

Manual

Seguridad contra incendios



COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA

MANUAL
Seguridad
contra incendios

Autor
Según fichas

Edición
Marzo de 2005

Edita
Colegio de Ingenieros
Técnicos Industriales
de Barcelona

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona
Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net

Coordinación
Secretaría Técnica

Propuesto por
Comisión de Medio
Ambiente, Energía
y Seguridad
Área de incendios

**Corrección y asesoramiento
lingüístico**
Traducciones Técnicas
de Ingeniería Metzger

Diseño gráfico
Georgina Miret

Este manual es un
documento de ayuda.
La información sobre
las fichas se puede
encontrar en el BOE, DOGC
y reglamentación específica.

Índice

2
Índice de fichas
por familias

5
Presentación

7
Introducción

Manual

Seguridad contra incendios

1

Protección pasiva

- 1.1. Reacción al fuego
- 1.2. Datos técnicos caloríficos de productos y materiales
- 1.3. Resistencia al fuego

2

Protección activa

- 2.1. Extintores portátiles
- 2.2. Bocas de incendio equipadas
- 2.3. Sistemas de detección y alarma
- 2.4. Sistemas de extinción por rociadores
- 2.5. Sistemas de extinción por agua pulverizada
- 2.6. Abastecimiento de agua contra incendio
- 2.7. Hidrantes
- 2.8. Columna seca
- 2.9. Sistemas de extinción por agua nebulizada
- 2.10. Gases extintores

3

Autoprotección y emergencias

- 3.1. Planes de autoprotección y emergencias
- 3.2. Señalización de seguridad



4

Instalaciones y reglamentación específica

4.1. Zonas clasificadas e instalaciones en atmósferas explosivas

5

Causas e investigación de incendios y explosiones

5.1. Guía básica de investigación de incendios

5.2. Guía básica para la investigación de explosiones

6

Normativa y certificación

6.1. Normativa vigente en seguridad contra incendios

6.2. Simbología en seguridad contra incendios



Presentación

Desde sus albores, el ser humano ha convivido con el fuego, lo que ha generado la necesidad de controlarlo, utilizarlo y protegerse de él. Los técnicos y técnicas que nos dedicamos a la prevención de los incendios hemos de estar constantemente atentos a los mejores procedimientos y técnicas para mejorar la prevención contra los incendios, con la intención natural de proteger a las personas y los bienes de su evidente poder destructor. En este sentido, y dentro de esta sociedad, en la que siempre que se genera una necesidad hay que identificarla con nombre y apellidos, la seguridad contra incendios ha pasado a denominarse la “Ingeniería del Fuego”, poniéndose así de manifiesto la necesidad de disponer de especialistas conocedores de esta materia.

La prevención de los incendios, como cualquier otra necesidad social, lógicamente ha generado una regulación y una legislación amplia, basada, fundamentalmente, en la experiencia, en los avances tecnológicos y en la unificación de criterios. En este sentido, todos somos conocedores de la amplia legislación de aplicación existente, a escala estatal, autonómica y municipal (NBE.CPI.96, RSCIEI, Decret 241 de aplicación en Cataluña, ordenanzas municipales...), todas ellas de carácter general y algunas más concretas de ámbito sectorial.

No obstante, todos somos conscientes de que, en aras de garantizar una mayor seguridad, se han ido modificando muchas de las normativas existentes, variando sus conceptos, contenidos y procedimientos; cabe simplemente recordar las NBE.CP.82, NBE.CPI.91, NBE.CPI.96 y, en breve, el nuevo Código técnico de la edificación.

El volumen y la complejidad de la legislación existente han generado dentro de nuestro colectivo la inquietud de poder disponer de un documento que de manera extractable y resumida sea una herramienta rápida de consulta. Ante esta necesidad, a iniciativa de los compañeros y compañeras del Área de Trabajo de Seguridad Contra Incendios (ATSCI), y manteniendo el compromiso y la línea de trabajo de la Comisión de Medio Ambiente, Energía y Seguridad (CMAES) del Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Barcelona (CETIB), surge esta publicación que, estructurada en fichas temáticas, pretende convertirse, en su conjunto, en un manual de consulta lo más amplio posible acerca de la legislación existente y la prevención contra incendios.

Estas primeras fichas que se adjuntan tan sólo son una parte de las que acabarán formando el manual final, y quiero expresar que los compañeros y las compañeras del ATSCI han trabajado con toda su ilusión para ponerlo al alcance de todos.

Por todo ello, estoy convencido de que la mejor satisfacción que pueden tener los compañeros y las compañeras que han puesto todo su empeño en la realización de este trabajo es que, en un futuro, este manual forme parte del paisaje de nuestras oficinas, viéndose así alcanzada la finalidad perseguida por cuanto ésta es una buena herramienta para los profesionales del sector.

Joan Ribó i Casaus

Presidente de la Comisión de Medio Ambiente, Energía y Seguridad



Introducción

La protección contra incendios es un sector constantemente en auge dentro del campo de la seguridad en los edificios e instalaciones. Este hecho exigirá en el futuro a todos los profesionales intervinientes a especializarse y mantenerse constantemente reciclados para poder ofrecer un servicio de calidad en cualquier actividad que implique actuar en la prevención del riesgo de incendio o explosión.

Con las sucesivas modificaciones de la normativa de protección contra incendios NBE-CPI (Normativa Básica de la Edificación - Condiciones de Protección contra Incendios en los años 82, 91 y 96), su inclusión en la LOE (Ley de la ordenación en la edificación), el tan debatido y deseado RSCIEI (Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales, anulado, modificado y publicado recientemente, a nuestro entender con graves deficiencias), así como la inminente publicación del CTE (Código Técnico de la Edificación), no hay lugar a dudas de que emerge una nueva profesión dentro del sector de la ingeniería.

Ciertamente este nuevo marco obligará a que los ingenieros que desarrollamos nuestra actividad en el campo de la prevención e investigación de incendios, debamos, indiscutiblemente, estar preparados para influir en el desarrollo de las novedades tecnológicas y legislativas y permanecer así en primera línea de la seguridad contra incendios.

Por todo ello y para facilitar nuestra labor se ha ideado una herramienta que pretende ser útil y práctica, materializada en el MANUAL DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS, y que recogerá de una manera sencilla y accesible al técnico, aspectos relacionados con la seguridad contra incendios, con la finalidad de poder ser utilizado como guía de consulta. Su publicación pretende evitar la dependencia de determinadas fuentes a veces poco fiables que, circunstancialmente, pueden inducirnos a errores y consecuentemente a perjuicios económicos e incluso a responsabilidades de carácter administrativo, civil o penal en el ejercicio de nuestras funciones.

El manual se basa en un recopilatorio que incluye una serie de fichas monográficas que se irán publicando conforme vayan siendo elaboradas por los diferentes grupos de trabajo seleccionados. El redactor de cada ficha es un experto en el tema a quien se le encarga la elaboración de la misma y, seguidamente, es revisada por un equipo también especialista en la materia. El hecho de que se trate de fichas monográficas tiene como finalidad facilitar su manejo y su actualización periódica, a medida que la legislación vaya modificándose o surjan novedades tecnológicas, hecho que viene ocurriendo en los últimos tiempos frecuentemente.

Agradecemos la colaboración y el apoyo de todos los profesionales que participan en este proyecto, impulsando y trabajando ya en este manual, esperando que pueda ser una herramienta útil en el futuro y un referente para el sector. El tiempo nos dará o quitará la razón.

Pau Gavarró Buscà

Eduard Romero Maymó

Área de Incendios de la Comissió de Medi Ambient, Energia i Seguretat

Manual

Seguridad contra incendios

**COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA**

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona

Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net
www.cetib.net



Servei de Visat
Serveis Col·legials
Col·legiació



1.1

Protección pasiva

Reacción al fuego



**COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA**

MANUAL
Seguridad
contra incendios

Protección pasiva
1.1 Reacción al fuego

Autor

Redacción:
Oscar García Dieguez
Joaquim Alíer Sidera

Revisión:

Comisión de Medio
Ambiente, Energía
y Seguridad
Área de incendios

Edición

Maig 2006

Edita

Colegio de Ingenieros
Técnicos Industriales
de Barcelona

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona
Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.org

Coordinación

David Altimira de Maria

Propuesto por

Comisión de Medio
Ambiente, Energía
y Seguridad
Área de incendios

Corrección y asesoramiento
lingüístico

Traducciones Lexic

Diseño gráfico

Georgina Miret

Fotografías

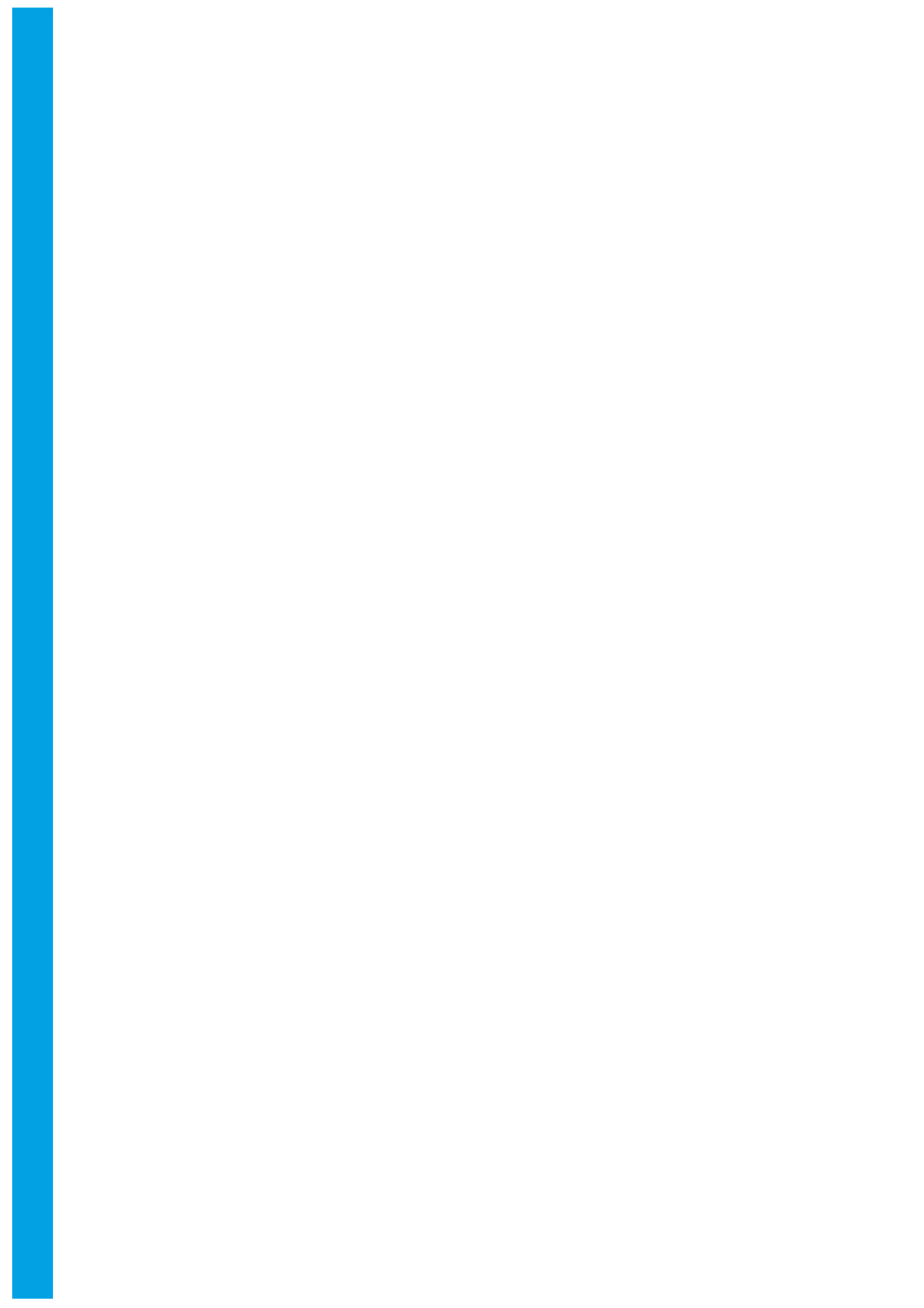
Cedidas por Applus

1.1

Protección pasiva Reacción al fuego

Índice

1.	Definiciones	3
2.	Descripción de los ensayos	4
3.	Normas de ensayos y de clasificación a la reacción al fuego	5
4.	Relación entre normas y equipos	12
5.	Relación entre ensayos y equipos	15
6.	La reacción al fuego en la normativa	16
7.	Propuesta de equivalencia entre las clasificaciones de reacción al fuego	20



1. Definiciones

Aplicación de uso final: Aplicación real de un producto en relación con todos los aspectos que pueden tener influencia sobre el comportamiento de dicho producto en distintas situaciones de fuego. Cubre aspectos tales como su cantidad, su orientación, su posición respecto a otros productos adyacentes y su método de fijación.

Componente sustancial: Material que constituye una parte importante de un producto heterogéneo. Una capa con masa/unidad de superficie $\geq 1,0 \text{ Kg/m}^2$ o un espesor $\geq 1,0 \text{ mm}$. se considera un componente sustancial.

Componente no sustancial: Material que no constituye una parte importante de un producto heterogéneo. Una capa con una masa/unidad de superficie $< 1,0 \text{ Kg/m}^2$ o un espesor $< 1,0 \text{ mm}$ se considera un componente sustancial. Dos o más capas no sustanciales adyacentes (es decir, con uno o más componentes no sustanciales entre ellas) se consideran como un componente no sustancial si cumplen colectivamente los requisitos para que una capa sea un componente no sustancial.

Componente externo no sustancial: Componente no sustancial que, por un lado, no está cubierto por un componente sustancial.

Componente interno no sustancial: Componente no sustancial que, por ambos lados, está cubierto al menos, por un componente sustancial.

Contribución al fuego: Energía desprendida por un producto que influencia el crecimiento del fuego en situaciones tanto anteriores como posteriores al comienzo del mismo.

Poder calorífico: Energía térmica producida por la combustión de una unidad de masa de una sustancia dada.

Poder calorífico bruto: Poder calorífico de un material cuando la combustión es completa y toda el agua producida se condensa en su totalidad.

Producto heterogéneo: Producto que no satisface los requisitos de un producto homogéneo. Es un producto formado por uno o más componentes, sustanciales y/o no sustanciales.

Producto homogéneo: Producto consistente en un solo material con una densidad y composición uniformes en todo el producto.

Reacción al Fuego: Según la UNE-EN ISO 13943:2001 "Seguridad contra incendio. Vocabulario" y la UNE-EN 13501-1:2002 "Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego". Se define el término **reacción al fuego** como la respuesta de un producto, contribuyendo con su propia descomposición, a un fuego al que está expuesto, bajo condiciones especificadas. Otra definición de la **reacción al fuego** es el comportamiento de los materiales orgánicos y en consecuencia combustibles e inflamables, ante el calor y las llamas. Este comportamiento al calor y las llamas también se puede definir como la energía calorífica que cualquier material orgánico aporta al incendio, incrementando la total existente y la masa de llamas en la propagación del mismo.

Revestimiento de suelo: Capa o capas superiores de un piso, incluido cualquier acabado superficial, con o sin un soporte adhesivo y con cualquier capa inferior, capa intermedia y adhesivos que las acompañen.

Simbología

ΔT : Incremento de temperatura

Δm : Pérdida de masa

t_f : Duración de la llama

PCS: Potencial calorífico superior

FIGRA: Velocidad de propagación del fuego

THR_{600s}: Emisión total de calor

LFS: Propagación lateral de las llamas

SMOGRA: Velocidad de propagación del humo.

TSP_{600s}: Producción total de humo

F_s: Propagación de las llamas

Sustrato: Producto que se utiliza inmediatamente debajo del producto sobre el cual se requiere información. Para los revestimientos de suelos, es el suelo sobre el cual se monta o el material que representa el suelo.

Sustrato normalizado: Producto que es representativo del sustrato utilizado en aplicaciones de uso final.

2. Descripción de los ensayos

Según el RD 2177/1996 *Norma Básica de la Edificación NBE-CPI/96 "Condiciones de Protección Contra Incendios en los edificios"*, en los ensayos de reacción al fuego se somete un material a un calentamiento controlado, con la finalidad de provocar la emanación de gases inflamables y comprobar el desarrollo de la combustión en el propio material. Dependiendo de las características de los materiales (espesor, rigidez, densidad y flexibilidad), se someterá a los materiales a diferentes ensayos.

Según el RD 312/2005 *Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y resistencia frente al fuego*, en los ensayos de reacción al fuego se somete un material a llama controlada con la finalidad de provocar la emanación de gases inflamables y comprobar el desarrollo de la combustión en el propio material (inflamabilidad, caída de gotas y opacidad de humo). Los ensayos de los productos se realizan simulando su aplicación de uso final en función de la cantidad, la orientación del producto, la posición respecto a otros productos adyacentes y su método de fijación.

3. Normas de ensayos y de clasificación a la reacción al fuego

3.1. Normas de clasificación a la reacción al fuego según el RD 2177/1996 (NBE-CPI/96)

Norma UNE 23727:1990. Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción. Clasifica los materiales utilizados en la construcción (recubrimientos aplicados a sus soportes, a los materiales de acabado interior, a los de instalaciones industriales, decoración e interiorismo, materiales de acabado y de revestimiento de superficies, falsos techos, falsos suelos, textiles, plásticos rígidos y espumados, barnices, pinturas, etc...), con el fin de evaluar su grado de combustibilidad e inflamabilidad, incluidos aquellos materiales que hayan sido ignifugados. Los materiales pueden presentarse a ensayo como: láminas, paneles, placas, películas, velos, hojas, etc. La Norma UNE 23727:1990 indica a qué ensayos de Reacción al Fuego deben ser sometidos los materiales orgánicos según su presentación o espesor. La opacidad y toxicidad de los productos emanados en la combustión no son tenidos en cuenta en esta norma de clasificación.

Clasificación después de ensayo

- M0 No combustible**
- M1 Combustible. No inflamable**
- M2 Combustible. Moderadamente inflamable**
- M3 Combustible. Medianamente Inflamable**
- M4 Combustible. Altamente inflamable**

Norma UNE 23721:1990. Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Ensayo por radiación aplicable a los materiales rígidos o similares (materiales de revestimiento) de cualquier espesor y a los materiales flexibles de espesor superior a 5 mm). Según el comportamiento de cada material a este ensayo en cuanto a la velocidad de destrucción o si se produce goteo durante el mismo, se debe ampliar este ensayo con la ejecución de los ensayos complementarios siguientes: UNE 23724:1990, UNE 23725:1990 y UNE 23726:1990, para definir su clasificación definitiva.

