáticos de detección de incendios y de extinción fijos. Asimismo, destaca otras medidas operativas fundamentales que resultan esenciales para la secuencia de una estrategia de protección contra incendios, como la detección temprana, la detención automática y la desconexión de la red.

Esto difiere del planteamiento de FM Global respecto a la protección contra incendios en aerogeneradores, que se centra en la prevención más que en la extinción. En él se identifican los principales riesgos de incendio, como los aceites en góndolas, los sistemas hidráulicos, los equipos eléctricos y los transformadores, y se establece que el objetivo principal es el “control de las fuentes de ignición y la prevención de incendios dentro de la góndola”. La estrategia de FM hace hincapié en la construcción con materiales incombustibles, la detección automática de incendios con parada de la turbina y aislamiento del sistema de lubricación, así como en la planificación de emergencias, sin exigir la instalación de sistemas automáticos de extinción de incendios.

3.4. Deficiencias normativas observables

Las normas y los documentos orientativos disponibles no ofrecen un código de seguridad contra incendios armonizado para los aerogeneradores. Las evaluaciones de riesgo de incendio exigidas en algunas jurisdicciones, así como los requisitos normativos prescriptivos relacionados con el diseño y el uso de tecnología de extinción automática de incendios, no se aplican de forma generalizada. En consecuencia, la responsabilidad de determinar los sistemas de protección adecuados recae con frecuencia en el diseñador, el operador, la aseguradora y la

autoridad competente en materia de permisos, que actúan de forma conjunta en determinadas ocasiones.

1.1.4. Consideraciones relativas a la protección

La tecnología en materia de aerogeneradores sigue evolucionando a un ritmo vertiginoso. Las turbinas aumentan en tamaño, potencia y complejidad del sistema, impulsadas por la necesidad de una mayor eficiencia y un menor coste nivelado de la energía. Si bien algunos fabricantes de equipos originales (OEM) trabajan activamente para reducir determinados riesgos —como la disminución de los volúmenes de aceites lubricantes o la adopción de conceptos alternativos para el sistema de transmisión—, la naturaleza fundamental de un aerogenerador permanece inalterada: se trata de un sistema de conversión de energía de gran tamaño y situado en altura, que a menudo funciona de forma continua y/o remota, y que convierte cantidades significativas de energía cinética en energía eléctrica.

Su característica remota impide una intervención humana rápida, en caso de fuego, lo que se añade a las dificultades físicas de acceso, como la altura de la turbina, en caso de que la respuesta pueda producirse. En las instalaciones marinas, en particular, las turbinas suelen estar interconectadas eléctricamente (conectadas en "serie"), lo que significa que una sola turbina puede transportar no solo la energía que genera, sino también la producida por varias máquinas vecinas. Esto aumenta tanto la energía eléctrica presente en la estructura como las posibles consecuencias de los fallos en los componentes o sistemas compartidos.

En términos sencillos, las turbinas eólicas contienen numerosos materiales combustibles y múltiples focos de ignición plausibles. Si bien la probabilidad de que se produzca un incendio puede ser baja por cada turbina, las consecuencias de un incendio —cuando este se produce— suelen ser graves. Muchos presuponen que cualquier incendio provocará una pérdida total y catastrófica. Por lo tanto, las consideraciones en materia de protección deben centrarse no solo en la probabilidad, sino también en las consecuencias, la resiliencia y la capacidad de intervenir de forma temprana.

1.2. Objetivos de protección

Los objetivos principales de la protección contra incendios en aerogeneradores deberían ir más allá del inmediato de preservar la vida, que es esencial. Las medidas de protección deberían tener como objetivo:

- Prevenir los incendios siempre que sea razonablemente posible;
- Detectar y extinguir los incendios en la fase más temprana posible;
- Limitar la propagación y la intensificación del fuego dentro de la turbina;
- Reducir la probabilidad de una pérdida total y catastrófica del activo;
- Minimizar el daño medioambiental, incluidos los impactos secundarios más allá del perímetro de la turbina (por ejemplo, incendios forestales, contaminación agrícola, daños a la vida marina, etc.);
- Garantizar la continuidad de la actividad, la disponibilidad y la asegurabilidad a lo largo de la vida útil de la turbina.

