

## FIABILIDAD DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN

*En los últimos años se está impulsando una nueva idea de la seguridad llamada Seguridad Integral, que aúne los objetivos parciales de la seguridad patrimonial, la seguridad personal, la seguridad del usuario y la seguridad intrínseca de los equipos, creando un modelo nuevo que mejorará la situación actual pero que, de alguna forma, hará que se retroceda al inicio de la era industrial, en la que maquinismo, trabajador y seguridad eran un todo.*

*En este contexto deben incluirse los equipos de protección que permiten la lucha contra los accidentes en las proximidades de su origen procurando, no sólo una acción eficaz frente a él, sino también protegiendo a las personas que ejecutan esa lucha contra los daños a los que pueden estar expuestas como consecuencia de los efectos secundarios asociados al propio accidente.*

FRANCISCO NÚÑEZ ASTRAY\*

Desde los años cincuenta ha existido una separación de objetivos entre la seguridad patrimonial y la seguridad personal debido, fundamentalmente, a que accidentes como los incendios, terremotos, inundaciones, vendavales y otros, más que daños a las personas, producen pérdidas de elevado coste económico. Por ejemplo, en Europa durante el año 1985 las pérdidas materiales y económicas ocasionadas por los incendios alcanzaron la cifra de 1,5 billones de pesetas, es decir, 12.000 millones de ECU. La Comisión Europea ha valorado los daños directos y los consecuentes por efecto de los incendios en 30.000 millones de ECU, lo que supone el 1% del PNB.

Hasta ahora, la no muy amplia relación entre ambas ramas se ha limitado a considerar la seguridad de incendios y otros accidentes, fundamentalmente patrimoniales, como parte de los diferentes reglamentos de Seguridad e Higiene en el Trabajo en los que, sobre todo, se hace hincapié en la seguridad del trabajador que pueda verse involucrado en un incendio, tanto pasiva como activamente, no profundizándose ampliamente en toda su problemática. Otro tanto ha ocurrido entre la seguridad del usuario de un local o un producto y la seguridad intrínseca de los equipos, creándose sistemas y modelos de seguridad independientes para cada una de ellas.

Los equipos de protección deben ser considerados equipos de emergencia y, como tales, deben cumplir unas características en su utilización que definirán el grado de fiabilidad y de adecuación dentro del sistema de seguridad en el que están integrados. Atendiendo a este criterio, en el Cua-

\* Químico especialista en físico-química. Es director del Centro del Fuego del Instituto Tecnológico de Seguridad MAPFRE (ITSEMAP).

dro I se observa una clasificación de los equipos de protección.

**Cuadro I. Equipos de protección en función del sistema de seguridad**

- |  |
|--|
| 1. Equipos de protección personal                                |
| 2. Equipos de protección contra incendios                        |
| 3. Equipos de protección eléctrica                               |
| 4. Equipos de protección intrínseca de máquinas e instalaciones  |
| 5. Equipos de protección del usuario de máquinas e instalaciones |
| 6. Otros equipos auxiliares                                      |

Una vez introducido el significado de los equipos de protección como integrantes de un sistema de seguridad integral se analizará el conjunto de características que definirán su fiabilidad global, como equipos de emergencia, y específica en cuanto al uso que de cada uno de ellos se realizará.

---

## FIABILIDAD

La fiabilidad de un sistema de protección, equipo y sus componentes se define como el conjunto de características que asegura el funcionamiento adecuado de éste en las condiciones previsibles de actuación.

Por lo tanto, los sistemas de emergencia, tales como los equipos de protección y sus componentes, deben estar diseñados para alcanzar altos niveles de fiabilidad, asegurando su adecuado funcionamiento en las situaciones extremas en las que serán utilizados.

---

## IMPORTANCIA DE LA FIABILIDAD

En cualquier equipo y ante cualquier situación es

---

importante considerar el conjunto de propiedades que definen la fiabilidad, pues esto permitirá *evitar*, entre otras cosas, *pérdidas temporales*, es decir, demoras durante su funcionamiento. Asimismo, las propiedades que definen la fiabilidad servirán para *cuantificar*, en los equipos de uso continuado, *la relación funcionamiento/fallo* de un equipo y así elegir, en todo momento, aquél que más se ajuste a las necesidades impuestas en el diseño del sistema de seguridad en el que se incluirá.

En los equipos de emergencia, entre los que se encuentran los equipos de protección, no se puede tener en cuenta en el instante de su utilización ninguna demora en su respuesta. Si se diera una pérdida de tiempo durante alguna comprobación rutinaria del equipo, éste debería ser reparado para eliminarla. Un ejemplo habitual de esta circunstancia es la pérdida inesperada de gas impulsor en los extintores portátiles, o la permanencia en posición cerrado de las válvulas de abastecimiento a la red de agua contra incendios.