1. Resumen de las clasificaciones obtenidas por los materiales rígidos y los materiales flexibles de espesor superior a 5 mm.

Ensayos	Criterios / clasificación				
Ensayo por radiación (UNE 23721:1990)	s = 0	s < 0,2	s < 1	s < 1	s < 5
	h = 0	h < 1	h < 1	h < 1,5	h < 2,5
	c < 1	c < 1	c < 1	c < 1	c < 2,5
	i = 0	i cualquiera	i < 1	i cualquiera	i < 2
		M-1	M-2	M-3	
Ensayo de propagación de la llama (UNE 23724:1990)	Materiales que no entran en las clases precedentes y con velocidad de propagación < 2 mm/s M4				

“i”: índice de inflamabilidad
 “s”: índice de desarrollo de las llamas
 “h”: índice de altura máxima de llama
 “c”: índice de combustibilidad

2. Resumen general de las clasificaciones obtenidas por los materiales rígidos y los materiales flexibles de espesor superior a 5 mm.

Ensayo por radiación				Velocidad de propagación		No combustibilidad		Clasificación
s	i	h	c	≤ 2 mm/s	> 2 mm/s	SI	NO	
0	0	0	< 1			X		M-0
0	0	0	< 1				X	M-1
< 0,20	Cualquiera	< 1	< 1					M-2
< 1	< 1	< 1	< 1					M-2
< 1	Cualquiera	< 1,5	< 1					M-3
< 5	< 2	< 2,5	< 2,5					M-3
≥ 5	o ≥ 2	o ≥ 2,5	o ≥ 2,5	X				M-4
≥ 5	o ≥ 2	o ≥ 2,5	o ≥ 2,5		X			No clasificable

3. Resumen de las clasificaciones obtenidas por los materiales que presentan un comportamiento particular

Ensayos	Criterios de clasificación				
Ensayo para materiales fusibles		no inflamación de la guata	no inflamación de la guata	inflamación de la guata	inflamación de la guata
Ensayo de propagación de la llama	no hay caída de gotas	gotas no inflamadas	gotas inflamadas	gotas no inflamadas	gotas inflamadas
No hay persistencia de llama	M-1	M-1	-	M-4	M-4
Persistencia ≤ 5 s	M-2	M-2	M-3	M-4	M-4
Persistencia > 5 s	M-3	M-3	M-4	M-4	M-4

Norma UNE 23723:1990. Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción.- Ensayo del quemador eléctrico aplicable a los materiales flexibles de un espesor inferior o igual a 5 mm.. Para materiales de espesores inferior o igual a 5 mm. se aplica la Norma UNE 23723:1990 y si procede se amplía con los ensayos a la Norma UNE 23724:1990, UNE 23725:1990 y UNE 23726:1990.

1. Criterios de clasificación al ser aplicado el ensayo UNE 23723:1990 y el ensayo UNE 23724:1990

Ensayos	Criterios de clasificación				
Ensayo para materiales fusibles		no inflamación de la guata	no inflamación de la guata	inflamación de la guata	inflamación de la guata
Ensayo en el quemador eléctrico	no hay caída de gotas	gotas no inflamadas	gotas inflamadas	gotas no inflamadas	gotas inflamadas
Inflamación ≤ 5 s (si el material presenta un comportamiento particular ver UNE 23727:1990)	M-1	M-1	M-2	M-4	M-4
Longitud destruida < 350 mm.	M-2	M-2	M-3	M-4	M-4
Anchura < 90 mm. Longitud destruida < 600 mm.	M-3	M-3	M-4	M-4	M-4
Ensayo de propagación de la llama (UNE 23724:1990)	Materiales que no entran en las clases precedentes y con velocidad de propagación < 2 mm./s				M-4

Norma UNE 23724:1990. *Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Ensayo de velocidad de propagación de la llama aplicable a los materiales no destinados a ser colocados sobre un soporte. Ensayo complementario.*

Norma UNE 23725:1990. *Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción.- Ensayo de goteo aplicable a los materiales fusibles. Ensayo complementario.*

Norma UNE 23726:1990. *Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción.- Ensayos en el panel radiante para revestimiento de suelos. Ensayo complementario.*

Norma UNE 23728:1990. *Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción.- Calibrado del quemador eléctrico.*

Norma UNE 23729:1990. *Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción.- Calibrado del radiador.*

Norma UNE-EN 13238:2002. *Ensayos de reacción al fuego para productos de construcción. Procedimiento de acondicionamiento y reglas generales para la selección de substratos.*

Norma UNE 23731:1985 EX. *Ensayos de reacción al fuego. Determinación de la calidad de ignifugado frente a la acción de los lavados.*

Norma UNE 23732:1985 EX. *Ensayos de reacción al fuego. Determinación de la calidad de ignifugado frente a la acción mecánica de barrido y aspirado.*

Norma UNE 23733:1985 EX. *Ensayos de reacción al fuego. Determinación de la calidad de ignifugado frente a la variación de condiciones climáticas ambientales.*

Norma UNE 23735-1:1994 EX. *Ensayos de reacción al fuego de los materiales de la construcción. Procesos de envejecimiento acelerado. Parte 1: Generalidades.*

Norma UNE 23735-2:1994 EX. *Ensayos de reacción al fuego de los materiales de la construcción. Procesos de envejecimiento acelerado. Parte 2: Materiales textiles utilizados al abrigo de la intemperie.*

Norma UNE 23102:1990. *Ensayos de reacción al fuego de los materiales de la construcción. Ensayo de no combustibilidad.*

3.2. Normas de ensayo y clasificación a la reacción al fuego según RD 312/2005

Norma UNE-EN 13501-1:2002. *Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de los datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.* Esta norma proporciona el procedimiento de clasificación de reacción al fuego para todos los productos de construcción, incluidos productos incorporados dentro de elementos de construcción. Los productos se ensayarán de manera que se simule su aplicación de uso final. Debe tenerse en cuenta que en el caso de un producto que se utilice en diferentes aplicaciones de uso final, dicho producto podrá tener distintas clasificaciones correspondientes a cada una de las aplicaciones.

Esta aplicación de uso final incluye fundamentalmente los siguientes aspectos:

- la orientación del producto
- su posición respecto a otros productos adyacentes (substrato, fijación, etc.)

Las orientaciones típicas son:

- vertical, mirando hacia un espacio abierto (posición en pared/fachada)
- vertical, mirando a un hueco
- horizontal con la cara expuesta hacia abajo (posición de techo)
- horizontal con la cara expuesta hacia arriba (posición en el piso)
- horizontal dentro de un hueco

Todos los productos de construcción, excepto los revestimientos de suelos, se ensayarán en posición vertical a efectos de clasificación en reacción al fuego.

Los revestimientos de suelos se ensayarán horizontalmente con la cara expuesta hacia arriba de acuerdo con la norma EN ISO 9239-1, y verticalmente de acuerdo con la norma EN ISO 11925-2.

En el ensayo de inflamabilidad (EN ISO 11925-2) los productos se ensayarán con ataque de llama en la superficie, solo si en la aplicación final prevista no puede producirse un ataque directo de la llama sobre el borde. Este es el caso para los revestimientos de suelos. Si los bordes pueden quedar expuestos en las condiciones de uso final, se aplicarán ataques por llama en la superficie y en el borde.

Es aplicable a dos categorías, que se tratan por separado:

- productos de construcción, excluidos revestimientos de suelos
- revestimientos de suelos

Clasificación después de ensayo

Clase A: Sin contribución al incendio. Producto No combustible.

Clase A1: No permite inflamación y debe cumplir con los criterios para pérdida de masa e incremento de temperatura. También deberá cumplir con los criterios establecidos para el Poder Calorífico Superior.

Clase A2: Permite una inflamación ≤ 20 s y debe cumplir con los criterios para pérdida de masa e incremento de temperatura. También deberá cumplir con los criterios establecidos para el Poder Calorífico Superior.

Clase B: Contribución al incendio muy limitada. Combustible.

Clase C: Contribución al incendio limitada. Combustible.

Clase D: Contribución media al incendio. Combustible.

Clase E: Contribución alta al incendio. Combustible.

Clase F: Ningún comportamiento determinado. Sin clasificar.

Clasificaciones adicionales para producción de humo

Para paredes/techos:

Las clasificaciones s1, s2 y s3 se deducen de los datos de medida obtenidos en los ensayos realizados de acuerdo con la norma EN 13823.

Para suelos:

Las clasificaciones s1 y s2 se deducen de los datos de medida obtenidos en los ensayos realizados de acuerdo con la norma EN ISO 9239-1.

Clasificaciones adicionales para gotas/partículas en llamas

Para paredes/techos:

Las clasificaciones d0, d1 y d2 se deducen de observaciones de gotas y partículas en llamas:

- para la clase E en la norma EN ISO 11925-2 (d2)
- para las clases B, C y D en la norma EN ISO 11925-2 y la norma EN 13823 (d0, d1 o d2).
- Para la clase A2 (y bajo las condiciones especificadas en el apartado 8.3.2 de la norma EN 13501-1) en la norma EN 13823 (d0, d1 o d2).

Para suelos:

La Norma UNE-EN 13501-1:2002 no hace una clasificación adicional de los materiales ensayados, según las gotas/partículas en llamas.

Comportamiento según las clases de reacción al fuego

Se considera que los productos clasificados en una clase dada satisfacen todos los requisitos de todas las clases inferiores. Ejemplo: *Un producto con clasificación B, deberá satisfacer las clasificaciones C, D, E y F*

Clasificaciones después de ensayo para productos de construcción, excluidos revestimientos de suelo
 Ver punto 7 de esta ficha (Clasificación según EN 13501-1:2002 y RD 312/2005 Productos de construcción excluidos revestimientos de suelos)

Clase	Método(s) de ensayo	Criterios de clasificación	Declaración adicional obligatoria
A1	UNE-EN-ISO 1182:2002	$\Delta T \leq 30^\circ\text{C}$ y $\Delta m \leq 50\%$ y $t_f = 0$ (es decir, sin producción sostenida de llama)	–
	UNE-EN-ISO 1716:2002	$\text{PCS} \leq 2.0\text{MJ/kg}^{(1)}$ y $\text{PCS} \leq 2.0\text{MJ/kg}^{(2)(2a)}$ y $\text{PCS} \leq 1.4\text{MJ/m}^{2(3)}$ y $\text{PCS} \leq 2.0\text{MJ/kg}^{(4)}$	–
A2	UNE-EN-ISO 1182:2002 ⁽¹⁾	$\Delta T \leq 50^\circ\text{C}$ y $\Delta m \leq 50\%$ y $t_{f \leq 20\text{s}}$	–
	UNE-EN-ISO 1716:2002	$\text{PCS} \leq 3.0\text{MJ/kg}^{(1)}$ y $\text{PCS} \leq 4.0\text{MJ/m}^{2(2)}$ y $\text{PCS} \leq 4.0\text{MJ/m}^{2(3)}$ y $\text{PCS} \leq 3.0\text{MJ/kg}^{(4)}$	–
	UNE-EN-13823:2002	$\text{FIGRA} \leq 120\text{W/s}$ y $\text{LFS} < \text{borde de la muestra}$ y $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 7.5\text{MJ}$	Producción de humo ⁽⁵⁾ ; y Gotas según partículas inflamadas ⁽⁶⁾
B	UNE-EN 13823:2002	$\text{FIGRA} \leq 120\text{W/s}$ y $\text{LFS} < \text{borde de la muestra}$ y $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 7.5\text{MJ}$	Producción de humo ⁽⁵⁾ ; y Gotas según partículas inflamadas ⁽⁶⁾
	UNE-EN-ISO 11925-2:2002 ⁽⁸⁾ : <i>Exposición = 30s</i>	$F_s \leq 150\text{mm}$. dentro de 60s	
C	UNE-EN 13823:2002	$\text{FIGRA} \leq 250\text{W/s}$ y $\text{LFS} < \text{borde de la muestra}$ y $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 15\text{MJ}$	Producción de humo ⁽⁵⁾ ; y Gotas según partículas inflamadas ⁽⁶⁾
	UNE-EN-ISO 11925-2:2002 ⁽⁸⁾ : <i>Exposición = 30s</i>	$F_s \leq 150\text{mm}$. dentro de 60s	
D	UNE-EN 13823:2002	$\text{FIGRA} \leq 750\text{W/s}$	Producción de humo ⁽⁵⁾ y Gotas según partículas inflamadas ⁽⁶⁾
	UNE-EN-ISO 11925-2:2002 ⁽⁸⁾ : <i>Exposición = 30s</i>	$F_s \leq 150\text{mm}$. dentro de 60s	
E	UNE-EN-ISO 11925-2:2002 ⁽⁸⁾ : <i>Exposición = 15s</i>	$F_s \leq 150\text{mm}$. dentro de 20s	Gotas según partículas inflamadas ⁽⁷⁾
F	Ningún comportamiento determinado		

- (1) Para productos homogéneos y componentes sustanciales de productos heterogéneos.
- (2) Para cualquier componente no sustancial de productos heterogéneos.
- (2a) Alternativamente, cualquier componente externo no sustancial que tenga un $\text{PCS} \leq 2.0 \text{ MJ/m}^2$, siempre que el producto satisfaga los criterios siguientes de la Norma EN 13823: $\text{FIGRA} \leq 20 \text{ W/s}$, y $\text{LFS} < \text{borde de la muestra}$; y $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 4.0\text{MJ}$; y s_1 ; y d_0 .
- (3) Para cualquier componente no sustancial interno de productos heterogéneos.
- (4) Para el producto como un todo.
- (5) En la última fase del desarrollo del procedimiento de ensayo, se han introducido modificaciones del sistema de medida de humo, cuyos efectos exigen investigaciones adicionales. Esto puede dar por resultado una modificación de los valores límite y/o de los parámetros para la evaluación de la producción de humo

s1= SMOGRA \leq 30m²/s² y TSP_{600s} \leq 50m² ; **s2**= SMOGRA \leq 180m²/s² y TSP_{600s} \leq 200m²;
s3= no s1 o s2

- (6) **d0**= ausencia de gota según partículas en llamas según la Norma EN 13823:2002 dentro de 600s
d1 = Sin caída de gotas y partículas inflamadas durante más de 10s según la Norma EN 13823:2002 dentro de 600s;
d2 = no d0 o d1
La inflamación del papel según la Norma EN-ISO 11925-2:2002 da por resultado una clasificación d2.
- (7) Supera el ensayo = No se produce inflamación del papel (no hay clasificación)
No supera el ensayo = Inflamación del papel (clasificación **d2**)
- (8) En condiciones de ataque de la superficie por llama y, si procede para la aplicación de uso final del producto, ataque del borde por llama.

El tratamiento de algunas familias de productos dan lugar a clasificaciones específicas, como el caso de los suelos o de los productos lineales para el aislamiento térmico de tuberías, que aparecen en los cuadros 1.1-2 y 1.1.-3 respectivamente. El tratamiento de otros productos, como los productos lineales (tubos, conductos, cables, canales, etc.) están todavía en estudio y pueden dar lugar a nuevos cuadros de clasificación que se irán incorporando al presente Anexo y publicando en el Boletín Oficial del Estado como desarrollo del presente Real Decreto

Clasificaciones después de ensayo para productos de construcción de revestimiento de suelo

Ver punto 7 de esta ficha (Clasificación según EN 13501-1:2002 y RD 312/2005 Revestimientos de suelos)

Clase	Método(s) de ensayo	Criterios de clasificación	Declaración adicional obligatoria
A1_{fl}	UNE-EN-ISO 1182:2002 ⁽¹⁾	$\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$ y $\Delta m \leq 50\%$ y $t_f = 0$ (es decir, sin llama sostenida)	–
	UNE-EN-ISO 1716:2002	$\text{PCS} \leq 2.0\text{MJ/kg}^{(1)}$ y $\text{PCS} \leq 2.0\text{MJ/kg}^{(2)}$ y $\text{PCS} \leq 1.4\text{MJ/m}^{2(3)}$ y $\text{PCS} \leq 2.0\text{MJ/kg}^{(4)}$	–
A2_{fl}	UNE-EN-ISO 1182:2002 ⁽¹⁾	$\Delta T \leq 50^{\circ}\text{C}$ y $\Delta m \leq 50\%$ y $t_{f \leq} 20\text{s}$	–
	UNE-EN-ISO 1716:2002	$\text{PCS} \leq 3.0\text{MJ/kg}^{(1)}$ y $\text{PCS} \leq 4.0\text{MJ/m}^{2(2)}$ y $\text{PCS} \leq 4.0\text{MJ/m}^{2(3)}$ y $\text{PCS} \leq 3.0\text{MJ/kg}^{(4)}$	–
	UNE-EN-ISO 9239-1:2002 ⁽⁵⁾	Flujo crítico ⁽⁶⁾ $\geq 8,0\text{kW/m}^2$	Producción de humo ⁽⁷⁾
B_{fl}	UNE-EN-ISO 9239-1:2002 ⁽⁵⁾	Flujo crítico ⁽⁶⁾ $\geq 8,0\text{kW/m}^2$	Producción de humo ⁽⁷⁾
	UNE-EN-ISO 11925-2:2002 ⁽⁸⁾ Exposición = 15s.	$F_s \leq 150\text{mm}$. en 20s	
C_{fl}	UNE-EN-ISO 9239-1:2002 ⁽⁵⁾	Flujo crítico ⁽⁶⁾ $\geq 4.5\text{kW/m}^2$	Producción de humo ⁽⁷⁾
	UNE-EN-ISO 11925-2:2002 ⁽⁸⁾ Exposición = 15s.	$F_s \leq 150\text{mm}$. en 20s	
D_{fl}	UNE-EN-ISO 9239-1:2002 ⁽⁵⁾	Flujo crítico ⁽⁶⁾ $\geq 3.0\text{kW/m}^2$	Producción de humo ⁽⁷⁾
	UNE-EN-ISO 11925-2:2002 ⁽⁸⁾ Exposición = 15s.	$F_s \leq 150\text{mm}$. en 20s	
E_{fl}	UNE-EN-ISO 11925-2:2002 ⁽⁸⁾ Exposición = 15s.	$F_s \leq 150\text{mm}$. en 20s	–
F_{fl}	Ningún comportamiento determinado		

- (1) Para productos homogéneos y componentes sustanciales de productos heterogéneos.
- (2) Para cualquier componente externo no sustancial de productos heterogéneos.
- (3) Para cualquier componente interno no sustancial de productos heterogéneos.
- (4) Para el producto como un todo.
- (5) Duración del ensayo = 30 minutos
- (6) El flujo crítico se define como el flujo radiante que determina la extinción de la llama o el flujo radiante tras un período de ensayo de 30 minutos, según cuál de los dos sea menor (es decir, el flujo correspondiente a la máxima propagación de la llama).
- (7) $s_1 = \text{Humo} \leq 750\% \text{ min.}$
 $s_2 = \text{no } s_1$
- (8) En condiciones de ataque de la superficie por llama, y si procede para la aplicación de uso final del producto, ataque del borde por llama.