Si bien los procedimientos de respuesta ante emergencias y de evacuación son fundamentales —sobre todo teniendo en cuenta las dificultades que plantea la evacuación de las góndolas situadas a más de 100 metros sobre el suelo o el nivel del mar—, las estrategias modernas de protección contra incendios no deberían asumir que el único desenlace viable de un incendio en una turbina es que esta se queme por completo.

1.3. Riesgos fundamentales

El riesgo de incendio en un aerogenerador se deriva de la interacción entre las fuentes de ignición, los materiales combustibles y las condiciones de funcionamiento.

La mayoría de los riesgos de ignición son internos a la turbina y están relacionados con el funcionamiento normal o con las actividades de mantenimiento. Entre ellos se incluyen fallos eléctricos (como averías en convertidores, transformadores, cuadros eléctricos o cableado), fricción mecánica o sobrecalentamiento (por ejemplo, en frenos, cojinetes, cajas de cambios o sistemas de giro), fallos en el sistema hidráulico y actividades de mantenimiento que impliquen calor o intervenciones eléctricas. De la misma forma, los procedimientos de frenado pueden elevar el riesgo de incendio al generar los frenos altas temperaturas y posibles chispas, que pueden provocar un incendio en presencia de fugas de aceite y materiales combustibles.

Al mismo tiempo, las turbinas contienen cantidades considerables de materiales combustibles. Entre ellos se

incluyen aceites hidráulicos y de transformador, lubricantes, aislamiento polimérico, plásticos, materiales compuestos —como los plásticos reforzados con fibra de vidrio utilizados en las góndolas y las palas— y un extenso cableado y componentes electrónicos. El carácter cerrado y elevado de la góndola puede agravar la propagación del incendio una vez que se produce la ignición.

Otro factor es la antigüedad de las instalaciones. A medida que las turbinas envejecen, los componentes, las juntas, el cable y los sistemas de protección pueden degradarse, lo que aumenta la probabilidad de que se produzcan fallos si no se aplican rigurosamente estrategias de inspección, supervisión y renovación.

Los impactos de rayos representan un riesgo de ignición distinto y externo que afecta a toda la estructura. Aunque los sistemas de protección contra rayos están ampliamente implantados y son esenciales, los rayos siguen siendo una causa plausible de incendios en las turbinas y deben considerarse por separado de los riesgos a nivel de los componentes internos.

Es imprescindible evaluar los riesgos a nivel de los componentes internos, tanto en las nuevas construcciones como en las posibles necesidades de renovación.

1.4. Impacto medioambiental

Las consecuencias de un incendio en un aerogenerador van más allá de la pérdida del propio aerogenerador. Los incendios que queman por completo la instalación pueden provocar la emisión de contaminantes atmosféricos, incluidos los productos de combustión de aceites, polímeros y materiales compuestos. Además, los escombros que caen —ya estén en llamas o no— se pueden dispersar por una amplia zona debido a la gravedad y al viento.

Estos escombros pueden incluir fragmentos de palas, materiales de la góndola y aislamiento, lo que podría introducir microplásticos y otros contaminantes en el entorno circundante. En alta mar, esto puede afectar a los ecosistemas marinos y a la calidad del agua. En tierra firme, los impactos pueden extenderse a los terrenos agrícolas, los cultivos, el ganado o las comunidades cercanas.

Existe asimismo un riesgo plausible de que los escombros en llamas o las brasas puedan actuar como fuente de ignición de incendios secundarios más allá de la base inmediata del aerogenerador. En una época de creciente volatilidad climática, sequías prolongadas y fenómenos meteorológicos extremos, este riesgo no puede descartarse. Aunque los procesos judiciales y las relaciones causales definitivas son hoy en día relativamente infrecuentes, las implicaciones para la reputación y el medio ambiente, incluso de una supuesta conexión entre el incendio de un aerogenerador y un incendio forestal, pueden ser significativas.

1.5. Gestión de riesgos empresariales

Desde una perspectiva empresarial, la opinión predominante entre muchos profesionales del sector eólico es que cualquier incendio que se produzca en el interior de un aerogenerador probablemente provocará la pérdida total y catastrófica de dicho aerogenerador. Esta suposición ha determinado tanto las expectativas operativas como los modelos de seguros.