Por otro lado, dado que los equipos de emergencia se utilizan puntualmente, su incorrecto funcionamiento en caso de necesidad supondría una relación funcionamiento/fallo de valor nulo. Se desea, por tanto, una relación experimental funcionamiento/fallo tendente a infinito, en las características propias de estos equipos, lo que indicaría la no ocurrencia de fallo en prácticamente ninguna operación de funcionamiento. Esta característica es una de las exigidas a cualquier válvula o equipo de control.

También es muy importante una alta fiabilidad en los equipos de emergencia al no disponer éstos, en la mayoría de los casos, de medios alternativos que produzcan el mismo efecto. Incluso, en ocasiones, no estarán acompañados por otros equipos, siendo ellos los únicos disponibles para actuar frente a la emergencia. En situaciones de emergencia no puede producirse ninguna dilación en el cumplimiento del plan preestablecido, además de que cada equipo sólo sirve para ser utilizado ante una situación concreta.

## EQUIPOS DE APROXIMACION Y PENETRACION EN INCENDIOS. EXIGENCIAS DE FIABILIDAD

Anteriormente se ha efectuado una clasificación de los equipos de protección en función de su integración a un sistema de seguridad. También, se puede establecer una clasificación, como figura en el Cuadro II, en función de sus características y uso, siendo éstos los que condicionan los criterios para su aprobación técnica y para definir las exigencias que se les deben requerir.

**Cuadro II. Equipos de protección según sus características y usos**

- |   |
|---|
| 1. Extintores portátiles y móviles  |
| 2. Equipos para proyección de agua y otros agentes extintores               |
| 3. Trajes de aproximación y penetración                                     |
| 4. Equipos de alarma y detección  |
| 5. Equipos de protección en instalaciones de líquidos.                      |
| 6. Equipos de protección en instalaciones de gases                          |
| 7. Equipos respiratorios (dependientes o independientes del medio ambiente) |
| 8. Equipos eléctricos y electrónicos  |
| 9. Otros accesorios   |

Cada uno de estos sistemas, equipos y sus componentes, está sometido a distintas exigencias, que pueden agruparse en:

- a) Requisitos de *diseño* de los equipos, en los que se incluyen las exigencias mínimas respecto al tipo de *construcción y materiales* empleados en su fabricación, lo que supone llevar a cabo un mínimo control de calidad, durante y después de su fabricación, así como cumplir con unos niveles de seguridad del producto como tal, que eviten posibles accidentes a las personas que los fabrican y utilizan.

Se ha hablado de un mínimo control de calidad de la construcción y materiales del producto, necesario para que éste pueda salir al mercado, lo que no indica que este mínimo no sea superado en función de las exigencias establecidas en el sistema de seguridad en el que está integrado. Por ejemplo, mejor anticorrosividad en los equipos que serán utilizadas en zonas marítimas.

- b) Los equipos y sus componentes también estarán sometidos a exigencias generales respecto al conjunto del sistema, componentes de éste (mecánicos, eléctricos), localización y utilización.

Estas exigencias del conjunto suelen indicarse en los diferentes reglamentos, reglas e instrucciones técnicas y en códigos de buena práctica.

Así pues, el nivel de exigencia del equipo está en función del grado de fiabilidad requerido por el sistema de seguridad en el que se integra.

## CUALIDADES DE FIABILIDAD

Existen grupos de cualidades definidoras de la fiabilidad que permiten la adecuación efectiva de cada equipo de protección al sistema de seguridad. Estas son:

### a) Efectividad - sensibilidad

La efectividad de actuación de los equipos de protección, que en casos concretos está definida por su sensibilidad, es una propiedad que indica la *correcta obtención de los fines deseados con los medios utilizados*.

Efectividad y sensibilidad pueden ser magnitudes «aditivas» que permiten elegir, en el diseño de la seguridad, entre el empleo e instalación de mayor número de equipos menos potentes o un número más reducido de equipos de mayor potencia.

Este es el caso de las siguientes magnitudes, entre otras:

- Eficacias A, B, C de extintores

Si se pretende conseguir una eficacia determinada, utilizando varios extintores para sustituir a un extintor de gran tamaño (de excesivo peso y baja manejabilidad), será preciso conocer la eficacia conjunta obtenida mediante ensayo.