Clasificaciones para productos de construcción, sin necesidad de ensayo

Mirar el apartado 1.2 *Productos de clases A1 y A1_f de reacción al fuego sin necesidad de ensayo* y 1.3 *Productos clasificados en función de sus características de reacción al fuego sin necesidad de ensayo*, que figuran en el Anexo I del RD 312/2005, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y resistencia frente al fuego.

4. Relación entre normas y equipos

Norma UNE-EN-ISO 1182:2002. Ensayos de reacción al fuego de los productos de construcción. Ensayo de no combustibilidad. Esta Norma define un método de ensayo que permite determinar, en condiciones específicas, el comportamiento respecto a la no combustibilidad de los productos de construcción homogéneos y los componentes sustanciales de los productos de construcción heterogéneos.



Equipo de ensayo: Horno cilíndrico: Según la UNE-EN-ISO 1182:2002 el horno cilíndrico está compuesto, básicamente, por un tubo refractario a base de alúmina, rodeado por una resistencia calentadora arrollada, y está encajado dentro de un receptáculo aislante. En la base del horno se colocará un estabilizador de circulación de aire de forma troncocónica y en la parte superior, un protector contra corrientes. El horno se montará sobre una plataforma y dispondrá de un porta probetas y de un dispositivo para introducir el porta probetas en el tubo del horno. Se instalarán termopares para medir la temperatura del horno y de las paredes internas del horno. Las probetas tendrán forma cilíndrica y cada una tendrá un volumen de $(76 \pm 8) \text{ cm}^3$, un diámetro de $(45^{+0}_{-2}) \text{ mm}$ y una altura de $(50 \pm 3) \text{ mm}$. Se ensayarán cinco muestras.

Norma UNE-EN-ISO 1716:2002. Ensayos de reacción al fuego de los productos de construcción. Determinación del calor de combustión. Esta Norma especifica un método para la determinación del poder calorífico de productos de construcción a volumen constante en una bomba calorimétrica. Describe un método de ensayo para la medida del poder calorífico superior (PCS). El anexo A describe el cálculo neto del calor de combustión (PCI) cuando sea requerido.



Equipo de ensayo: Bomba calorimétrica: En el ensayo, una muestra de masa especificada se quema bajo condiciones normalizadas, a volumen constante, en una atmósfera de oxígeno, en un calorímetro de bomba calibrado por combustión de ácido benzoico certificado. El calor de combustión determinado bajo estas condiciones se calcula sobre la base del incremento de T^a observado, teniendo en cuenta la pérdida de calor y el calor latente de vaporización. Un producto será evaluado a través de cada uno de sus componentes, teniendo en cuenta las reglas en componentes

no sustanciales. Si un producto no homogéneo no puede ser delaminado (producto cuando es posible separar un componente de otro, sin ninguna parte del otro componente adherida al componente que va a ser evaluado), sus componentes se obtendrán de forma separada. Se tomará una masa mínima de 50 gramos en un producto homogéneo y un componente sustancial de un producto no homogéneo. Se tomará una masa mínima de 10 gramos en componentes no sustanciales de un producto no homogéneo.

Norma UNE-EN-ISO 9239-1:2002. Ensayo de reacción al fuego de los revestimientos de suelo. Parte 1: Determinación del comportamiento al fuego mediante una fuente de calor radiante. Esta norma especifica un método para evaluar el comportamiento frente al fuego y propagación de la llama horizontal en la dirección contraria del viento de revestimientos de suelos expuestos a un gradiente de flujo de calor radiante en una cámara de ensayo, cuando se quema con una llama piloto. Este método se puede aplicar a todo tipo de suelos: moqueta, corcho, madera, caucho, recubrimientos de plástico y revestimientos. Los resultados obtenidos mediante este método reflejan el comportamiento del revestimiento de suelo así como de cualquier sustrato utilizado. Cualquier modificación en el soporte, en el pegado al sustrato, o de la capa base o cualquier otro cambio en el revestimiento podría afectar los resultados de ensayo.



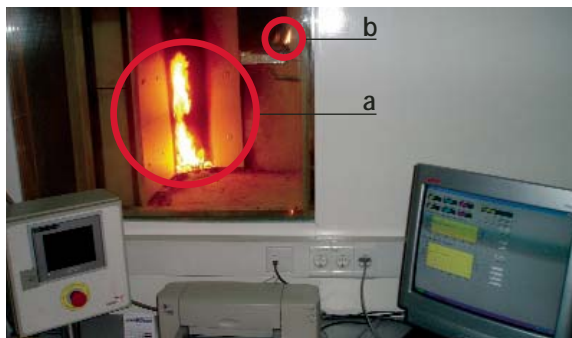
Equipo de ensayo: Panel radiante para suelos: La muestra de ensayo se coloca en una posición horizontal por debajo de un panel de gas radiante inclinado 30° y que presenta un flujo de calor definido. En la extremidad más caliente de la muestra se aplica una llama piloto. Después de la ignición, cualquier frente de llama que se desarrolle es anotado, así mismo se ira registrando la progresión del frente de llama sobre toda la longitud de la muestra, en términos de tiempo de propagación sobre la distancia definida. El desarrollo del humo durante el ensayo se realiza midiendo la transmisión de luz en el cúmulo de gases.

Norma UNE-EN 13823:2002. Ensayos de reacción al fuego de productos de construcción. Productos de construcción excluyendo revestimientos de suelos expuestos al ataque térmico provocado por un único objeto ardiendo. Ensayo que evalúa la contribución potencial de un producto al desarrollo de un fuego, bajo una situación de fuego que simula un único objeto ardiendo en una esquina de una habitación cerca de ese producto.



Equipo de ensayo: SBI (Single Burning Item): Según la EN 13823:2002 el SBI consistirá en un recinto de ensayo, un aparato de ensayo (carro, bastidor, quemador, campana, colector y conductos), el sistema de extracción de humo y el equipo de medidas generales (termopares, sonda bidireccional conectada a un transductor de presión, sonda de muestreo de gas conectada a una unidad de acondicionamiento de gases y a un analizador para O₂ y CO₂, sistema de medida de la atenuación de luz).

Una muestra de ensayo consiste en dos alas verticales (denominadas ala corta y ala larga) que forman un ángulo recto, y que quedan expuestas a un quemador situado en la parte inferior de la esquina (quemador principal). El espesor máximo de la muestra será de 200 mm. y sus dimensiones deben ser en el ala corta de (495±5) mm x (1500±5) mm. y en la ala larga (1000±5) mm. x (1500±5) mm.



El comportamiento de la muestra se evalúa durante un periodo de 20 minutos. Los parámetros de comportamiento son: emisión de calor, producción de humo, propagación lateral de llama y caída de partículas y gotas inflamadas. Un corto periodo anterior al encendido del quemador principal (a) se utiliza para cualificar el calor y el humo producido solo por el quemador, utilizando un quemador idéntico alejado de la muestra denominado quemador auxiliar (b).

Algunas medidas se toman automáticamente, otras se toman por medio de observación visual. El conducto de extracción está equipado con sensores para medir la T^a, la atenuación de la luz, la fracción molar de O₂ y CO₂ y el caudal inducido por diferencia de presión en el conducto. Estas cantidades se registran automáticamente y se utilizan para calcular el caudal volumétrico, el desprendimiento de energía (HRR) y el régimen de producción de humo (SPR). Las observaciones visuales se centran en la propagación lateral de la llama y la caída de partículas y gotas inflamadas.

Norma UNE-EN-ISO 11925-2:2002. Ensayos de reacción al fuego de productos de construcción. Inflamabilidad de los productos de construcción cuando se someten a la acción directa de llama. Parte 2. Ensayo con fuente de llama única. Esta norma especifica un método de ensayo para la determinación de la inflamabilidad de los productos mediante la aplicación directa de llama pequeña, con radiación nula y utilizando muestras ensayadas en orientación vertical.



Equipo de ensayo: Pequeño quemador: El equipo de ensayo está formado por una cámara de combustión con hojas de acero inoxidable y puertas de cristales resistentes al calor para permitir el acceso y observación desde el frente y uno de los laterales. La cámara dispone de una fuente de ignición móvil y un soporte para las muestras. Las dimensiones de las muestras de ensayo deben ser de (250^{+0}_{-1}) mm. de longitud por (90^{+0}_{-1}) mm. de anchura.

Norma UNE-EN 13501-5:2001. *Fire classification of construction products and building elements. Part 5: Classification using test data from external fire exposure to roof tests.* Norma de clasificación para cubiertas expuestas a fuego externo.

Norma UNE-ENV-1187:2003. *Métodos de ensayo para cubiertas expuestas a fuego exterior.*

Norma UNE-EN 13238:2002. *Ensayos de reacción al fuego para productos de construcción. Procedimiento de acondicionamiento y reglas generales para selección de sustratos.*

5. Relación entre ensayos y equipos

Nota: La siguiente relación entre ensayos y equipos se indica de forma genérica, siendo necesario el estudio de cada caso (homogéneo o heterogéneo) particularmente, pudiendo diferir de lo indicado a continuación.

5.1. Para productos de construcción, excluidos revestimientos de suelo

Determinación de la Clase A1: Es obligatorio la realización de dos ensayos: La determinación del poder calorífico superior en el equipo de la Bomba Calorimétrica (UNE-EN-ISO 1716:2002) y el ensayo en el equipo del Horno de No Combustibilidad (UNE-EN-ISO 1182:2002)

Determinación de la Clase A2: Es obligatorio la realización de tres ensayos: La determinación del poder calorífico superior en el equipo de la Bomba Calorimétrica (UNE-EN-ISO 1716:2002), el ensayo en el equipo del Horno de No Combustibilidad (UNE-EN-ISO 1182:2002) y el ensayo en el equipo Single Burner Item (SBI) (UNE-EN 13823:2002).

Determinación de las Clases B ó C ó D: Es obligatorio la realización de dos ensayos: el ensayo en el equipo del Pequeño Quemador (UNE-EN-ISO 11925-2:2002), tiempo de aplicación de llama 30 segundos y el ensayo en el equipo Single Burner Item (SBI) (UNE-EN 13823:2002). No se puede realizar el ensayo en el SBI si antes no se han cumplido con los criterios para una clase E.

Determinación de la Clase E: ensayo en el equipo del Pequeño Quemador (UNE-EN-ISO 11925-2:2002), tiempo de aplicación de llama 15 segundos si sólo se quiere determinar esta clase o bien 30 segundos, si se quiere determinar una clase superior.

Clase F: Se clasifica un producto como clase F cuando no cumple con los criterios establecidos para una clase E.

5.2. Para productos de revestimientos de suelo

Determinación de la Clase A1_{fl}: Es obligatoria la realización de dos ensayos: La determinación del poder calorífico superior en el equipo de la Bomba Calorimétrica (UNE-EN-ISO 1716:2002) y el ensayo en el equipo del Horno de No Combustibilidad (UNE-EN-ISO 1182:2002)

Determinación de la Clase A2_{fl}: Es obligatoria la realización de tres ensayos: La determinación del poder calorífico superior en el equipo de la Bomba Calorimétrica (UNE-EN-ISO 1716:2002), el ensayo en el equipo del Horno de No Combustibilidad (UNE-EN-ISO 1182:2002) y el ensayo en el equipo del Panel Radiante (UNE-EN-ISO-9239-1:2002).

Determinación de las Clases B_{fl} ó C_{fl} ó D_{fl}: Es obligatoria la realización de dos ensayos: El ensayo en el equipo del Pequeño Quemador (UNE-EN-ISO 11925-2:2002), tiempo de aplicación de llama 15 segundos y el ensayo en el equipo del Panel Radiante (UNE-EN-ISO 9239-1:2002). No se puede realizar el ensayo en el SBI si antes no se han cumplido con los criterios para una clase E.

Determinación de la Clase E_{fl}: Ensayo en el equipo del Pequeño Quemador (UNE-EN-ISO 11925-2:2002), tiempo de aplicación de llama 15 segundos.

Clase F_{fl}: Se clasifica un producto como clase F cuando no cumple con los criterios establecidos para una clase E.

6. La reacción al fuego en la normativa

6.1. NBE-CPI/96–RD 2177/1996, de 4 de Octubre, Norma Básica de la Edificación. Condiciones de Protección Contra Incendios en los Edificios.

Art. 13.2. Materiales: Se admiten las clasificaciones M-0, M-1, M-2, M-3 y M-4

Art. 16.1. Materiales de revestimiento en recorridos de evacuación: Se refiere a los materiales utilizados como revestimiento o acabado superficial en: pasillos, escaleras y zonas de recorridos de evacuación y se admiten:

Tipo de recorrido de evacuación	Revestimiento de suelos	Revestimiento de paredes y techos
Recorridos en recintos protegidos	M-2	M-1
Recorridos normales:		
– en uso Hospitalario	M-2	M-1
– en otros usos	M-3	M-2

Art. 16.3. Otros materiales: Se refieren a los materiales utilizados en el interior de falsos techos o suelos elevados, tanto los utilizados para aislamiento térmico y para acondicionamiento acústico, como los que constituyan o revistan conductos de aire acondicionado y ventilación. Todos ellos deben haber alcanzado la clasificación, como mínimo de M-1.

Art. R.16.3. Uso Residencial: Los materiales utilizados como revestimiento o acabado superficial en

las habitaciones destinadas a alojamiento tendrán una clasificación igual o más favorable que:

- Suelos: M-3
- Paredes y techos: M-2
- Cortinajes y otros elementos: M-1

Art. 17.2. Materiales: Si bien se clasifican como M-0 todos los materiales de origen pétreos, cerámicos y metálicos así como los vidrios, morteros, hormigones y yesos, se hace hincapié en materiales textiles, los cuales deben ser sometidos a ensayos de envejecimiento acelerado y posteriormente practicarles los ensayos a la Reacción al Fuego pertinentes para obtener su clasificación final. Hace referencia a las Marcas de conformidad a Normas Une, Sellos y Certificados de Conformidad que avalen la clase o clasificación a la Reacción al Fuego pertinente, según el RD 1630/1992 del 29 de diciembre.

Art. 17.3. Validez de los documentos administrativos: La validez administrativa de los certificados o documentos que recogen los resultados de los ensayos deben tener una antigüedad menor a 5 años. Los materiales procedentes del Espacio Económico Europeo tienen un procedimiento especial de reconocimiento según el artículo 9 del citado Real Decreto.

Art. 18.2. Instalaciones centralizadas de climatización o de ventilación: Para este tipo de instalaciones los materiales constitutivos de los conductos, de su aislamiento y de sus accesorios serán, como mínimo, de clase M-1, no pudiéndose utilizar como retorno de aire los espacios por los que discurren recorridos de evacuación. En las unidades de tratamiento de aire y las baterías de resistencias situadas en edificios de uso hospitalario y en los pasillos de evacuación en edificios de cualquier otro uso, el material que constituye las cajas en que se alojan y el que constituye el aislamiento deben ser de clase M-0 y M-1 respectivamente. En los edificios destinados como alojamiento tales como viviendas, hoteles, residencias y hospitales, el material de los filtros de las unidades de tratamiento de aire será de clase M-3 y el que constituye las cajas en que están alojados serán de clase M-0.

Art. 18.3.1. Campanas: Las campanas estarán construidas con material M-0 no poroso con otros requisitos complementarios.

Art. 18.3.2. Conductos: Los conductos de las campanas extractoras en las cocinas serán de material M-0 con otros requisitos complementarios.

Art. 18.3.3. Filtros: Los filtros estarán fabricados con material de clase M-0 con otros requisitos complementarios.

Art. 18.3.4. Ventiladores: La unión de los ventiladores con sus conductos será realizada con materiales M-0 con otros requisitos complementarios.

Art. 19.2.3. Elementos constructivos y materiales: Las condiciones exigibles a los locales y a las zonas de riesgo especial, en cuanto a la Reacción al Fuego, son:

Tipo de local o de zona	Revestimientos paredes y techos	Suelos
De riesgo alto	M-1	M-1
De riesgo medio	M-1	M-1
De riesgo bajo	M-1	M-2

6.2. RSCIEI – RD 2267/2004, del 03 de Diciembre, Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales.

ANEXO II Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco

Art. 3. Materiales: Las exigencias de comportamiento al fuego de los productos de construcción se definen determinando la clase que deben alcanzar, según la norma UNE-EN 13501-1 para aquellos materiales para los que exista norma armonizada y ya esté en vigor el marcado “CE”. Las condiciones de reacción al fuego aplicable a los elementos constructivos se justificarán:

- Mediante la clase que figura en cada caso, en primer lugar, conforme a la nueva clasificación europea.
- Mediante la clase que figura en segundo lugar entre paréntesis, conforme a la clasificación que establece la norma UNE-23727:1990.

Art. 3.1 Productos de revestimiento: los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial deben ser:

- En suelos: CFL-s1 (M2) o más favorable.
- En paredes y techos: C-s3 d0(M2), o más favorable.
- Los lucernarios que no sean continuos o instalaciones para eliminación de humo que se instalen en las cubiertas serán al menos de clase D-s2d0 (M3) o más favorable.
- Los materiales de los lucernarios continuos en cubierta serán B-s1d0 (M1) o más favorable.
- Los materiales de revestimiento exterior de fachadas serán C-s3d0 (M2) o más favorables.

Art. 3.2 Productos incluidos en paredes y cerramientos. Cuando un producto que constituya una capa contenida en un suelo, pared o techo sea de una clase más desfavorable que la exigida al revestimiento correspondiente, según el apartado 3.1, la capa y su revestimiento, en su conjunto, serán, como mínimo EI 30 (RF-30). Este requisito no será exigible cuando se trate de productos utilizados en sectores industriales clasificados según el anexo I como de riesgo intrínseco bajo, ubicados en edificios de tipo B o de tipo C para los que será suficiente la clasificación Ds3d0 (M3) o más favorable, para los elementos constitutivos de los productos utilizados para paredes o cerramientos.