Sin embargo, este resultado no tiene por qué ser inevitable en todos los casos. Muchos incendios se originan en componentes o subsistemas específicos e identificables. Cuando estos riesgos se conocen y pueden abordarse técnicamente, una protección específica puede alterar sustancialmente el resultado: de una pérdida total a un incidente limitado que solo provoque una indisponibilidad simbólica y temporal.

Reducir la gravedad de los incendios puede acortar significativamente el tiempo de inactividad, limitar el alcance de las reparaciones, estabilizar las condiciones de los seguros y proteger el valor de los activos a largo plazo. Es importante destacar que también contribuye a preservar la credibilidad de la energía eólica como una tecnología verdaderamente sostenible y de bajo impacto, en lugar de una cuyos riesgos simplemente se toleran.

1.6. Impacto en cadena

Las repercusiones en cadena de un incendio en un aerogenerador pueden ser considerables. Más allá de la pérdida directa de activos, pueden producirse:

- Consecuencias medioambientales que afecten a la tierra, el mar, la calidad del aire y la biodiversidad;
- Riesgos para la seguridad del personal de emergencias y de mantenimiento;
- Daño reputacional para los operadores, los promotores y el sector eólico en general;

- Examen regulatorio o retrasos en futuros proyectos;
- Aumento de las primas de seguro, de las franquicias o de las restricciones de cobertura.

Por el contrario, la intervención temprana —mediante la detección, la contención y los medios de extinción automática con extinción completa— puede evitar que el incendio se agrave. Muchos de los componentes en los que se originan los incendios se pueden proteger de forma práctica y proporcionada. Abordar los incendios en su fase incipiente o en las primeras etapas de propagación puede transformar un suceso que, de otro modo, sería catastrófico en un problema de mantenimiento manejable.

En esencia, si bien el riesgo de rayos siempre debe tenerse en cuenta a nivel estructural, la mayoría de los riesgos de incendio en las turbinas son internos, se derivan de los componentes y, por lo tanto, pueden abordarse técnicamente. Una estrategia de protección que reconozca esta realidad puede reducir de manera significativa el daño medioambiental, proteger al personal, mejorar la disponibilidad de las turbinas y reforzar la sostenibilidad a largo plazo de la energía eólica.

1.6.1. Estrategia de protección contra incendios

La estrategia de protección contra incendios para los aerogeneradores deberá ajustarse al marco basado en el riesgo establecido en la serie de normas IEC 61400. Su objetivo general es prevenir el inicio de incendios, detectar condiciones anómalas en la fase más temprana posible, limitar la propagación de cualquier incendio que se produzca y proteger al personal, los equipos y el medio ambiente. Dado que el acceso a los aerogeneradores resulta difícil, especialmente durante su funcionamiento, la estrategia debe poner énfasis en la detección temprana y en las medidas de protección automáticas. Entre las normas pertinentes se incluyen la IEC 61400-1, relativa a los requisitos de diseño; la IEC 61400-24, relativa a la protección contra rayos; las normas IEC TS 61400-23 e IEC TS 61400-4-1, relativas a la integridad estructural y del sistema de transmisión; la IEC 61400-25, relativa a la comunicación y la supervisión; la norma IEC 60204-1 y la norma IEC 60364 en materia de seguridad eléctrica, así como la serie IEC 60695 para ensayos de riesgo de incendio.

1.7. Detección de incendios

De conformidad con la norma IEC 61400-1, los sistemas de detección de incendios deberán ser capaces de identificar condiciones térmicas anormales o relacionadas con la combustión antes de que se conviertan en un incendio en toda regla. Estos sistemas deben adaptarse a los retos operativos y medioambientales de los aerogeneradores.

1.7.1. Góndola

Dentro de la góndola, las medidas de detección deben centrarse en los componentes que presentan un mayor riesgo de ignición, como el generador, la caja de cambios, el convertidor de potencia, las resistencias de frenado y los sistemas hidráulicos. Entre las tecnologías de detección adecuadas se incluyen los sistemas de detección de calor y humo diseñados para entornos hostiles y con altas vibraciones, así como la detección de llamas en aquellas zonas donde los equipos a cielo abierto permiten identificar señales visibles de llama. Los sistemas instalados deben ser resistentes al polvo, a la condensación y a las cargas térmicas operativas, al tiempo que proporcionan información fiable a los sistemas de control y SCADA de la turbina, de conformidad con la norma IEC 61400-25.