Así, por ejemplo, los extintores de polvo polivalente, frente a fuegos de sólidos, pueden unir sus eficacias de manera que dos aparatos de la misma eficacia, usados simultáneamente y de forma coordinada, tendrán la eficacia inmediata superior de uno de ellos. Un conjunto de extintores de polvo polivalente, de una eficacia dada, será ineficaz frente a fuegos de tamaño superior al hogar tipo un escalón por encima.

- Caudal y pérdidas de carga en equipos de distribución y proyección de agente extintor

Un ejemplo de esta magnitud se trata en la Instrucción Técnica de Protección contra Incendios 07.05 «Redes de agua contra incendios», elaborada por ITSEMAP.

- Capacidad de retención de agentes tóxicos de los equipos respiratorios
- Potencia de reflexión de la radiación de tejidos aluminizados (índice de protección térmica)

Una intensidad de flujo radiante de 20 kW/m<sup>2</sup> es probablemente el índice superior de exposición permanente al calor radiante que puede soportar una persona en las labores de lucha contra incendios.

- Intensidad de sonido
- Cobertura y, por tanto, tiempo de respuesta

Existen distintas reglas de la distribución y colocación de los diferentes equipos, aunque las magnitudes antes citadas pueden variar en base a criterios razonables. Con frecuencia, el diseño de su instalación y uso obliga a adoptar un valor unitario con el fin de establecer una homogeneidad de uso en diferentes situaciones.

A veces la efectividad y la sensibilidad son únicamente propiedades «calificativas» del equipo al que se refieren, no pudiéndose mejorar la calidad de su funcionamiento aumentando el número. Este es el caso de:

- Rapidez de funcionamiento en sistemas eléctricos o de control.
- Sensibilidad de protecciones eléctricas y válvulas de alivio.
- Hermeticidad de los equipos respiratorios.

Cuando se reglamentan las cualidades de efectividad y sensibilidad, como las anteriores, siempre se exige un mínimo valor de la propiedad correspondiente, a fin de garantizar el funcionamiento correcto en cada situación concreta de seguridad.

#### **b) Inocuidad**

Otra de las propiedades definitorias de la fiabilidad de los equipos de emergencia es la inocuidad con la que se valora la no ocurrencia de otros accidentes distintos del que se desea prevenir y combatir, como por ejemplo:

- Explosiones mecánicas, roturas de aparatos y líneas a presión.
- Toxicidad y asfixia.
- Descargas eléctricas.
- Otros daños.

#### **c) Estabilidad**

La estabilidad es otra de las propiedades definitorias de la fiabilidad de los equipos y sus componentes.

La estabilidad de un equipo asegura, a lo largo del tiempo, una mínima o nula variación del resto de las propiedades y cualidades definitorias de la fiabilidad, como consecuencia del uso de dicho equipo, de las condiciones ambientales de la zona en la que ha sido instalado o donde será utilizado, e incluso del abuso al que pueda estar sometido.

La estabilidad de un equipo o sistema se asegura cuando éste supera con éxito los mínimos establecidos en procedimientos de ensayo como los siguientes:

- Corrosión por niebla salina u otros agentes químicos.
  - Alta o baja temperatura.
-

- Humedad.
- Golpes o caídas.
- Abrasión.
- Efectos del fuego directo.
- Exposición a fuentes de luz.
- Esfuerzos mecánicos a la tracción y al desgarro.
- Sobretensiones eléctricas.
- Otros.

- a) Un *control de calidad* que abarque a toda la producción.
- b) *Procesos de fabricación* que garanticen la homogeneidad del producto.
- c) En algunos casos, ambas cosas, es decir, *controles de calidad* permanentes de los productos en las distintas *fases* de su *fabricación*.

#### d) *Autovigilancia*

La autovigilancia es otra cualidad de los equipos que permite verificar que se encuentran en buen estado de funcionamiento en todo momento. Esta propiedad intrínseca a cada equipo, según sus características de diseño y utilización, se determina por la existencia de los siguientes componentes o efectos de éstos:

- Señales de avería.
- Válvula de comprobación de presión.
- Voltímetros u otros sistemas eléctricos.
- Indicadores de nivel de la capacidad.
- Presostatos.
- Otros.

## HOMOGENEIDAD DEL PRODUCTO

La homogeneidad de los componentes iguales de diferentes equipos es una de sus características más importantes que favorece su utilización por diferentes operarios y en cualquier ocasión, puesto que éstas no se pueden controlar en su totalidad. Además, si todos los componentes de uno o varios equipos son iguales, habrá una alta probabilidad de que sus características también sean iguales.