Art. 3.3 Otros productos:

- los productos situados en el interior de falsos techos o suelos elevados, tanto los utilizados para aislamiento térmico y para acondicionamiento acústico como los que constituyan o revistan conductos de aire acondicionado o de ventilación, etc., deben ser de clase C-s3 d0 (M1) o más favorable.
- Los cables deberán ser no propagadores de incendio y con emisión de humo y opacidad reducida.

Art. 3.4 La justificación de que un producto de construcción alcanza la clase de reacción al fuego exigida se acreditará mediante ensayo de tipo o certificado de conformidad a normas UNE, emitidos por un organismo de control que cumpla los requisitos establecidos en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.

Art. 3.5 Los productos de construcción pétreos, cerámicos y metálicos, así como los vidrios, morteros, hormigones o yesos, se considerarán de clase A 1 (M0).

Art. 8.1 Sistema de almacenaje en estanterías metálicas. Requisitos.

- Los materiales de bastidores, largueros, paneles metálicos, cerchas, vigas, pisos metálicos y otros elementos y accesorios metálicos que componen el sistema deben ser de acero de la clase A1 (M0).
- Los revestimientos pintados con espesores inferiores a 100 μ deben ser de la clase Bs3d0 (M1).

Este revestimiento debe ser un material no inflamable, debidamente acreditado por un laboratorio autorizado mediante ensayos realizados según norma.

- 3. Los revestimientos zincados con espesores inferiores a 100µ deben ser de la clase Bs3d0 (M1).

6.3. Código técnico de la edificación –RD 314/2006 de 17 de Marzo. Documento Básico SI– Seguridad en caso de incendio.

SI 1. Propagación Interior

Art.4 Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario.

4.1. Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla 4.1.

4.2. Las condiciones de reacción al fuego de los componentes de las instalaciones eléctricas (cables, tubos, bandejas, regletas, armarios, etc.) se regulan en su reglamentación específica.

Tabla 4.1 Clases de *reacción al fuego* de los elementos constructivos

Situación del elemento	Revestimientos (1)	
	De techos y paredes (2) (3)	De suelos (2)
Zonas ocupables (4)	C-s2,d0	E _{FL}
Aparcamientos	A2-s1,d0	A2 _{FL} -s1
Pasillos y escaleras protegidos	B-s1,d0	C _{FL} -s1
Recintos de riesgo especial (5)	B-s1,d0	B _{FL} -s1
Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos, suelos elevados, etc.	B-s3,d0	B _{FL} -s2(6)

- (1) Siempre que superen el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del *recinto* considerado.
- (2) Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice L.
- (3) Incluye aquellos materiales que constituyan una capa contenida en el interior del techo o pared y que no esté protegida por una capa que sea EI 30 como mínimo.
- (4) Incluye, tanto las de permanencia de personas, como las de circulación que no sean protegidas. Excluye el interior de viviendas. En *uso Hospitalario* se aplicarán las mismas condiciones que en *pasillos y escaleras protegidos*.
- (5) Véase el capítulo 2 de esta Sección.
- (6) Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos) esta condición no es aplicable.

4.3. Los elementos textiles de cubierta integrados en edificios, tales como carpas, serán clase M2 conforme a UNE 23727:1990 “Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción”.

4.4. En los edificios y establecimientos de uso Pública Concurrencia, los elementos decorativos y de mobiliario cumplirán las siguientes condiciones:

a) Butacas y asientos fijos que formen parte del proyecto:

- Tapizados: pasan el ensayo según las normas siguientes:

UNE-EN 1021-1:1994 “Valoración de la inflamabilidad del mobiliario tapizado - Parte 1: fuente de ignición: cigarrillo en combustión”.

UNE-EN 1021-2:1994 “Valoración de la inflamabilidad del mobiliario tapizado - Parte 2: fuente

de ignición: llama equivalente a una cerilla”.

– No tapizados: material M2 conforme a UNE 23727:1990 “Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción”.

b) Elementos textiles suspendidos, como telones, cortinas, cortinajes, etc.:

– Clase 1 conforme a la norma UNE-EN 13773: 2003 “Textiles y productos textiles. Comportamiento al fuego. Cortinas y cortinajes. Esquema de clasificación”.

SI 2. Propagación Exterior

Art.2 Cubiertas

2.3 Los materiales que ocupen más del 10% del revestimiento o acabado exterior de las cubiertas, incluida la cara superior de los voladizos cuyo saliente exceda de 1 m, así como los lucernarios, claraboyas y cualquier otro elemento de iluminación, ventilación o extracción de humo, deben pertenecer a la clase de reacción al fuego BROOF (t1).

7. Propuesta de equivalencia entre las clasificaciones de reacción al fuego

Es importante remarcar que debido a la diferente normativa de clasificación así como a los diferentes equipos de ensayo, no es posible realizar una total correspondencia entre clases de reacción al fuego de la norma española y la europea.

Por tanto, lo que seguidamente se propone son unas equivalencias orientativas, sin carácter de equivalencia o correspondencia efectiva entre clases.

Para establecer una equivalencia entre las clasificaciones de reacción al fuego nos basamos en:

Norma **UNE 23727:1990** Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción.

Norma **UNE-EN 13501-1:2002** Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.

Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y resistencia frente al fuego.

Propuesta de equivalencia entre las clasificaciones de reacción al fuego	
Clasificación según UNE 23727:1990	
Clasificación según EN 13501-1:2002 y RD 312/2005	
Productos de construcción excluidos revestimientos de suelos	Revestimientos de suelos
M0	<p>Equivalencia: A1 A2-s1,d0</p> <p>A1_{fl} A2_{fl}-s1</p>
M1	<p>Equivalencia: A2-s2,d0 A2-s3,d0 B-s1,d0 B-s2,d0 B-s3,d0</p> <p>A2-s1,d1 A2-s2,d1 A2-s3,d1 B-s1,d1 B-s2,d1</p> <p>A2-s1,d2 A2-s2,d2 A2-s3,d2 B-s1,d2 B-s2,d2</p> <p>A2_{fl}-s2 B_{fl}-s2</p>
M2	<p>Equivalencia: C-s1,d0 C-s1,d0 C-s3,d0</p> <p>B-s3,d1 C-s1,d1 C-s2,d1</p> <p>B-s3,d2 C-s1,d2 C-s2,d2</p> <p>C_{fl}-s1 C_{fl}-s2</p>
M3	<p>Equivalencia: D-s1,d0 D-s2,d0 D-s3,d0 B-s2,d0 B-s3,d0</p> <p>C-s3,d1 D-s1,d1 D-s2,d1</p> <p>C-s3,d2 D-s1,d2 D-s2,d2</p> <p>D_{fl}-s1 D_{fl}-s2</p>
M4	<p>Equivalencia: E E-d2 F</p> <p>D-s3,d1 D-s3,d2</p> <p>E_{fl} F_{fl}</p>



1.1

Protección pasiva

Reacción al fuego

**COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA**

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona

Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net
www.cetib.net



Servei de Visat
Serveis Col·legials
Col·legiació



12

Protección pasiva

Datos técnicos caloríficos de productos y materiales



MANUAL
Seguridad
contra incendios

Protección pasiva
1.2 Datos técnicos
caloríficos de productos
y materiales

Autor
Joan Juanola Porqueres

Edición
Marzo de 2005

Edita
Colegio de Ingenieros
Técnicos Industriales
de Barcelona

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona
Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net

Coordinación
David Altimira de Maria

Propuesto por
Comisión de Medio
Ambiente, Energía
y Seguridad
Área de incendios

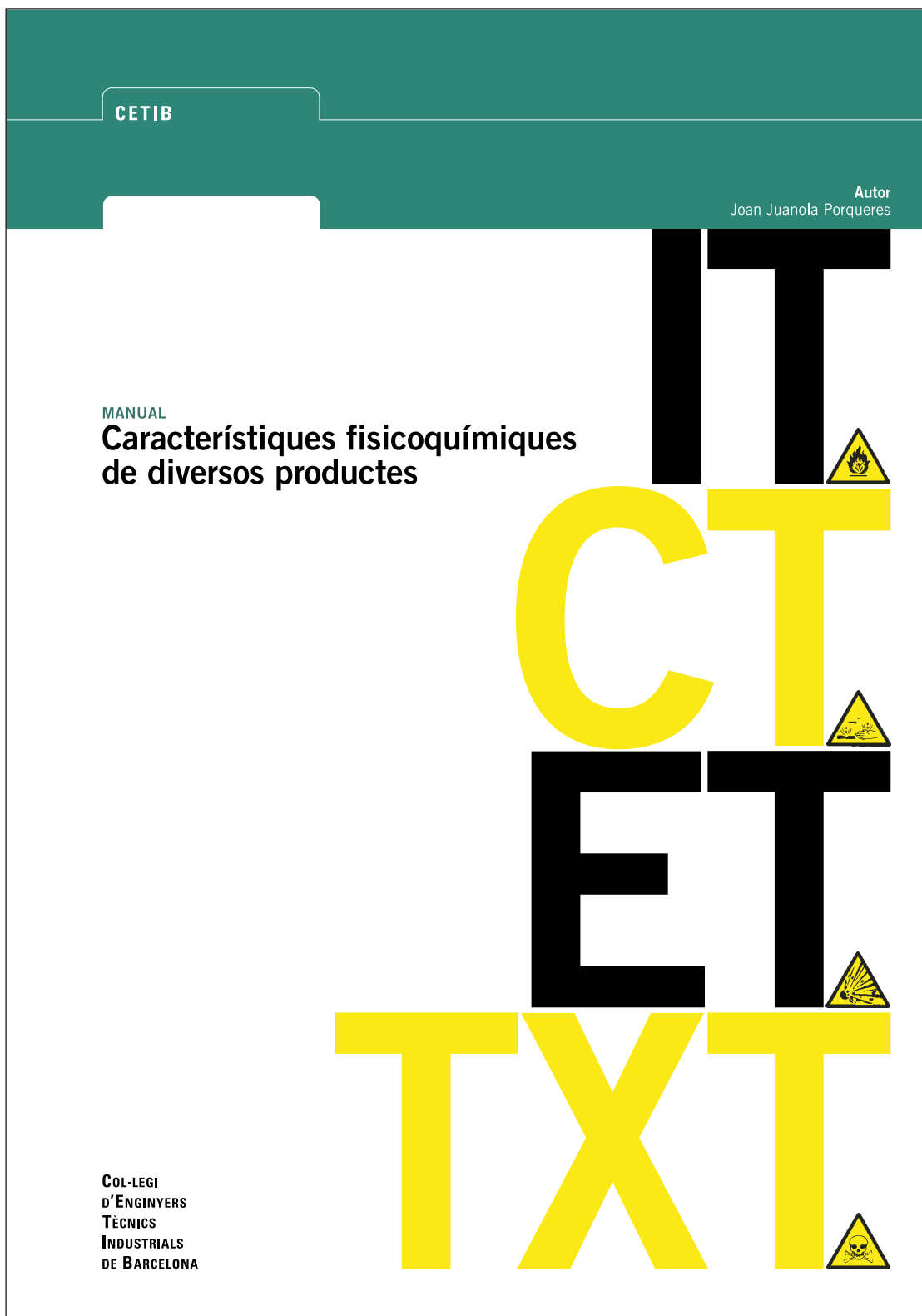
Corrección y asesoramiento
lingüístico
Traducciones Técnicas
de Ingeniería Metzger

Diseño gráfico
Georgina Miret

1.2

Protección pasiva
Datos técnicos caloríficos
de productos y materiales

Documento de referencia:
"Características fisico-químicas de diversos productos".



12

Protección pasiva

Datos técnicos caloríficos de productos y materiales

**COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA**

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona

Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net
www.cetib.net



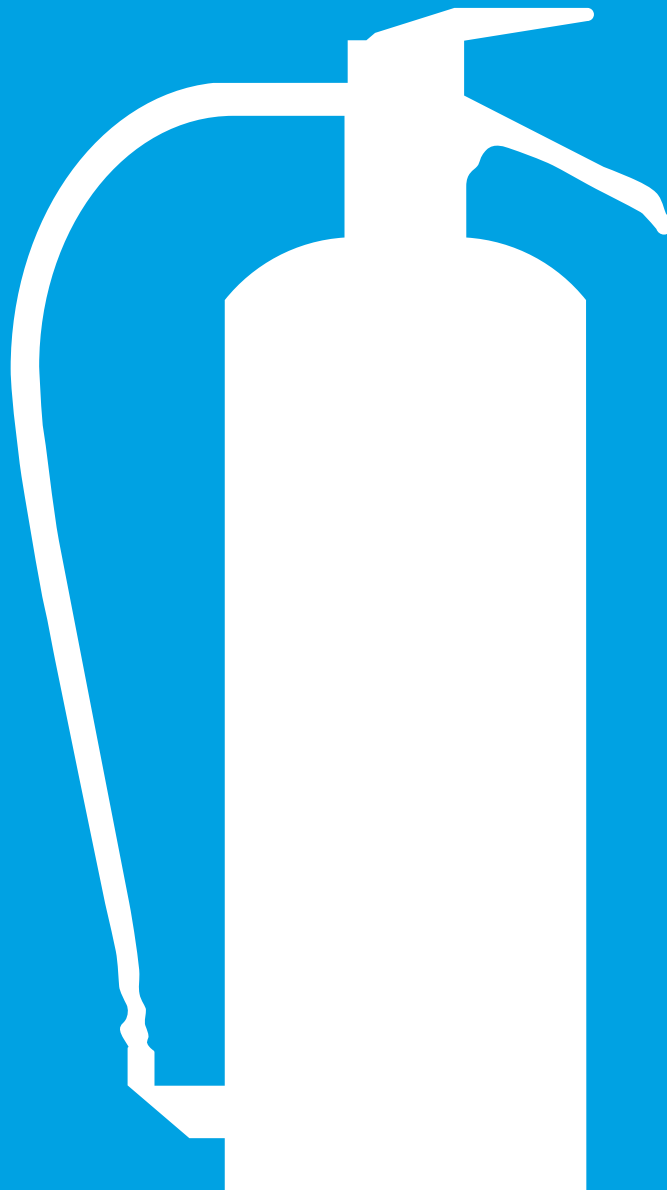
Servei de Visat
Serveis Col·legials
Col·legiació



1.3

Protección pasiva

Resistencia al fuego



COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA

MANUAL
Seguridad
contra incendios

Protección pasiva
1.3 Resistencia al fuego

Autor

Redacción:
Albert Ger Castillo
Albert Puigderrajols Juan

Revisión:
Pau Gavarró Buscà

Comisión de Medio
Ambiente, Energía
y Seguridad
Área de incendios

Edición

Junio 2007

Edita

Colegio de Ingenieros
Técnicos Industriales
de Barcelona

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona
Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.cat

Coordinación

David Altimira de Maria

Propuesto por

Comisión de Medio
Ambiente, Energía
y Seguridad
Área de incendios

**Corrección y asesoramiento
lingüístico**

Traducciones L'Apòstrof

Diseño gráfico

Estudi Freixes

Fotografías

Cedidas por Applus

1.3

Protección pasiva Resistencia al fuego

Índice

1.	Introducción	5
2.	Definiciones	6
3.	Descripción de los ensayos de resistencia al fuego	7
4.	Exigencias reglamentarias de resistencia al fuego de elementos constructivos.	12
5.	Adaptación de las exigencias reglamentarias de resistencia al fuego (RD 312/2005)	24
6.	Normas de ensayo y clasificación de resistencia al fuego, según DB-SI (CTE) y RD 312/2005	25

1. Introducción

De forma genérica podemos definir la resistencia al fuego de los elementos de la construcción (pared, puerta, forjado, falso techo, ventiladores, etc..) como el tiempo que tarda dicho elemento en perder su capacidad portante o estabilidad al fuego, integridad y su aislamiento térmico.

La resistencia al fuego de las instalaciones de ventilación y extracción de humos se tratan en la ficha específica para dichas instalaciones.

Desde el 2 de julio de 2005 la normativas de ensayo se han substituido y unificado para todos los países de la unión Europea (normas EN).

Desde la entrada en vigor de código técnico de la edificación es de obligado cumplimiento ensayar los distintos elementos de la construcción con requisitos de resistencia al fuego según las Normas Europeas.

Esta estandarización de normativas genera como cambio más importante una unificación a nivel europeo de la clasificación de los elementos de la construcción:

Las nuevas clases son:

- R** Estabilidad o Capacidad portante (Resistance)
- E** Integridad (incluye la estanqueidad al fuego) (Integrity)
- I** Aislamiento térmico (Insulation)

y además, en algunos casos:

- W** Radiación emitida
- C** Dispositivo de cierre automático
- S** Estanqueidad al paso de humos

Las clases se indican de la siguiente manera:

- R** Tiempo en que se cumple la estabilidad al fuego o capacidad portante. Similar a EF, Estabilidad al fuego.
- RE** Tiempo en que se cumple la estabilidad y la integridad (y estanqueidad al fuego). Similar a PF, Parallamas.
- REI** Tiempo en que se cumple la estabilidad, la integridad y el aislamiento térmico. Similar a RF, Resistencia al fuego.

Este tiempo se tipifica como: 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 y 240 minutos.

No hay equivalencia directa entre las clasificaciones actuales y las antiguas, pues los ensayos y los procedimientos de clasificación son diferentes, aunque los conceptos son similares (véase capítulo 5).

Clase según NBE-CPI/96	Adaptación	Clase según RD 312/2005
	NBE-CPI/96 - RD 312/2005	
Estabilidad al fuego	EF → R	Capacidad portante
Parallamas	PF → (R) E	Integridad (Estanqueidad)
Resistencia al fuego	RF → (R) EI	Aislamiento térmico

Clases de resistencia al fuego

2. Definiciones

Resistencia al fuego: Capacidad de un elemento constructivo para mantener durante un periodo de tiempo determinado la función portante que le sea exigible, así como la integridad y/o el aislamiento térmico en los términos especificados en el ensayo normalizado correspondiente.

Elemento constructivo: Componente constructivo diferenciado, por ejemplo: pared, división, suelo, cubierta, viga o pilar. Un elemento es un producto individual, así como puede ser un elemento constituido por uno o varios productos.

Campo de aplicación directa: Incluye las variantes constructivas y los límites de uso de los elementos que, sin análisis adicional, quedan cubiertos por el resultado del ensayo de resistencia al fuego.

Campo de aplicación ampliado: Incluye variantes constructivas y límites de uso de un elemento que ha sido sometido a uno o más ensayos de fuego, de acuerdo con la norma adecuada. La ampliación del campo de aplicación se realiza siguiendo los procedimientos establecidos en las normas correspondientes.

Cubierta ligera: Aquella cuyo peso no excede de 100 Kg/m².