Es necesario prestar especial atención para evitar alarmas falsas o no deseadas. Dadas las condiciones remotas, las inspecciones visuales y verificaciones por parte del personal son improbables y un circuito cerrado de televisión (CCTV) puede no ser adecuado. Las condiciones normales de operación de los aerogeneradores pueden generar multitud de fenómenos engañosos tales como temperatura elevada, chispas y aerosoles provocados por el frenado, entre otros. Los detectores térmicos, de humo y de llama deberían tener una programación adecuada y/o disponer de la tecnología para mitigar la probabilidad de alarmas falsas o no deseadas.

1.7.2. Rotores

El buje del rotor requiere la supervisión de los sistemas hidráulicos o eléctricos de variación del paso, los elementos de frenado y los conjuntos de cojinetes. Por lo general, resulta adecuado disponer de una supervisión de la

temperatura y una detección lineal de calor, especialmente cerca de los componentes hidráulicos, donde las fugas pueden suponer un riesgo adicional de ignición.

1.7.3. Torre

La detección de incendios en la torre deberá centrarse en los riesgos asociados a los cables eléctricos, los cuadros eléctricos y los equipos de alimentación auxiliar. La detección de humo suele ser más eficaz en las secciones inferiores de la torre, donde se acumula el humo, y debe complementarse con la monitorización de la temperatura a lo largo de los recorridos de los cables para detectar sobrecalentamientos o fallos en el aislamiento.

1.7.4. Transformador

Los transformadores deberán estar equipados con un sistema de control térmico de los devanados y, cuando proceda, de los sistemas de aceite. En los compartimentos cerrados de los transformadores, la detección de humo o de gases aporta un nivel esencial de seguridad y contribuye a garantizar una respuesta rápida en caso de fallos internos.

1.8. Sistemas automáticos de extinción y supresión de incendios (recomendados)

Aunque las normas de la IEC no exigen el uso de un agente extintor concreto, sí destacan que la extinción manual de incendios en el interior de un aerogenerador suele resultar inviable. Por lo tanto, se debe considerar la instalación de sistemas automáticos de extinción de incendios siempre que una evaluación de riesgos realizada conforme a la norma IEC 61400-1 identifique riesgos inaceptables.

Existen numerosos métodos de protección contra incendios.

- Sistemas gaseosos, para espacios cerrados mediante inundación total, capaces de penetrar en los equipos.
- Agua nebulizada, tanto a baja como a alta presión, proporciona humectación y refrigeración, además de desplazar el oxígeno.
- Sistemas de espuma por aire comprimido, generan una capa de espuma estable, con burbujas pequeñas y de gran inercia.
- Aerosoles condensados, para espacios cerrados mediante inundación total capaz de interrumpir químicamente el proceso de combustión.
- Los sistemas de polvo utilizan polvo seco para extinguir incendios, interrumpiendo la reacción química del fuego.

Estas soluciones permiten la aplicación inmediata del agente extintor directamente sobre el activo y resultan viables en lo que respecta a lo anteriormente expuesto. Se recomienda a los lectores que consulten a un especialista en protección contra incendios para conocer con claridad las ventajas y los inconvenientes de las tecnologías mencionadas.

1.8.1. Sistema de extinción de incendios para la góndola

La extinción automática en la góndola puede proteger equipos críticos como el generador, la caja de cambios y la electrónica de potencia. Los sistemas aceptables deben ser no conductores de la electricidad, adecuados para espacios cerrados y normalmente no ocupados, y deben ser capaces de funcionar de forma fiable en todo el rango de condiciones ambientales de la turbina. Entre las soluciones habituales se incluyen los sistemas basados en gas y los de aerosol condensado, así como los sistemas de extinción localizados para la protección específica de determinados objetos.

1.8.2. Protección del rotor

Si la evaluación de riesgos lo considera necesario, también se podrán instalar en el rotor unidades compactas de extinción automática. Estos sistemas deberán estar diseñados para funcionar de forma segura sin interferir con los mecanismos de paso ni con la dinámica del rotor.