Para obtener una adecuada homogeneidad de los productos se exige:

## GARANTÍA DE LA FIABILIDAD

Hasta ahora se ha tratado el concepto de fiabilidad, las exigencias mínimas que deben cumplir los equipos de protección, las cualidades definitorias de esa fiabilidad y la importancia que tiene para alcanzar todo ello el considerar la homogeneidad en la fabricación de todos los productos.

Pero, todo lo anterior conduce a considerar que debe existir una garantía de la fiabilidad de los equipos, que se alcanzará si se sigue cualesquiera de los tres procedimientos siguientes:

a) *Comprobación* directamente para *cada equipo*, uno por uno, que se cumplen todas las características de fiabilidad:

- Este camino, obviamente, no es económicamente rentable por la cantidad de elementos humanos y materiales que habría de emplearse.
- El campo de visión puede ser reducido, ya que pueden buscarse las cualidades que parecen importantes y pasar por alto otras que tengan mayor trascendencia en un funcionamiento global.

b) Homologación

c) Aprobación

Habitualmente, la obtención de una garantía de la fiabilidad de los equipos se lleva a cabo a través de las dos últimas vías mencionadas.

## HOMOLOGACION

La *homologación* consiste en *certificar* que un producto cumple determinados requisitos, fundamentalmente:

- Exigencias de *calidad*: resistencia, eficacia, ...
- Exigencias de *compatibilidad*: medidas, materiales, ...

Las entidades que homologan son organismos oficiales, de distinto nivel (estatal, autonómico), así como los grandes consumidores (grandes empresas, ejército, marina) que homologan a sus posibles proveedores.

El proceso de *homologación* se basa en:

- a) La obligatoriedad de unas *exigencias*, normalmente indicadas en unos reglamentos.
- b) El apoyo en *textos* de orientación tecnológica (normas tecnológicas, códigos, etc.).
- c) La *homologación* no podría realizarse si no se *verifica* el cumplimiento de lo establecido a través de instituciones como las Entidades Colaboradoras de la Administración (ECAS) en España, laboratorios acreditados o mediante el empleo de medios propios de la Administración o de los Organismos que la realizan.
- d) También durante el proceso de *homologación* debe existir la *verificación de la homogeneidad* de la producción, que se realiza mediante inspecciones periódicas de los equipos y sus procesos de fabricación. Estas inspecciones consisten en:
  - Control del proceso de producción.
  - Comprobación del control de calidad.
  - Control de los suministros y las ventas.
  - Inspecciones del producto terminado.
  - Inspecciones del producto en el mercado.

En algunos casos se publican listados de los productos homologados, con las referencias de marca, fabricante, producto-denominación, período de «validez», etc.

De todo lo anterior se deduce que debe existir una perfecta coordinación y abundancia de medios, para que se obtengan resultados de *fiabilidad*.

---

## APROBACION

Se define la *aprobación* como: «el resultado de la investigación y ensayos conducidos en razón a principios o técnicas aceptados por las autoridades (nacionales, estatales, autonómicas o locales) y/o organizaciones técnicas o científicas (públicas o privadas)».

Existen dos niveles de productos a controlar mediante la *aprobación*:

- Prototipos (ensayos).
- Producción (auditoría).

La *aprobación* es realizada por entidades públicas o privadas, según procedimientos que establecen la evaluación satisfactoria del producto y del fabricante con arreglo a las siguientes grandes áreas:

- a) El examen y los ensayos de *muestras de producción*, que se ejecutan para evaluar:
  - La *conveniencia* del producto, lo que supone un estudio complementario de investigación aplicada.
  - El correcto *funcionamiento* del producto, de acuerdo con las especificaciones del fabricante y los requerimientos de la entidad de *aprobación*, cuando es sometido a ensayos prácticos y representativos de su funcionamiento en una situación real.
  - *Duración y fiabilidad* del producto durante un período de tiempo establecido a priori en función de los esfuerzos que ha de soportar una vez instalado y en funcionamiento.

- b) El examen de las instalaciones del *fabricante* y de los procesos de *control de calidad* que ésta efectúa sobre el producto, con el fin de evaluar la capacidad del fabricante en la producción del material o sistema que ha sido examinado y ensayado.
- c) Las anteriores inspecciones y ensayos se repiten periódicamente como parte del programa de *aprobación* establecido por la empresa que lo lleva a cabo.
- d) La satisfactoria *experiencia de campo* es uno de los criterios para que un producto continúe aprobado. Si se demuestra el insatisfactorio funcionamiento del producto una vez instalado y actuando en un incendio, se puede retirar la *aprobación*.

ficación. La homologación va dirigida a un mercado concreto (nacional, provincial, ...) y pretende la homogeneidad dentro de dicho mercado.