Curva de calentamiento ISO 834: Comúnmente se aplica la curva normalizada tiempo/temperatura correspondiente a un fuego posterior a la inflamación súbita generalizada o post flash-over, durante toda la duración del ensayo. La relación, que es un modelo de incendio totalmente desarrollado en un sector, se define mediante la siguiente fórmula:

$$T = 345 \log_{10} (8t + 1) + 20$$

donde:

- t** es el tiempo transcurrido desde el inicio del ensayo, en minutos (min).
- T** es la temperatura media del horno, en °C.

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)
0	20	90	1006
5	576	120	1049
10	678	150	1082
15	738	180	1110
20	781	210	1133
30	842	240	1153
45	902	300	1186
60	945	360	1214

Tabla normalizada tiempo/temperatura

3. Descripción de los ensayos de resistencia al fuego

La clasificación, según las características de resistencia al fuego, de los elementos constructivos, así como los ensayos necesarios para ello deben realizarse por laboratorios acreditados por una entidad oficialmente reconocida conforme al Real Decreto 2200/1995 de 28 de diciembre, modificado por el Real Decreto 411/1997 de 21 de marzo.

El listado de las entidades oficialmente reconocidas puede consultarse en la web:
<http://www.european-accreditation.org>

En el momento de su presentación, los certificados de los ensayos antes citados deberán tener una antigüedad menor que 10 años cuando se refieran a resistencia al fuego.

Los ensayos de resistencia al fuego consisten en someter a un elemento de la construcción a un calentamiento controlado normalizado para evaluar como se comporta este material. En función del elemento la norma de ensayo es distinta.

Los criterios de fallo se van evaluando durante el transcurso del ensayo, y en el momento que un criterio falla, el elemento ensayado, satisfará este criterio hasta este minuto. Aunque a la hora de dar la clasificación se elegirá el tiempo inferior tipificado en la norma de cada producto.

Véase un ejemplo:

Sometemos a un ensayo de resistencia la fuego a dos elementos, dando como resultado:

Caso A Forjado o pared portante		Caso B Puerta o pared no portante	
Criterio	Minuto	Criterio	Minuto
Fallo de capacidad portante	63	Fallo de capacidad portante	(no aplica)
Fallo de integridad	63	Fallo de integridad	95
Fallo de aislamiento térmico	50	Fallo de aislamiento térmico	60
Resultado de clasificación	REI 45	Resultado de clasificación	EI 60

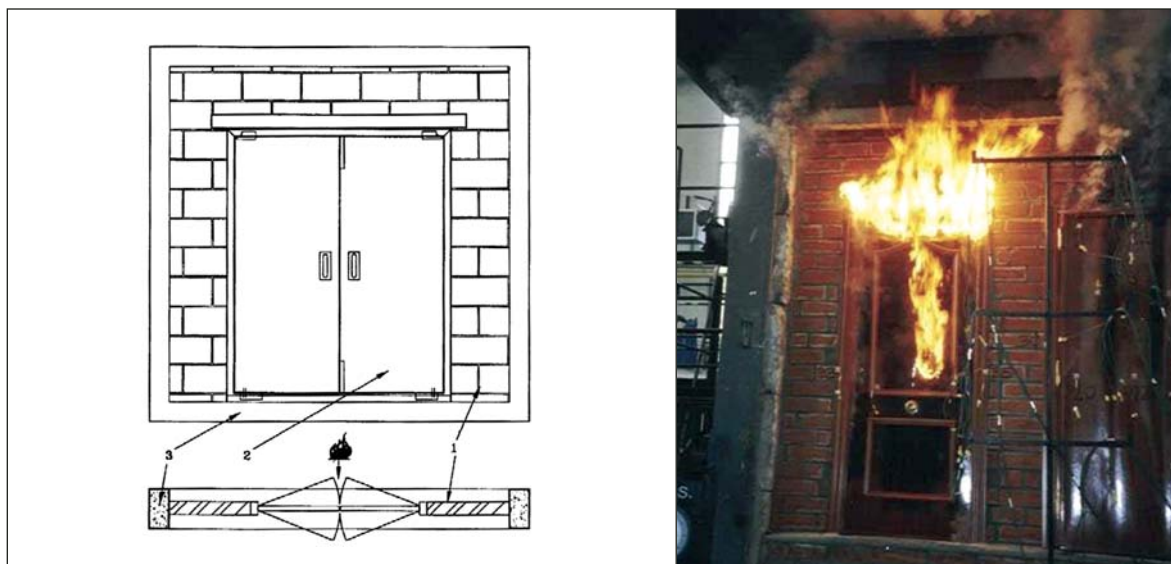
Los ensayos se realizan en hornos horizontales o verticales, en función del elemento constructivo sometido a ensayo.

Ensayos en posición vertical:

Resistencia al fuego de elementos constructivos verticales (paredes, puertas, compuertas, tapas de registros, etc.)

A. Puertas

Ejemplo de conjunto de puerta, en una obra normalizada de tipo rígido.



- 1 Obra soporte normalizada o asociada
- 2 Puerta (Elemento sometido a ensayo)
- 3 Bastidor de ensayo

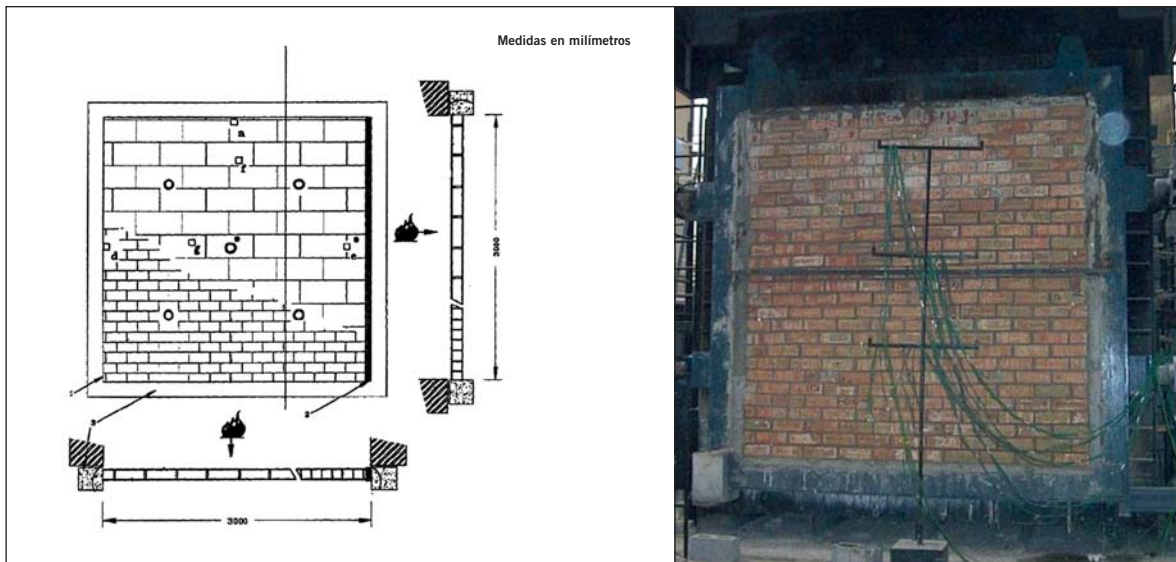
Si la puerta separa dos sectores de incendio:

- Las puertas metálicas se deberán ensayar en dos posiciones, una abriendo hacia el interior del horno y la otra hacia el exterior. Si son puertas correderas no simétricas se deberán ensayar una con las guías dentro del horno y la otra con las guías por fuera.
- En caso de puerta de madera y marco de madera solo hace falta una puerta abriendo hacia el interior del horno.

Si la puerta tiene definido el sentido por donde le atacará el fuego se deberá ensayar solamente en esa posición.

B. Paredes

Ejemplo de ubicación de termopares en lado no expuesto y medición de las deformaciones para paredes de mampostería o fábrica



- Posición de los termopares para incremento de temperatura media
- Posición de los termopares para incremento de temperatura máxima
- Posición para las medidas de deformación
- 1 Borde fijo
- 2 Borde libre
- 3 Bastidor de ensayo

Para elementos de separación si sólo se les requiere que sean resistentes por una cara, se ensayará una única muestra de ensayo, con la cara expuesta al fuego que debe ser objeto de exigencia.

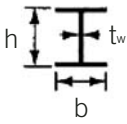

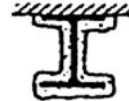

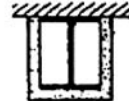
En los elementos de separación a los que se requiera ser resistentes al fuego por ambas caras, se ensayarán dos muestras separadamente (una por cada cara) a menos que el elemento pueda considerarse totalmente simétrico y las exigencias en cuanto a exposición al fuego por ambas caras sean iguales.

Ensayos en posición horizontal:

Evaluación de la resistencia al fuego de la protección de estructuras de acero, hormigón y madera. Resistencia al fuego de elementos constructivos horizontales (forjados, suelos, falsos techos, etc.).

A. Protección de vigas y pilares

Masividad: Ilustración de perfil contorneado y cajeadado conforme a la realización de ensayos.

Tipo de perfil	Perfil contorneado		Perfil cajeadado	
Perfiles de tipo estándar (Secciones I y H)	4 caras	3 caras	4 caras	3 caras
	 $2b + 2h + 2(b - t_w) = 4b + 2h - 2t_w$	 $b + 2h + 2(b - t_w) = 3b + 2h - 2t_w$	 $2b + 2h$	 $b + 2h$

h: altura del perfil
 b: base
 t_w: espesor



Ensayo de vigas y pilares protegidos con placas

3.1 Instrumentación utilizada

Termopar del horno: Se utiliza para controlar la temperatura dentro del horno, la cual debe seguir la curva de temperatura/tiempo dada por la norma.

Termopar de la cara no expuesta: Son termopares tipo K de disco que se utilizan para medir la temperatura en la cara de la muestra opuesta a la que aplicamos el fuego (con este equipo evaluamos el criterio de aislamiento). De forma genérica podemos decir que cuando este termopar supere los 140 °C de media o 180 °C de máxima el criterio de aislamiento falla.

Tampón de algodón: Equipo utilizado para medir la integridad de la muestra de ensayo. Se utiliza durante un periodo máximo de 30 s o hasta que se produzca ignición del mismo.

Galgas: Equipo utilizado para medir la integridad de la muestra de ensayo. Se utilizan una galga de 6 mm y de 25 mm de diámetro. Se utilizarán cuando aparezcan oberturas en la muestra de ensayo. Se utilizará la galga de 6 mm cuando pueda atravesar la muestra de ensayo y penetre en el interior del horno y pueda desplazarse una distancia de 150 mm a lo largo de la apertura. Se utilizará la galga de 25 mm cuando pueda atravesar la muestra y penetre en el interior del horno.

3.2 Criterios de comportamiento de la muestra

Capacidad portante (R):

Es la capacidad del elemento constructivo de soportar, durante un periodo de tiempo y sin pérdida de la estabilidad estructural, la exposición al fuego en una o más caras, bajo acciones mecánicas definidas.

Tiempo en minutos completos en los cuales el elemento constructivo mantiene su estabilidad estructural, al cual se le aplica un carga definida por el cliente, se comprueba que la contracción axial y la velocidad de la misma no supere lo especificado en la norma de ensayo

Integridad (E):

Es la capacidad que tiene un elemento constructivo con función separadora, de soportar la exposición solamente en una cara, sin que exista transmisión del fuego a la cara no expuesta debido al paso de llamas o de gases calientes que puedan producir la ignición de la superficie no expuesta o de cualquier material adyacente a esa superficie.

Tiempo en minutos completos en los cuales el elemento constructivo mantiene su función separadora, sin constatarse la presencia de:

- Ignición tampón de algodón
- Penetración Galgas
- Aparición de llamas sostenidas

Aislamiento (I):

Es la capacidad del elemento constructivo de soportar la exposición al fuego en un solo lado, sin que se produzca la transmisión del incendio debido a una transferencia de calor significativa desde el lado expuesto al no expuesto.

Tiempo en minutos completos en los cuales el elemento constructivo mantiene su función separadora, sin constatarse:

- Fallo por integridad
- Temperatura media de la muestra superior a 140 °C
- Temperatura máxima de la muestra superior a 180 °C

3.3 Informes de ensayo.

Una vez se realiza el ensayo, el laboratorio emitirá un informe de ensayo al peticionario del ensayo, por lo general el informe de ensayo consta de dos partes,

I.- La parte 1 donde se indicará:

Material recibido: Se describe exhaustivamente aquello que se ha aprobado, que es en definitiva a lo que el ensayo le da validez.

Ensayo solicitado: Normativa por la que se ensaya el elemento constructivo.

Objeto del ensayo: Criterios que se evalúan.

Resultados obtenidos: Como se ha comportado la muestra.

Anexos: Donde se incluyen fotos, gráficos de temperatura de los distintos termopares así como planos descriptivos de la muestra ensayada.

II.- En la parte 2 se indicará:

Clasificación: Se describe los resultados obtenidos del ensayo según UNE EN 13501-2.

Campo de aplicación: Se define que los resultados del ensayo al fuego se aplican a la muestra ensayada y a modificaciones de la misma que permite la norma.

Ambas partes deberán llevar el sello de la entidad nacional de acreditación correspondiente (ENAC, UKAS, COFRAC, etc.), como laboratorios acreditados conforme al Real Decreto 2200/1995 de 28 de diciembre.

Los dos informes deben estar numerados e identificados con el *número de expediente*.

4. Exigencias reglamentarias de resistencia al fuego de elementos constructivos.

4.1. Documento Básico Seguridad Contra Incendios del Código Técnico de la Edificación (DB-SI del RD 314/2006).

Este DB establece las condiciones de resistencia al fuego de los elementos constructivos conforme a las nuevas clasificaciones europeas establecidas mediante el RD 312/2005 y a las normas de ensayo y clasificación que allí se indican.

No obstante, cuando las normas de ensayo y clasificación del elemento constructivo considerado según su resistencia al fuego no estén aún disponibles en el momento de realizar el ensayo, dicha clasificación se podrá seguir determinando y acreditando conforme a las anteriores normas UNE, hasta que tenga lugar dicha disponibilidad.

En las tablas de los diferentes productos se indican las normas de aplicación correspondientes con el código de norma UNE-EN o UNE-EN-ISO cuando ya están disponibles, o con el código EN o EN-ISO, a título informativo cuando no lo están. En el segundo caso, la norma será de aplicación cuando esté disponible.

Exigencia básica SI 1 - Propagación interior:

Compartimentación en sectores de incendio.

El objetivo es limitar el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio mediante algunas prescripciones:

Las **escaleras y los ascensores** que sirvan a sectores de incendio diferentes deben estar delimitados por elementos constructivos cuya resistencia al fuego sea, como mínimo, la requerida a los elementos separadores entre dichos sectores de incendio.

La **resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas** que delimitan sectores de incendio debe cumplir los siguientes criterios:

Elemento	Sector bajo rasante	Resistencia al fuego Sector sobre rasante en edificio con altura de evacuación:			
		$h \leq 15 \text{ m}$	$15 < h \leq 28 \text{ m}$	$h > 28 \text{ m}$	
Paredes y techos que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto:					
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120	
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120	
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120	EI 180 si altura de evacuación > 28 m	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento	No robotizado	EI 120	EI 120	EI 120	EI 120
	Robotizado	EI 180	EI 180	EI 180	EI 180

Las **puertas de paso entre sectores** de incendio deben cumplir con el criterio de ciclos de apertura y cierre 'C5' y una resistencia al fuego equivalente a la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas

Se considera la acción del fuego en el interior del sector, excepto en el caso de los sectores de riesgo mínimo, en los que únicamente es preciso considerarse desde el exterior del mismo.

Locales y zonas de riesgo especial

Los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasifican conforme los **grados de riesgo alto, medio y bajo** según los criterios establecidos en el CTE. Los locales así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la tabla inferior.

Los locales destinados a albergar instalaciones y equipos regulados por reglamentos específicos, tales como transformadores, maquinaria de aparatos elevadores, calderas, depósitos de combustible, contadores de gas o electricidad, etc. se rigen, además, por las condiciones que se establecen en dichos reglamentos y, por lo tanto, pueden ser aún más restrictivos a la hora de clasificar los locales de riesgo especial.

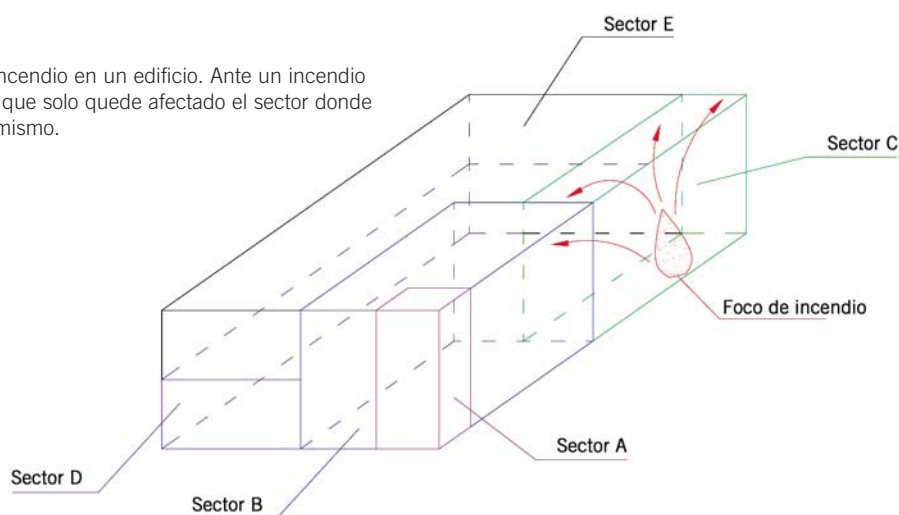
Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios

Características	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante (*)	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos que separan la zona del resto del edificio (*)	EI 90	EI 120	EI 180
Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	-	Si	Si

* El tiempo de resistencia al fuego no debe ser menor que el establecido para la estructura portante del conjunto del edificio, de acuerdo con el apartado SI 6, excepto cuando la zona se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30.

Excepto en los locales destinados a albergar instalaciones y equipos, puede adoptarse como alternativa el tiempo equivalente de exposición al fuego determinado conforme a lo establecido en el apartado 2 del Anejo SI B.

Sectores de incendio en un edificio. Ante un incendio el objetivo es que solo quede afectado el sector donde se origina el mismo.