1.8.3. Protección de transformadores

La protección contra incendios de los transformadores debe coordinarse con los requisitos de seguridad eléctrica y con las medidas destinadas a prevenir la contaminación medioambiental. En función del tipo de transformador, los sistemas fijos de extinción y los dispositivos de contención de aceite pueden reducir significativamente tanto la propagación del fuego como los daños secundarios en la estructura de la turbina.

1.9. Protección pasiva contra incendios

La protección pasiva contra incendios desempeña un papel fundamental a la hora de cumplir los objetivos de la IEC en materia de contención de fallos y limitación de daños. Refuerza los sistemas activos al reducir la probabilidad de propagación del fuego y al proteger la integridad estructural.

1.9.1. Materiales y componentes

Los materiales empleados en el interior de la turbina deberían cumplir los requisitos de resistencia al fuego establecidos en la norma IEC 60695. Los cables sin halógenos y de baja emisión de humos y, siempre que sea posible, los fluidos hidráulicos resistentes al fuego reducen tanto la carga de fuego como los riesgos tóxicos en caso de incendio.

1.9.2. Separación y compartimentación contra incendios

La compartimentación interna debe limitar la propagación del fuego entre los sistemas eléctricos, hidráulicos y mecánicos. Esto incluye el uso de tabiques resistentes al fuego, pasacables debidamente sellados y medidas de diseño que impidan la propagación vertical a través del hueco de la torre.

1.9.3. Protección estructural

El diseño estructural debe contemplar la exposición al fuego de los elementos portantes. Las medidas pasivas deben garantizar que los incendios locales no provoquen inestabilidad estructural ni derrumbe, protegiendo así al personal y manteniendo la contención.

1.10. Protección contra rayos

Los rayos constituyen una de las fuentes de ignición más habituales en los aerogeneradores. Por lo tanto, la protección contra rayos deberá cumplir plenamente con la norma IEC 61400-24.

1.10.1. Protección externa contra rayos

Las palas deberán incorporar receptores y conductores de bajada que guíen de forma segura las corrientes de rayo a través de la góndola y la torre hasta la red de puesta a tierra de los cimientos. El sistema en su conjunto debe proporcionar una vía continua y de baja impedancia durante toda la duración del fenómeno de rayo.

1.10.2. Protección contra arcos internos y sobretensiones

En el interior de la turbina, se instalarán dispositivos de protección contra sobretensiones para proteger tanto las líneas de distribución eléctrica como las de comunicación. Todos los componentes metálicos deben estar conectados equipotencialmente, y los sistemas sensibles—incluidos los equipos de detección y supresión—deben estar protegidos contra las sobretensiones transitorias.

1.10.3. Mitigación del riesgo de incendios

Un sistema de protección contra rayos correctamente diseñado deberá minimizar los riesgos de incendio evitando la formación de arcos eléctricos, controlando los efectos térmicos sobre los materiales cercanos y reduciendo al mínimo el riesgo de ignición provocado por descargas eléctricas.

1.11. Supervisión y mantenimiento

Las medidas de protección contra incendios deberán integrarse en el ciclo de vida operativo de la turbina e ir acompañadas de actividades sistemáticas de seguimiento, inspección y formación. La supervisión remota del equipo de detección permite recoger el histórico de los eventos relacionados con el fuego, fallos, contaminación e

información de mantenimiento en todos los periféricos conectados con el panel de fuego, esto puede reducir el coste global de la propiedad así como anticipar cualquier deficiencia del sistema.

1.11.1. Monitorización del estado

La supervisión de la temperatura de los componentes críticos en caso de incendio, junto con el análisis de los patrones de carga eléctrica y las tendencias de los fallos, deberá formar parte de la estrategia de supervisión del estado de la turbina basada en el sistema SCADA, de conformidad con la norma IEC 61400-25.

1.11.2. Inspección y ensayos

Las inspecciones periódicas y las pruebas de funcionamiento, tanto de los sistemas de detección como de los de extinción, son esenciales para mantener la fiabilidad del sistema. Los sistemas de protección contra rayos también se tienen que verificar periódicamente para garantizar su continuidad y el cumplimiento de los requisitos de diseño.