La *aprobación*, sin embargo, va dirigida a un mercado desde una entidad no involucrada directamente en él, por lo que busca unas características de calidad, aun sin perder de vista la homogeneidad, pero incluyendo unas «instrucciones de aplicación» en las que los técnicos deciden sobre los posibles usos y las restricciones de los mismos.

Así, por ejemplo, en equipos de aproximación a los incendios tales como las lanzas de proyección de agua, mientras que los organismos oficiales que certifican su adecuación sólo consideran su homogeneidad basada en criterios generales de calidad y fiabilidad, las entidades de aprobación diagnostican cuál sería su uso más adecuado en cada situación y ante qué tipo de incendio, diferenciando entre las distintas lanzas de agua de efecto sencillo y múltiple, fundamentalmente en relación a la experiencia práctica de su aplicación en la extinción de incendios reales o de ensayos de fuego a escala real.

Esto mismo es lo que habitualmente se está realizando con los trajes y uniformes de cuerpos de bomberos que deberían, teóricamente, tener las siguientes cualidades:

## DIFERENCIAS FUNDAMENTALES ENTRE HOMOLOGACION Y APROBACION

Las diferencias fundamentales, aun no siendo muchas, entre *homologación* y *aprobación* pueden apreciarse comparando las siguientes explicaciones:

La *homologación* de equipos por consumidores a sus proveedores parte de unas necesidades en la utilización o consumo interno de los equipos por la entidad que homologa, necesidades que pueden o no ser compartidas para otros consumidores. Este es el caso, por ejemplo, de la marina que, por sus exigencias de multiuso, reducido espacio o condiciones ambientales especialmente duras, presenta unas especificaciones no exigibles en la mayoría de los usos.

La *homologación por organismos gubernamentales* establece unas características mínimas exigibles, que, por lo general, deben ser de un nivel de exigencia relativamente alto, y unos medios de verificación, a través de ensayos, cuyos procedimientos deben estar perfectamente delimitados y que, generalmente, no contemplan con amplitud el punto de vista de los técnicos encargados de la veri-

- Refrigeración ajustable.
- Resistencia al impacto y la abrasión.
- Protección parcial de los golpes.
- Resistencia al calor de radiación y convección.
- Resistencia ante las chispas.
- Confortabilidad en cualquier situación climática.
- Resistencia al ataque de agentes químicos.
- Repulsión al agua.
- Aspecto agradable a la vista.
- Facilidad de limpieza.
- Durabilidad.
- Facilidad para ponerse y extraerse.
- Coste de adquisición razonable.

No obstante, lamentablemente ningún producto del mercado reúne la totalidad de estas cualidades, debiéndose valorar cuáles deben sobresalir sobre las otras en función del uso requerido al

vestido. Esta adecuación se comprueba con situaciones reales de incendio por grandes consumidores o por entidades de reconocido prestigio.

Como éstos existen muchos ejemplos que demuestran el mayor pragmatismo de la *aprobación* frente a la *homologación*. Las ventajas de la *aprobación*, en general, se resumen de la siguiente forma:

- Permite definir con mayor realismo especificaciones de los equipos al considerar el problema con gran amplitud.
- Posibilita una mayor coordinación entre todas las partes implicadas en el establecimiento de un sistema de seguridad integrado.
- No está sujeta a reglas estrictas que cambian a medida que lo hace la tecnología.

---

## RESUMEN

Los equipos de protección son sistemas de emergencia que deben estar diseñados, según sus características y uso, para alcanzar altos niveles de fiabilidad, asegurando su adecuado funcionamiento en las situaciones extremas de su actuación.

La importancia de su fiabilidad se debe a que se utilizarán puntualmente, no pudiéndose considerar ningún intervalo temporal en su respuesta y, en general, no poseerán medios alternativos del mismo efecto.

Las exigencias en cuanto a su fiabilidad están condicionadas a la clasificación en función de su uso.

Cada sistema o equipo concreto estará sometido a distintas exigencias:

- a) Requerimientos de diseño.
- b) Requisitos generales respecto al tipo de equipo, componentes de éste, localización y otros.
- c) Nivel de funcionamiento o grado de fiabilidad.

Las cualidades de fiabilidad de los sistemas y equipos de protección dependen de su grado de efectividad/sensibilidad, inocuidad, estabilidad y facilidad de autovigilancia.

En función de todas las condiciones, antes citadas, a los equipos, según sus características y uso propios, se les deben exigir adecuados niveles de calidad y compatibilidad, que serán verificados desde los organismos públicos o privados con amplia visión del problema, para su *homologación* o *aprobación*.