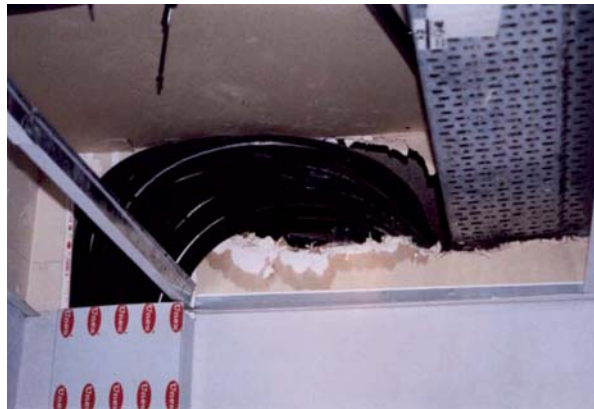


Cuando el techo separe de una planta superior debe tener al menos la misma resistencia al fuego que se exige a las paredes, pero con la característica REI en lugar de EI, al tratarse de un elemento portante y compartimentador de incendios. En cambio cuando sea una cubierta no destinada a actividad alguna, ni prevista para ser utilizada en la evacuación, no precisa tener una función de compartimentación de incendios, por lo que sólo debe aportar la resistencia al fuego R que le corresponda como elemento estructural, excepto en las franjas a las que hace referencia en la Sección SI 2 (propagación exterior), en las que dicha resistencia debe ser REI.

La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc, mediante:

- a) Una compuerta cortafuegos automática $EI t$ ($i \Rightarrow o$) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado, o un dispositivo intumescente de obturación.
- b) Elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, conductos de ventilación $EI t$ ($i \Rightarrow o$) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado.

La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables debe tener continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc., salvo cuando éstos estén compartimentados respecto de los primeros al menos con la misma resistencia al fuego, pudiendo reducirse ésta a la mitad en los registros para mantenimiento.



Ejemplo de discontinuidad en la compartimentación en un local de riesgo entre sectores de incendio, debido al nulo sellado del paso de instalaciones.

Exigencia básica SI 2 - Propagación exterior

Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios.

Las medianerías o muros colindantes con otro edificio deben ser al menos EI 120.

Limitación del riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de las fachadas:

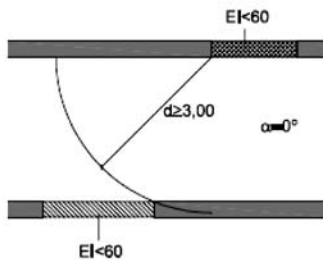


Figura 1.1. Fachadas enfrentadas

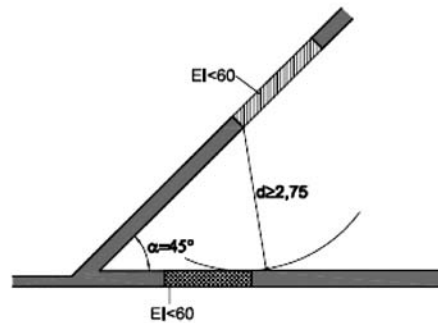


Figura 1.2. Fachadas a 45°

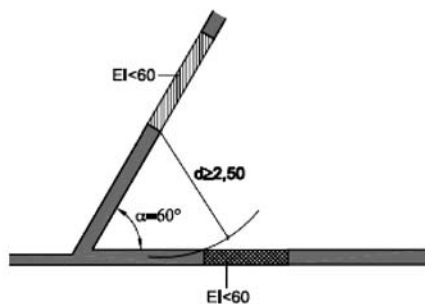


Figura 1.3. Fachadas a 60°

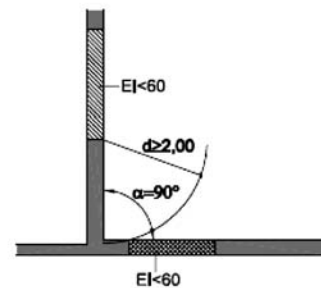


Figura 1.4. Fachadas a 90°

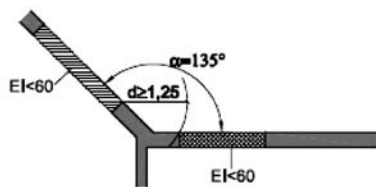


Figura 1.5. Fachadas a 135°

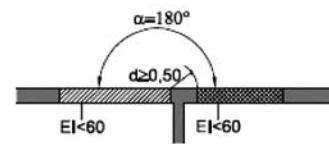


Figura 1.6. Fachadas a 180°

Limitación del riesgo de propagación vertical del incendio por fachada:

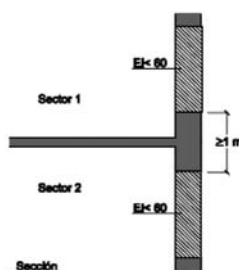


Figura 1.7 Encuentro forjado-fachada

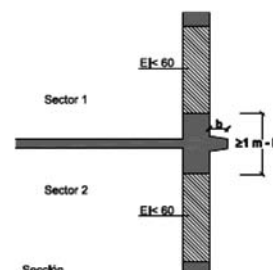


Figura 1.8 Encuentro forjado-fachada con saliente

Limitación del riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta:

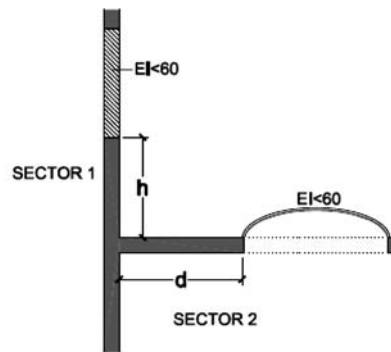


Figura 2.1 Encuentro cubierta-fachada

Exigencia básica SI 6 – Resistencia al fuego de la estructura:

La estructura portante deberá mantener en cualquier caso su resistencia al fuego durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores exigencias básicas.

La resistencia al fuego de los elementos estructurales (pilares, jácenas, forjados, etc.), no será inferior a la indicada en la tabla siguiente.

Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales

Uso del sector de incendio considerado ⁽¹⁾	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		< 15 m	< 28 m	≥ 28 m
Vivienda unifamiliar no adosada	R30	R30	-	-
Vivienda unifamiliar agrupada o adosada	R120	R60	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R120	R60	R90	R120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R120	R90	R120	R180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)	No robotizado	R120		
	Robotizado	R180		

Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de zonas de riesgo especial

Riesgo especial	Resistencia al fuego	
Bajo	R 90	
Medio	R 120	
Alto	R 180	
Cualquier riesgo especial	No será inferior al de la estructura portante de la planta del edificio excepto cuando la zona se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30	R 30

La resistencia al *fuego* suficiente de un suelo es la que resulte al considerarlo como techo del *sector de incendio* situado bajo dicho suelo

Las estructuras de cubiertas ligeras no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes y cuya altura respecto de la rasante exterior no exceda de 28 m, así como los elementos que únicamente sustenten dichas cubiertas, podrán ser R 30 cuando su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios o establecimientos próximos, ni comprometer la estabilidad de otras plantas inferiores o la compartimentación de los sectores de incendio.

Elementos estructurales secundarios.

A los elementos estructurales secundarios, tales como los cargaderos o los de las entreplantas de un local, se les exige la misma resistencia al fuego que a los elementos principales si su colapso puede ocasionar daños personales o compromete la estabilidad global, la evacuación o la compartimentación en sectores de incendio del edificio. En otros casos no precisan cumplir ninguna exigencia de resistencia al fuego.

Determinación de la resistencia al fuego.

La resistencia al fuego de un elemento puede establecerse de alguna de las formas siguientes:

- a) Comprobando las dimensiones de su sección transversal con lo indicado en las distintas tablas según el material dadas para las distintas resistencias al fuego en:
 - Anejo SI C Resistencia al fuego de las estructuras de hormigón armado
 - Anejo SI D Resistencia al fuego de las estructuras de acero
 - Anejo SI E Resistencia al fuego de las estructuras de madera
 - Anejo SI F Resistencia al fuego de los elementos de fábrica
- b) Obteniendo su resistencia por los métodos simplificados dados en los mismos anejos.
- c) Mediante la realización de los ensayos que establece el Real Decreto 312/2005.

4.2. Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RD 2267/2004).

Estabilidad al fuego de los elementos portantes.

La estabilidad al fuego de los elementos estructurales con función portante y escaleras que sean recorrido de evacuación no tendrá un valor inferior al indicado en la tabla siguiente.

Estabilidad al fuego de elementos estructurales portante

Nivel de riesgo intrínseco	Tipo A		Tipo B		Tipo C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
Bajo	R 120 (EF-120)	R 90 (EF-90)	R 90 (EF-90)	R 60 (EF-60)	R 60 (EF-60)	R 30 (EF-30)
Medio	NO ADMITIDO	R 120 (EF-120)	R 120 (EF-120)	R 90 (EF-90)	R 90 (EF-90)	R 60 (EF-60)
Alto	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180 (EF-180)	R 120 (EF-120)	R 120 (EF-120)	R 90 (EF-90)

Para la **estructura principal de cubiertas ligeras** (dintel, cercha) y sus soportes en plantas sobre rasante, no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes, siempre que se justifique que su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios o establecimientos próximos, ni comprometan la estabilidad de otras plantas inferiores o la sectorización de incendios implantada y, si su riesgo intrínseco es medio o alto y dispone de un sistema de extracción de humos, se pueden adoptar los valores siguientes:

Estabilidad al fuego para la estructura principal de cubiertas ligeras

Nivel de riesgo intrínseco	Tipo B	Tipo C
	Sobre rasante	Sobre rasante
Riesgo bajo	R 15 (EF-15)	No se exige
Riesgo medio	R 30 (EF-30)	R 15 (EF-15)
Riesgo alto	R 60 (EF-60)	R 30 (EF-30)

Las correas no son consideradas parte constituyente de la estructura principal de la cubierta.



Colapso de una cubierta formada por cerchas metálicas no protegidas. Los muros colindantes disponían de una buena resistencia al fuego



Nave industrial donde los muros de compartimentación disponían de una mala resistencia al fuego, a pesar de que la cubierta no colapsó

En **edificios de una sola planta con cubierta ligera**, cuando la superficie total del sector de incendios esté protegida por una instalación de rociadores automáticos de agua y un sistema de evacuación de humos, los valores permitidos de la estabilidad al fuego de las estructuras portantes podrán ser:

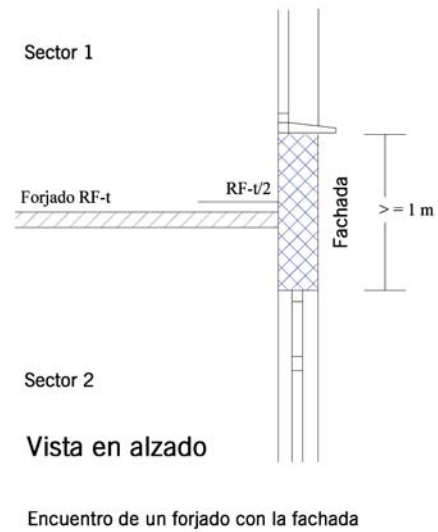
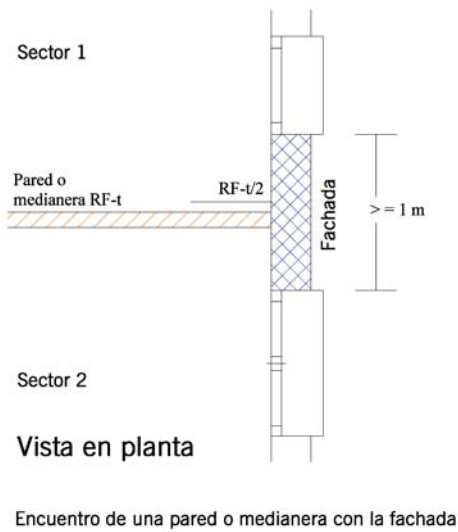
Nivel de riesgo intrínseco	Edificio de una sola planta		
	Tipo A	Tipo B	Tipo C
Riesgo bajo	R 60 (EF-60)	NO SE EXIGE	NO SE EXIGE
Riesgo medio	R 90 (EF-90)	R 15 (EF-15)	NO SE EXIGE
Riesgo alto	NO ADMITIDO	R 30 (EF-30)	R 15 (EF-15)

Resistencia al fuego de cerramientos

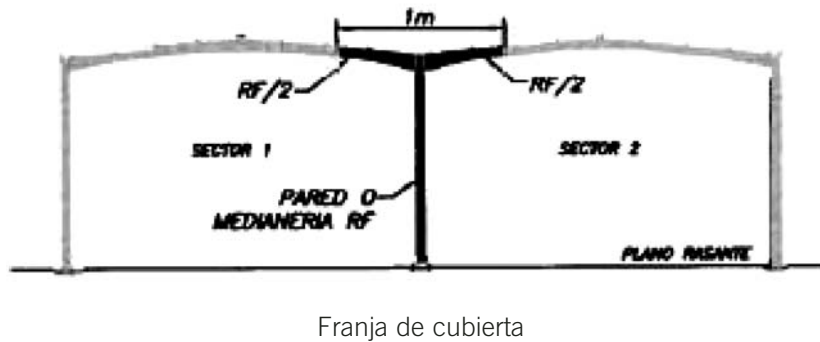
La resistencia al fuego de toda **medianería o muro colindante** con otro establecimiento será, como mínimo.

Nivel de riesgo intrínseco	Sin función portante	Con función portante
Riesgo bajo	EI 120	REI 120 (RF-120)
Riesgo medio	EI 180	REI 180 (RF-180)
Riesgo alto	EI 240	REI 240 (RF-240)

Cuando una medianería, un forjado o una pared que compartimente sectores de incendio **acometa a una fachada**, la resistencia al fuego de esta debe ser, al menos, igual a la mitad de la exigida a aquel elemento constructivo, en una franja cuya anchura será, como mínimo, de 1 m.



Cuando una medianería o un elemento constructivo de compartimentación en sectores de incendio **acomete a la cubierta**, la resistencia al fuego de esta será, al menos, igual a la mitad de la exigida a aquel elemento constructivo, en una franja cuya anchura sea igual a 1 m.

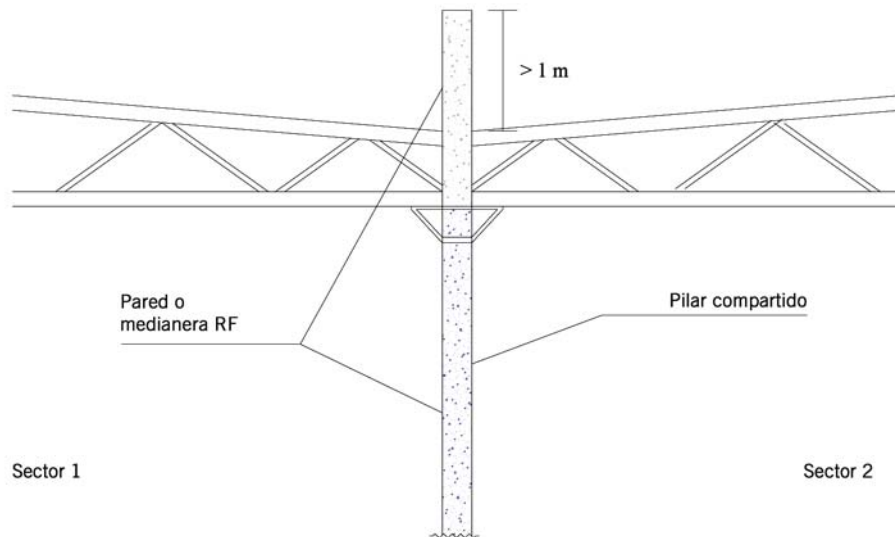


Este muro de separación y la franja cortafuegos impidieron el desarrollo del incendio a la nave, a pesar de que el fuego se propagaba por la cara opuesta del muro a través de los lucernarios



Detalle de la franja cortafuegos donde se aprecia el principio de propagación del incendio desde la nave colindante

Si la medianería o el elemento compartimentador se prolonga interrumpidamente 1 m por encima de la cubierta, como mínimo, no es necesario que se instale la comentada franja.



Prolongación de la medianera sobre la cubierta

Las **puertas de paso** entre dos sectores de incendio tendrán una resistencia al fuego, al menos, igual a:

- la mitad de la exigida al elemento que separe ambos sectores de incendio
- o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo previo.

Todos **los huecos, horizontales o verticales**, que comuniquen un sector de incendio con un espacio exterior a él deben ser sellados de modo que mantengan una resistencia al fuego que no será menor de:

a) La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de:

- Compuertas de canalizaciones de aire de ventilación, calefacción o acondicionamiento de aire.
- Sellados de orificios de paso de mazos o bandejas de cables eléctricos.
- Sellados de orificios de paso de canalizaciones de líquidos inflamables o combustibles.
- Cierres practicables de galerías de servicios comunicadas con el sector de incendios.
- Compuertas o pantallas de cierre automático de huecos verticales de manutención, descarga de tolvas o comunicación vertical de otro uso.

b) Un medio de la resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de:

- Sellados de orificios de paso de canalizaciones de líquidos no inflamables ni combustibles.
- Tapas de registro de patinillos de instalaciones.

Para la **estructura principal de sistemas de almacenaje con estanterías metálicas** sobre rasante o bajo rasante sin sótano se podrán adoptar los valores siguientes:

Nivel de riesgo intrínseco	Sistema de almacenaje independiente o autoportante operado manualmente					
	Tipo A		Tipo B		Tipo C	
	Rociadores automáticos de agua		Rociadores automáticos de agua		Rociadores automáticos de agua	
	NO	SI	NO	SI	NO	SI
Riesgo bajo	R 15 (EF-15)	NO SE EXIGE	NO SE EXIGE	NO SE EXIGE	NO SE EXIGE	NO SE EXIGE
Riesgo medio	R 30 (EF-30)	R 15 (EF-15)	R 15 (EF-15)	NO SE EXIGE	NO SE EXIGE	NO SE EXIGE
Riesgo alto			R 15 (EF-15)	R 15 (EF-15)	R 15 (EF-15)	NO SE EXIGE

4.3. Condicionantes urbanísticos i de protección contra incendios en los edificios (Decreto 241/1994 de la Generalitat de Catalunya)

Actividades adyacentes

La pared medianera o de separación entre actividades adyacentes de diferente titular deberán disponer de muro cortafuegos (dependiendo de la carga de fuego) con una resistencia al fuego mínima de:

Carga de fuego (en Mcal/m ²)	Riesgo intrínseco	Resistencia al fuego
$Q_p < 200$	Bajo	EI (RF) -120
$200 < Q_p < 800$	Medio	EI (RF) -180
$800 < Q_p$	Alto	EI (RF) -240

5. Adaptación de las exigencias reglamentarias de resistencia al fuego (RD 312/2005).

En la siguiente tabla se resume las exigencia de resistencia al fuego de distintos elementos constructivos y su adaptación a las nuevas normativas europeas.