1.11.3. Documentación y formación

Todas las medidas de protección contra incendios deben quedar documentadas en los manuales técnicos del aerogenerador. El personal de mantenimiento debe recibir formación sobre la concienciación respecto a los riesgos de incendio y los procedimientos de respuesta adecuados, y todas las inspecciones, pruebas e incidentes deben quedar registrados para respaldar la mejora continua.

1.11.4. Conclusión

Los incendios en los aerogeneradores no deben seguir considerándose una causa inevitable de pérdidas totales y catastróficas. Tal y como ha demostrado esta guía, la mayoría de los riesgos de incendio tienen su origen en componentes identificables y pueden abordarse mediante una combinación estructurada basada en el riesgo de medidas de prevención, detección temprana y protección adecuadas.

Al reconocer el incendio como un riesgo técnicamente gestionable, en lugar de como un resultado inevitable, el sector eólico tiene una clara oportunidad de mejorar la resiliencia, reducir el impacto medioambiental y potenciar tanto el rendimiento de los activos como su asegurabilidad. Para lograrlo, es necesario pasar del cumplimiento mínimo a estrategias de protección contra incendios integradas y basadas en el ciclo de vida, que reflejen las realidades del diseño y el funcionamiento de los aerogeneradores modernos.

La adopción de sistemas activos de extinción de incendios integrados en los aerogeneradores constituye un enfoque viable que ofrece una solución inmediata para mitigar la gravedad y las consecuencias de los incendios. La mejora de la protección de seguridad en esta aplicación contribuirá a reforzar la confianza en la energía eólica como pilar seguro, fiable y sostenible de la transición energética mundial.

Existen numerosos enfoques. Por ejemplo, entre los tipos de sistemas pueden figurar los agentes gaseosos, el agua nebulizada de baja y alta presión, la espuma de aire comprimido, el polvo y los aerosoles. Las características generales de todas estas tecnologías se recogen en las normas publicadas por la ISO, la EN y la NFPA. Además, la ISO está elaborando actualmente una nueva norma para sistemas de extinción basados en tubos detectores y enfoques similares. Estos sistemas pueden proporcionar un suministro rápido del agente extintor directamente al activo y constituyen opciones viables a tener en cuenta.

Anexo: Materiales e información a los que se hace referencia en el presente documento

CFPA-E Guideline No 22:2022 F. Directriz Europea para la Protección contra Incendios en Aerogeneradores.

FM Property Loss Prevention Data Sheet 13-10. Abril de 2025. Aerogeneradores y parques eólicos terrestres.

IEC 60204-1:2016+AMD1:2021 CSV. Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales.

Serie IEC 60364. Instalaciones eléctricas de baja tensión.

Serie IEC 60695. Ensayos relativos a los riesgos del fuego.

IEC 61400-1:2019+AMD1:2025 CSV. Sistemas de generación de energía eólica. Parte 1: Requisitos de diseño.

IEC TS 61400-4-1:2026. Sistemas de generación de energía eólica. Parte 4-1: Evaluación de la fiabilidad de los componentes del tren de potencia de los aerogeneradores.

IEC 61400-23:2014. Aerogeneradores. Parte 23: Ensayos estructurales de palas a escala real.

IEC 61400-24:2019+AMD1:2024 CSV. Aerogeneradores. Parte 24: Protección contra el rayo.

Serie IEC 61400-25. Aerogeneradores. Parte 25: Comunicaciones para la monitorización y el control de parques eólicos.

IEC TS 61400-30:2023. Sistemas de generación de energía eólica. Parte 30: Seguridad de los aerogeneradores. Principios generales de diseño.

ISO 19353:2019. Seguridad de las máquinas. Prevención y protección contra incendios.

NFPA 850:2026. Norma para la protección contra incendios de plantas de generación eléctrica y estaciones convertidoras de corriente continua de alta tensión (HVDC).

VdS 3523:2008-07. Aerogeneradores. Directriz de protección contra incendios.



Published: July 2026

Euralarm
Gubelstrasse 22
CH-6301 Zug (Switzerland)

Swiss Commercial Registration No: CHE-222.522.503

E. info@euralarm.org
W. www.euralarm.org



FIRE
SECTION



EXTINGUISHING
SECTION



SECURITY
SECTION



SERVICES
SECTION

CROSS-SECTIONAL
TOPIC