Tipos de elementos constructivos	Clase exigida por la reglamentación vigente	Clase que debe acreditarse conforme al Anexo 3 del RD 312/2005
Portantes sin función de separación frente al fuego	EF-t	R t
Portantes con función de separación frente al fuego	RF-t	REI t
	PF-t	RE t
Particiones con función de separación frente al fuego	RF-t	EI t
	PF-t	E t
Techos con resistencia intrínseca al fuego	RF-t	EI t
Fachadas (muros-cortina) y muros exteriores (incluidos elementos de vidrio)	RF-t	EI t
	PF-t	E t
Suelos elevados	RF-t	REI t-f
Sistemas de obturación de penetraciones de cables y tuberías	RF-t	EI t
Puertas y elementos practicables resistentes al fuego y sus dispositivos de cierre	RF-t	EI ₂ -Ct
	PF-t	E -C t
Puertas de piso de ascensor	PF-t	E t
Conductos y patinillos para instalaciones y servicios	RF-t	EI t
Sistemas de obturación (sellado) de penetraciones de cables y tuberías	RF-t	EI t
Conductos de ventilación y compuertas resistentes al fuego (excluidos los utilizados en sistemas de extracción de calor y humo)	RF-t	EI t
Conductos y compuertas para control de humo y calor en un único sector de incendio	RF-t o PF-t	E ₆₀₀ t

6. Normas de ensayo y clasificación de resistencia al fuego, según DB-SI (CTE) y RD 312/2005

Ensayos de resistencia al fuego

UNE EN 1363-1: 2000 Parte 1: Requisitos generales.

UNE EN 1363-2: 2000 Parte 2: Procedimientos alternativos y adicionales.

Ensayos de resistencia al fuego de elementos no portantes

UNE EN 1364-1: 2000 Parte 1: Paredes.

UNE EN 1364-2: 2000 Parte 2: Falsos techos.

Ensayos de resistencia al fuego de elementos portantes

UNE EN 1365-1: 2000 Parte 1: Paredes.

UNE EN 1365-2: 2000 Parte 2: Suelos y cubiertas.

UNE EN 1365-3: 2000 Parte 3: Vigas.

UNE EN 1365-4: 2000 Parte 4: Pilares.

UNE EN 1365-5: 2004 Parte 5: Balcones y pasarelas.

UNE EN 1365-6: 2004 Parte 6: Escaleras.

Ensayos de resistencia al fuego de puertas y elementos de cerramiento de huecos

UNE EN 1634-1: 2000 Parte 1: Puertas y cerramientos cortafuegos.

UNE EN 1634-3: 2001 Parte 3: Puertas y cerramientos para control de humos.

UNE EN 81-58: 2004 Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores.

Exámenes y ensayos. Parte 58: Ensayo de resistencia al fuego de las puertas de piso.

Ensayos de resistencia al fuego de instalaciones de servicio

UNE EN 1366-1: 2000 Parte 1: Conductos.

UNE EN 1366-2: 2000 Parte 2: Compuertas cortafuegos.

UNE EN 1366-3: 2005 Parte 3: Sellados de penetraciones.

UNE EN 1366-5: 2004 Parte 5: Conductos para servicios y patinillos.

UNE EN 1366-6: 2005 Parte 6: Suelos elevados.

UNE EN 1366-7: 2005 Parte 7: Cerramientos para sistemas transportadores y de cintas transportadoras.

UNE EN 1366-8: 2005 Parte 8: Conductos para extracción de humos.

Ensayos para determinar la contribución a la resistencia al fuego de elementos estructurales

prENV 13381-1 Parte 1: Membranas protectoras horizontales.

UNE ENV 13381-2: 2004 Parte 2: Membranas protectoras verticales.

UNE ENV 13381-3: 2004 Parte 3: Protección aplicada a elementos de hormigón.

UNE ENV 13381-6: 2004 Parte 6: Protección aplicada a columnas de acero huecas rellenas de hormigón.

Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de su comportamiento ante el fuego

UNE EN 13501-2: 2004 Parte 2: Clasificación a partir de datos obtenidos de los ensayos de resistencia al fuego, excluidas las instalaciones de ventilación.

1.3

Protección pasiva

Resistencia al fuego

**COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA**

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona

Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net
www.cetib.net



Servei de Visat
Selecció i
Orientació
Professional
Servei a Empreses
Formació i
Activitats
Serveis Col·legials
i Col·legiació



2.1

Protección activa

Extintores portátiles



COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA

MANUAL
Seguridad
contra incendios

Protección activa
2.1 Extintores portátiles

Autor
Redacción:
Eduardo Romero Maymó

Revisión:
Manuel Perdigó Solà
José Masana Tardà
Antoni Abad Pascual

Edición
Marzo de 2005

Edita
Colegio de Ingenieros
Técnicos Industriales
de Barcelona

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona
Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net

Coordinación
David Altimira de Maria

Propuesto por
Comisión de Medio
Ambiente, Energía
y Seguridad
Área de incendios

Corrección y asesoramiento
lingüístico
Traducciones Técnicas
de Ingeniería Metzger

Diseño gráfico
Georgina Miret

Fotografías
Cedidas por Extintores
Orfeo SA

2.1

Protección activa Extintores portátiles

Índice

1.	Definiciones	3
2.	Tipos de extintores	3
3.	Emplazamiento de los extintores	3
4.	Requisitos exigibles a los extintores	4
5.	Clases de fuego	4
6.	Elección del agente extintor según la clase de fuego	5
7.	Dotación y eficacia de los extintores (según CPI-96)	5
8.	Forma de utilización de los extintores	6
9.	Mantenimiento	6
10.	Legislación y normativa	7
11.	Varios	8

1. Definiciones

Extintor	Aparato que contiene un agente extintor que puede ser proyectado y dirigido sobre un fuego por la acción de una presión interna, obtenida por una compresión previa permanente, por una reacción química o por la liberación de un gas auxiliar.
Agente extintor	Conjunto del o de los productos contenidos en el extintor y cuya acción provoca la extinción.
Carga	Masa o volumen del agente extintor contenido en el extintor, cuantificado en litros en los aparatos a base de agua y en kilogramos en el resto.

2. Tipos de extintores

2.1. Clasificación según la carga del agente extintor y equipo:

Extintores portátiles	
Extintores manuales	Aquéllos cuya masa total transportable es inferior o igual a 20 kg.
Extintores sobre ruedas	
Extintores sobre ruedas	Aquéllos que están dotados de ruedas para su desplazamiento. Podrán transportarse por una o varias personas, o mediante remolque.

2.1. Clasificación según la eficacia:

Se clasifican según el hogar-tipo que son capaces de extinguir, identificado por un NÚMERO (la cantidad de combustible utilizada en el hogar) y una LETRA (la clase de fuego). Esta clasificación según la Norma EN-3 Parte-7 del 2004 (que actualiza la Norma EN-3 Parte-4 del 96), acreditada mediante informe técnico de laboratorio acreditado, es de importancia fundamental para el conocimiento real de las posibilidades de extinción de un extintor.

3. Emplazamiento de los extintores

- En todas las plantas.
- Junto a las salidas.
- Próximos a los puntos de mayor riesgo.
- Como orientación general la distancia máxima hasta un extintor será de 15m.
- Rápido y fácil acceso al extintor.
- Deben estar señalizados (s/. la NBE-CPI-96 se deben señalar los que no sean fácilmente localizables).
- Deberán protegerse los instalados a la intemperie.

4. Requisitos exigibles a los extintores

4.1. Requisitos legales

- Los extintores fabricados con anterioridad al 29-05-2002 requieren certificación de conformidad con ITC-MIE AP7 del Reglamento de Aparatos a Presión. Incorporarán placa diseño. (Sólo para extintores antiguos).
- Los extintores fabricados a partir del 29-05-2002, requieren declaración CG de conformidad y marcado CE según la directiva 97/23/CE.
- Grabado en el recipiente debe haber la marca o el logo del fabricante, la entidad notificada marca CE, nº de lote, año de fabricación, prueba hidráulica y nº de serie.

4.2. Requisitos necesarios para garantizar la eficacia

- Informe técnico de laboratorio acreditado
- Presión de manómetro o peso: se comprobará en los extintores con manómetro que tienen presión suficiente y el peso en los de CO2.
- Todos los extintores con más de 3 kg o más de 3 l, deben estar equipados con una manguera de descarga de 400 mm de longitud mínima.
- Los extintores deben ser de color rojo RAL 3000.
- Se señalarán los extintores para que sean fácilmente localizables desde cualquier punto de la zona que protegen.
- Verificación y mantenimiento, necesario para asegurar que se encuentran completamente cargados, sin deterioro alguno, boquillas no obstruidas, en su lugar adecuado y sin obstáculos que dificulten su visibilidad y acceso; y que se mantiene en buen estado de conservación y la etiqueta de características. (Ver punto de MANTENIMIENTO)

5. Clases de fuego



Fuegos de materiales sólidos, principalmente de tipo orgánico. La combustión se realiza produciendo brasas. Madera, papel, cartón, tejidos...



Fuegos de líquidos o de sólidos que con calor pasan a estado líquido. Alquitrán, gasolina, aceites, grasas.



Fuegos de gases. Acetileno, butano, propano, gas ciudad...



Fuegos de metales y productos químicos reactivos, como el carburo de calcio, metales ligeros, etc. Sodio, potasio, aluminio pulverizado, magnesio, titanio, circonio.

6. Elección del agente extintor según la clase de fuego

AGENTE EXTINTOR	CLASE DE FUEGO (*)				EN-3 7-2004
	A Materias sólidas	B Líquidos	C Gases	D Metales	
Agua Aditivada	Aceptable	Aceptable (combustibles líquidos no solubles en agua, gas-oil, aceite...)			Aceptable (si existe ensayo dieléctrico)
Espuma	Muy adecuado	Muy adecuado			Aceptable (si existe ensayo dieléctrico)
Nieve Carbónica Anhidrido Carbónico (CO2)	(Fuegos pequeños. No apaga brasas)	Aceptable			Aceptable
Gas Limpio*	Aceptable (Fuegos pequeños)	Adecuado			Adecuado
Polvo Seco BC		Muy adecuado	Adecuado		Aceptable
Polvo Seco ABC (polivalente)	Adecuado	Muy adecuado	Adecuado		Aceptable
Polvo Específico Metales				Adecuado	

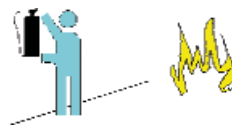
* Especialmente diseñados para protección de bienes de alto valor (salas ordenadores, salas de control, archivos o almacenes de documentos o piezas irremplazables, laboratorios, salas de máquinas, embarcaciones, ...)

7. Dotación y eficacia de los extintores (según cpi-96)

Uso	Disposición de extintores en	Eficacia
Todos	Todos los edificios (recomendable incluso en vivienda unifamiliar)	21A-113B
	Zonas de Riesgo Especial	21A para riesgo de fuego de sólidos 55B para riesgo de fuego de líquidos
Comercial	Zonas de Riesgo Especial Medio y Alto (si suman más de 1.000 m ² construidos)	50 kg de polvo (móvil) por cada 1.000 m ² de superficie que supere dicho límite o fracción
Hospitalario	Zonas de Riesgo Especial Alto (si suman más de 500 m ² construidos)	25 kg de polvo o de CO ₂ (móvil) por cada 2.500 m ² de superficie o fracción
Vivienda	Trasteros en edificios de viviendas (aunque no estén clasificados como Zonas de Riesgo Especial)	21A

8. Forma de utilización de los extintores

Descolgar el extintor.



Sin accionarlo dirigirse a las proximidades del fuego.



Preparar el extintor según las instrucciones indicadas en la etiqueta del propio extintor: En caso de que ésta no fuera legible, deberemos de actuar de la siguiente manera:



- Dejaremos el extintor en el suelo, cogiendo con la mano izquierda la pistola o la boca de descarga y la anilla de transporte, simultáneamente, inclinándolo un poco hacia adelante.
- Con la mano derecha, sacaremos el precinto, estirando el pasador hacia fuera.
- Si el extintor es de presión exterior, abriremos el volante de la válvula del botellín de gas.

Apretar la palanca de descarga hacia la base del foco.



Dirigir el chorro del extintor a la base del fuego hasta la finalización del contenido del extintor.



9. Mantenimiento

9.1. A realizar por el personal del titular:

Operación	Periodicidad
Comprobación de la accesibilidad, señalización, buen estado aparente de conservación.	3 meses
Inspección ocular de seguros, precintos, inscripciones, etc.	
Comprobación del peso y presión en su caso.	
Inspección ocular del estado externo de las partes mecánicas (boquilla, válvula, manguera, etc.)	

9.2. A realizar por una empresa autorizada:

Operación	Periodicidad
Comprobación del peso y presión en su caso. En el caso de extintores de polvo con botellín de gas de impulsión se comprobará el buen estado del agente extintor y el peso y aspecto externo del botellín. Inspección ocular del estado de la manguera, boquilla o lanza, válvulas y partes mecánicas.	1 año
Nota: En esta revisión anual no será necesaria la apertura de los extintores portátiles de polvo con presión permanente, salvo que en las comprobaciones que se citan se hayan observado anomalías que lo justifique. En el caso de apertura del extintor, la empresa mantenedora situará en el exterior del mismo un sistema indicativo que acredite que se ha realizado la revisión interior del aparato. Como ejemplo de sistema indicativo de que se ha realizado la apertura y revisión interior del extintor, se puede utilizar una etiqueta indeleble, en forma de anillo, que se coloca en el cuello de la botella antes del cierre del extintor y que no pueda ser retirada sin que se produzca la destrucción o deterioro de la misma.	
A partir de la fecha de timbrado del extintor (y por tres veces) se procederá al retimbrado del mismo.	5 años

Rechazo:

Se rechazarán aquellos extintores que, a juicio de la empresa mantenedora, presenten defectos que pongan en duda el correcto funcionamiento y la seguridad del extintor o bien aquéllos para los que no existan piezas originales que garanticen el mantenimiento de las condiciones de fabricación.

10. Legislación y normativa

- Decisión Consejo 93/465/CEE
- Directiva Europea 97/23/CE
- Norma EN-3 Partes 1 a 7 del 2004
- Extintores Móviles Norma EN1866
- Norma Básica de la Edificación NBE-CPI/96
- Mantenimiento según RD1942/93 Tablas I y II y Norma UNE23120/2003

11. Varios



Extintor portátil
de polvos ABC



Extintor portátil
de CO₂



Extintor de gas
limpio FE-36™



Extintor móvil de
50kg de polvos ABC

21

Protección activa

Extintores portátiles

**COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA**

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona

Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net
www.cetib.net



Servei de Visat
Serveis Col·legials
Col·legiació



2.2

Protección activa

Bocas de incendio equipadas



COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA

MANUAL
Seguridad
contra incendios

Protección activa
2.2 Bocas de
incendio equipadas

Autor
Redacción:
José Masana Tardà

Revisión:
Comisión de Medio
Ambiente,
Energía y Seguridad
Área de incendios

Edición
Octubre de 2005

Edita
Colegio de Ingenieros
Técnicos Industriales
de Barcelona

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona
Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net

Coordinación
David Altimira de María

Propuesto por
Comisión de Medio
Ambiente, Energía
y Seguridad
Área de Incendios

Corrección y asesoramiento
lingüístico
Traducciones Técnicas
de Ingeniería Metzger

Diseño gráfico
Georgina Miret

Fotografías
Cedidas por EACI,SA

22

Protección activa **Bocas de incendio equipadas**

Índice

1.	Definiciones	3
2.	Normas de fabricación y rendimiento de las bocas de incendio equipadas	3
3.	Tipos de bocas de incendio equipadas	3
4.	Marcado y etiquetado	4
5.	Documentación	
6.	Criterios generales de instalación	4
7.	Dotación y criterios particulares de instalación en edificios	5
8.	Dotación y criterios particulares de instalación en edificios de uso industrial	6
9.	Instrucciones de uso de las bocas de incendio equipadas	7
10.	Mantenimiento	8
11.	Legislación y normativa	9
12.	Varios	9

1. Definiciones

Sistema de bocas de incendio equipadas

Sistema de lucha manual contra incendios compuesto por un abastecimiento de agua, una red de tuberías para la alimentación de agua y las bocas de incendio equipadas necesarias.

Boca de incendio equipada (BIE)

Conjunto de elementos necesarios para transportar y proyectar agua desde un punto fijo de una red de abastecimiento de agua hasta el lugar del incendio, compuesto como mínimo por válvula, manguera y lanza.

2. Normas de fabricación y rendimiento de las bocas de incendio equipadas

La fabricación y el rendimiento de las bocas de incendio equipadas están reguladas por las normas:

EN 671-1: Bocas de incendio equipadas con mangueras semirrígidas

EN 671-2: Bocas de incendio equipadas con mangueras planas

3. Tipos de bocas de incendio equipadas

3.1. Clasificación de bocas de incendio equipadas según el diámetro y tipo de manguera

Boca de incendio equipada de 25mm

Su principal característica es que su manguera es semirrígida (conserva una sección relativamente circular, tanto si está sometida o no a presión interior), lo que posibilita su funcionamiento sin proceder previamente a su extensión total, ya que puede circular el agua por su interior hallándose parcialmente recogida sobre su soporte.

Boca de incendio equipada de 45mm

Su principal característica es que su manguera es flexible y plana (adopta forma cilíndrica cuando está sometida a presión interna), lo que hace necesario su total extensión antes de abrir la válvula de paso de agua.

3.2. Clasificación de bocas de incendio equipadas según el coeficiente k / diámetro equivalente

El caudal mínimo que debe circular por una BIE para una determinada presión lo establecen las normas EN 671-1 y EN 671-2 según la ecuación:

$$Q \text{ (litros/minuto)} = K \sqrt{P \text{ (megapascales)}}$$

4. Marcado y etiquetado

Como mínimo, las bocas de incendio equipadas deben llevar el marcado CE, junto a la siguiente información:

- el número de identificación del organismo de certificación
- el nombre o la marca de identificación del fabricante/suministrador
- las dos últimas cifras del año de impresión del marcado
- el número correspondiente del certificado de conformidad CE
- la referencia a la norma EN 671
- la descripción del producto
- la longitud de la manguera

5. Documentación

5.1. Para las bocas de incendio equipadas

Las bocas de incendio equipadas deben ir acompañadas de la siguiente documentación como mínimo:

- instrucciones de empleo completas
- manual de instalación y mantenimiento

5.2. Para el sistema de bocas de incendio equipadas

El sistema de bocas debe ir acompañado de la siguiente documentación como mínimo:

- certificado de la empresa instaladora
- documentación técnica e instrucciones de mantenimiento peculiares de la instalación, necesarias para su buen uso y conservación

6. Criterios generales de instalación

Los criterios generales de instalación y emplazamiento de un sistema de bocas de incendio equipadas están regulados por el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (Real Decreto 1942/1993 de 5 de noviembre) y Orden de 16 de abril sobre normas de procedimiento y desarrollo:

- El diámetro para bocas de incendio equipadas con manguera semirrígida será de 25 mm.
- El diámetro para bocas de incendio equipadas con manguera plana será de 45 mm.
- Las BIE se montarán sobre un soporte rígido de forma que la altura de su centro quede como máximo a 1,50 m sobre el nivel del suelo o a más altura si se trata de BIE de 25 mm, siempre que la boquilla y la válvula de apertura manual, si existen, estén situadas a dicha altura.
- Las BIE se situarán a una distancia máxima de 5 m de las salidas de cada sector de incendio, sin que constituyan obstáculo para su utilización.
- El número y la distribución de las BIE en un sector de incendio, en espacio diáfano, será tal que la totalidad de la superficie del sector de incendio en que estén instaladas quede cubierta por una BIE, considerando como radio de acción de ésta la longitud de su manguera incrementada en 5 m.
- La separación máxima entre BIE y BIE será de 50 m.

- La distancia desde cualquier punto del local protegido hasta la BIE más próxima no deberá exceder de 25 m.
- Se deberá mantener alrededor de cada BIE una zona libre de obstáculos que permita el acceso a ella y su maniobrabilidad sin dificultad.
- La red de tuberías deberá proporcionar, durante una hora, como mínimo, en la hipótesis de funcionamiento simultáneo de las dos BIE hidráulicamente más desfavorables, una presión dinámica mínima de 2 bar en el orificio de salida de cualquier BIE.
- Las condiciones establecidas de presión, caudal y reserva de agua deberán estar adecuadamente garantizadas.
- Antes de su puesta en servicio, el sistema de BIE se someterá a una prueba de estanquidad y resistencia mecánica, sometiendo la red a una presión estática igual a la máxima de servicio y como mínimo a 980 kPa, manteniendo dicha presión de prueba durante dos horas, como mínimo, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación.

7. Dotación y criterios particulares de instalación en edificios

Los criterios particulares de instalación y emplazamiento de un sistema de bocas de incendio equipadas en edificios, excluidos los de uso industrial, están regulados por la Norma Básica de la Edificación NBE CPI 96 (Real Decreto 2177/1996 de 4 de octubre):

- La facilidad de manejo de las bocas de incendio equipadas de 25 mm aconseja su uso en la mayor parte de los edificios, salvo en aquéllos en los que pueda producirse un incendio más severo y que habitualmente cuenten con personal adiestrado, en los que deberá utilizarse la boca de incendio equipada de 45 mm.
- Una zona diáfana se considera protegida por esta instalación cuando la longitud de la manguera y el alcance del agua proyectada, estimado en 5 m, permite alcanzar cualquier punto de la misma. Si la zona está compartimentada, bastará que la longitud de la manguera alcance a cualquier origen de evacuación.
- Los edificios, los establecimientos y las zonas cuyos usos se indican a continuación deberán estar protegidos por una instalación de bocas de incendio equipadas:

Hospitalario

- En todos los casos
- Diámetro 25 mm

Administrativo y docente

- Cuando la superficie total construida sea mayor de 2.000 m²
- Diámetro 25 mm

Residencial

- Cuando la superficie total construida sea mayor de 1.000m² o estén previstos para alojar más de 50 personas
- Diámetro 25 mm

Garaje o aparcamiento

- Cuando estén previstos para más de 30 vehículos
- Diámetro 25 mm
- La longitud de la manguera deberá alcanzar cualquier origen de evacuación y al menos habrá una BIE en la proximidad de cada salida

Recintos de densidad elevada

- En los recintos de densidad elevada conforme al apartado 6.1 de la NBE CPI 96, con una ocupación mayor de 500 personas
- Diámetro 25 mm

Locales o zonas de riesgo alto

- En los locales o zonas de riesgo alto conforme al apartado 19.1 de la NBE CPI 96, en los que el riesgo dominante se deba a la presencia de materias de combustible sólidas
- Diámetro 45 mm

Vivienda

- Las zonas de trasteros de riesgo alto deben estar protegidas por bocas de incendio equipadas de diámetro 45 mm, de manera que cualquier puerta de trastero se pueda alcanzar con alguna manguera desplegada.

Comercial

- Cuando la superficie total construida sea mayor de 500 m²
- En los locales de riesgo especial alto conforme al artículo C.19.1.1 de la NBE CPI 96, se instalarán BIE 25 complementadas con una toma de agua para conexión de una manguera, con racor de 45 mm o de 70 mm

8. Dotación y criterios particulares de instalación en edificios de uso industrial

Los criterios particulares de instalación y emplazamiento de un sistema de bocas de incendio equipadas en edificios de uso industrial están regulados por el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales RSCIEI (Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre).

Las diferentes configuraciones de los establecimientos industriales (A, B, C, D y E), así como el término nivel de riesgo intrínseco, son los contemplados en dicho Reglamento.

Además de los requisitos establecidos en el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios, para su disposición y características se cumplirán las siguientes condiciones hidráulicas:

Nivel de riesgo intrínseco del establecimiento industrial	Tipo de BIE	Simultaneidad	Tiempo de autonomía
Bajo	DN 25 mm	2	60 min
Medio	DN 45 mm *	2	60 min
Alto	DN 45 mm *	3	90 min

*Se admitirá una BIE de 25 mm con toma adicional de 45 mm y se considerará, a efectos de cálculo hidráulico, como una BIE 45 mm.

El caudal unitario será el correspondiente a aplicar a la presión disponible en la entrada de la BIE, cuando funcionen simultáneamente el número de BIE indicado, el factor “K” del conjunto, proporcionado por el fabricante del equipo.

Los diámetros equivalentes mínimos serán 10 mm para BIE 25 y 13 mm para BIE 45 mm.

Se deberá comprobar que la presión en la boquilla no sea inferior a 2 bar ni superior a 5 bar, disponiendo reductores de presión si fuera necesario.

Se instalarán sistemas de bocas de incendio equipadas en los sectores de incendio de los establecimientos industriales si:

- Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 300 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 500 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 200 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.000 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m² o superior.
- Son establecimientos de configuraciones de tipo D o E, su nivel de riesgo intrínseco es alto y la superficie ocupada es de 5.000 m² o superior.
- En las zonas de los almacenamientos operados automáticamente, en las que la actividad impide el acceso de personas, podrá justificarse la no instalación de bocas de incendio equipadas.

9. Instrucciones de uso de las bocas de incendio equipadas

9.1. Boca de incendio de 25 mm

Abrir la puerta



Abrir la válvula



Extender la manguera necesaria



Abrir la lanza y rociar sobre las llamas



Precaución

No utilizar en presencia de tensión eléctrica



9.2. Boca de incendio de 45 mm

Abrir la puerta



Extender toda la manguera



Abrir la válvula



Abrir la lanza y rociar sobre las llamas



Precaución

No utilizar en presencia de tensión eléctrica



10. Mantenimiento

10.1. A realizar por el personal del titular o empresa autorizada cada tres meses

- Comprobación de la buena accesibilidad y señalización de los equipos.
- Comprobación por inspección de todos los componentes, procediendo a desenrollar la manguera en toda su extensión y accionamiento de la boquilla en caso de ser de varias posiciones.
- Comprobación, por lectura del manómetro, de la presión de servicio.
- Limpieza del conjunto y engrase de cierres y bisagras en las puertas del armario.

10.2. A realizar por empresa autorizada cada año

- Desmontaje de la manguera y ensayo de la misma en un lugar adecuado.
- Comprobación del correcto funcionamiento de la boquilla en sus distintas posiciones y del sistema de cierre.
- Comprobación de la estanquidad de los racores y mangueras y estado de las juntas.
- Comprobación de la indicación del manómetro con otro de referencia (patrón) acoplado en el racor de conexión de la manguera

10.3. A realizar por empresa autorizada cada cinco años

- La manguera debe someterse a una presión de prueba de 15 kg/cm².

11. Legislación y normativa

Norma EN 671 Sistemas equipados con mangueras

Norma Básica de la Edificación NBE CPI 96

Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios

Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales

12. Varios



Boca de incendio equipada de 25 mm + toma adicional de 45 mm



Boca de incendio equipada de 25 mm + módulo para extintor (empotrada)



Boca de incendio equipada de 45 mm



Boca de incendio equipada de 25 mm



Boca de incendio equipada de 25 mm + módulo para extintor + módulo para sirena + pulsador y luz de emergencia (empotrada)

2.2

Protección activa

Bocas de incendio equipadas

**COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA**

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona

Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net
www.cetib.net



Servei de Visat
Serveis Col·legials
Col·legiació



2.3

Protección activa

Sistemas de detección y alarma



MANUAL
Seguridad
contra incendios

Protección activa
2.3 Sistemas
de detección y alarma

Autor
Redacción:
José María Gàmez Urí

Revisión:
Comisión de Medio
Ambiente,
Energía y Seguridad
Área de incendios

Edición
Octubre de 2005

Edita
Colegio de Ingenieros
Técnicos Industriales
de Barcelona

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona
Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net

Coordinación
David Altimira de María

Propuesto por
Comisión de Medio
Ambiente, Energía
y Seguridad
Área de incendios

Corrección y asesoramiento
lingüístico
Traducciones Técnicas
de Ingeniería Metzger

Diseño gráfico
Georgina Miret

Fotografías
Cedidas por Notifier

2.3

Protección activa Sistemas de detección y alarma

Índice

1.	Definiciones	3
2.	Componentes de la instalación	3
3.	Tipos de detectores de incendios	4
4.	Exigencias según Normativa	7
5.	Requisitos exigibles	8
6.	Mantenimiento	9
7.	Legislación y Normativa	10
8.	Varios	10

1. Definiciones

La instalación automática de detección de incendios es aquella que descubre y señala inmediatamente, sin intervención humana, los incendios en su estado inicial y tiene por objetivo el señalar, lo más pronto posible, el inicio de un incendio, evitando desencadenar falsas alarmas, a fin de permitir la puesta en marcha de las medidas adecuadas para la lucha contra el fuego.

2. Componentes de la instalación

Central de señalización y control

Componente utilizado para la recepción de las señales enviadas por los detectores, pulsadores o por otros dispositivos conectados indicando la alarma de forma óptica y/o acústica y localizando el lugar en que se encuentra el dispositivo activado, con la opción, por otro lado, de poder registrar todas y cada unas de las informaciones suministradas por dicha instalación.

Detector de incendios

Componente que dispone de un sensor encargado de controlar, prefijados, de forma permanente o a intervalos de tiempo prefijados, los fenómenos físicos y/o químicos a fin de detectar un incendio en la zona o sector que le ha sido asignado y que envía las correspondientes señales a la central de señalización y control.

Dispositivo de alarma de incendio

Componente no incluido en la central empleado para dar la señal de alarma de incendios. Como ejemplo significativo se puede mencionar una sirena o un indicador óptico.

Pulsador de alarma

Elemento usado para enviar, de forma manual, la señal de alarma de incendios a la central de señalización y control.

Dispositivo de transmisión de alarmas

Componente encargado de la transmisión de la señal de alarma de incendios desde la central de señalización y control a una central de recepción de alarma de incendios.

Central de recepción de alarma de incendios

Central desde la cual pueden emprenderse, en todo momento, acciones de protección y lucha contra incendios.

Sistema automático de protección contra incendios

Equipo automático de control o de lucha contra incendios. Como ejemplo se menciona la instalación de extinción automática.

Dispositivo de transmisión de avería

Componente intermedio que transmite una señal de aviso de avería del equipo de control y señalización.

Central de recepción de aviso de avería

Puesto de vigilancia desde el cual se pueden tomar las medidas correctoras adecuadas.

Fuente de alimentación

Componente de la instalación encargado de suministrar energía eléctrica a la central de control y señalización y los componentes que dependen de ella. Dicha fuente puede incluir, a su vez, varias fuentes de alimentación.

3. Tipos de detectores de incendios

En función del fenómeno detectado, se clasifican en:

Detectores de humos

Detector sensible a las partículas derivadas de la combustión y/o pirólisis suspendidas en la atmósfera (aerosoles). Entre ellos se encuentran los iónicos, sensibles a los productos de combustión capaces de afectar a las corrientes de ionización en el interior, y los ópticos, sensibles a los productos de la combustión capaces de modificar la absorción o la difusión de radiación en las zonas infrarroja, visible y/o ultravioleta del espectro electromagnético.

Detectores de temperatura

Son dispositivos destinados a captar el incremento de temperatura que se produce en el ambiente como consecuencia del calor liberado en una combustión. Entre ellos se encuentran los térmicos y térmico-velocimétricos.

Detectores de llamas

Detector sensible a la radiación emitida por las llamas de un fuego.

Detectores UV

Son aquéllos que reaccionan únicamente a las radiaciones ultravioleta, es decir, a aquellas radiaciones cuya longitud de onda es inferior a 300 nm y que detectan las radiaciones ultravioletas emitidas por el fuego entre 0,185 a 0,245 micrones. Su respuesta de actuación es muy rápida debido a la alta radiación de energía ultravioleta emitida por el fuego y a las explosiones en el instante de su ignición y a la alta respuesta a la mayoría de fuegos.

Detectores IR

Son aquéllos que reaccionan únicamente a las radiaciones infrarrojas, es decir, a aquellas radiaciones cuya longitud de onda es superior a 180 nm. Son especialmente sensibles a fuegos de hidrocarburos (líquidos, gases y sólidos) e idóneos para aplicaciones en las que es probable que ocurran fuegos de hidrocarburos y estén presentes en el ambiente contaminante y/o fuentes de radiación UV.

Detectores UV/IR

Son detectores consistentes en un sensor UV y en otro IR de única frecuencia que combinados forman una única unidad. Los dos sensores funcionan de la misma manera descrita anteriormente, pero además un circuito adicional procesa señales desde ambos detectores. La alarma se produce cuando ambos sensores detectan un incendio. El resultado es que el sistema UV/IR presenta una mejor capacidad de rechazo a las alarmas falsas que los sistemas de detección UV e IR por separado. Son más idóneos allí donde hay posibilidad de hidrocarburos y están presentes otras fuentes de radiación (rayos X, radiaciones gama, etc.). Mantienen una constante protección contra incendios mientras se realizan arcos de soldadura.

Detectores IR/IR

Consisten en dos sensores IR equipados con diferentes filtros pasabanda que permiten que los detectores registren únicamente una longitud de onda específica. Son particularmente idóneos para fuegos de hidrocarburos y ocasionalmente pueden estar presentes radiaciones de cuerpos calientes de alta intensidad.

Detectores IR/IR/IR

Se seleccionan tres bandas espectrales de longitud de onda IR para la detección del fuego dentro de la banda espectral de emisión CO₂, fuera de la banda de emisión del CO₂ y sobre el fondo de la banda ancha. Evita falsas alarmas. El resultado es un detector con una sensibilidad y un alcance mayor que cualquier detector mencionado anteriormente: detecta fuegos de 30x30cm de gasolina a una distancia de 60m.

Detectores de aspiración

Consisten en una tubería que parte de la unidad de detección y se extiende por la zona que debe protegerse. Una bomba extractora aspira una muestra de aire y la conduce a la unidad de detección en la cual se analiza si el aire contiene partículas de humo.

Los detectores de humo con cámara de niebla son de este tipo y miden la densidad por el principio fotoeléctrico activándose la alarma si se excede de un valor predeterminado se activa una alarma

En función del sistema de detección utilizado:

Sistemas de detección convencional

Este sistema de detección está basado en el tratamiento de las alarmas por zonas.

La superficie a proteger se divide en zonas, asociando a cada una de ellas un determinado número de detectores y/o pulsadores. Al activarse un detector y/o un pulsador de una zona debe poder identificarse fácilmente en la central en que se encuentra.

Las zonas deben delimitarse de tal forma que sea posible localizar con rapidez y seguridad el foco del incendio; por ello las zonas no deben comprender más de una zona o sector de incendio, salvo excepciones justificadas.

Este sistema es adecuado para instalaciones pequeñas en las que los detectores y/o pulsadores estén bien localizados y no están muy lejanos de la central de detección de alarma. Es un sistema muy económico tanto desde el punto de vista de la central como desde el punto de vista de los detectores.

Sistemas de detección analógica

Se denomina sistema de detección analógica cuando la información proporcionada por los detectores (sensores) a la central es una valoración porcentual, es decir, analógica, de las condiciones de humo o temperatura reales del ambiente protegido en función del tiempo, presentada de una forma clara y fácilmente inteligible.

Este sistema posibilita que desde la central de incendios se pueda acceder a cualquier equipo, sensor o módulo y visualizar a través del display de la central la concentración de humos o temperatura del ambiente que hay en un determinado momento en el lugar.

Son sistemas que proporcionan información de identificación individual del detector con la descripción en la que se encuentra ubicado y su estado, del tipo de detector, del valor analógico en % de la concentración de humos detectada en el área en la que se encuentra ubicado, o la temperatura en °C si el detector es térmico, de fecha y hora en que se produce cualquier incidencia, de avisos

automáticos de mantenimiento de detectores por acumulación de suciedad para evitar falsas alarmas y de supervisión en tiempo real del estado de entradas y salidas de otros equipos a controlar del tipo sirenas, electroimanes, detectores de flujo, etc. Las ventajas desde el punto de vista de eficacia y garantía de detección fiable que aporta este sistema superan de la información que proporcionan los equipos de campo.

Existen dos tipos de sistemas analógicos:

- Los que el detector incorpora electrónica de análisis y por lo tanto la decisión es tomada entre el detector y la central.
- Los que la potencia del sistema residen exclusivamente en la central analógica y no en los detectores. En este caso los detectores son simples sensores, cuya mejor virtud ha de ser su capacidad para informar fielmente de la medición de las condiciones existentes en un ambiente, corriendo a cargo de la central la toma de decisiones de forma automática en función de software y de la programación instalados.

4. Exigencias según Normativa

Dotación de instalaciones de protección contra incendios exigida por la NBE-CPI 96

	Vivienda	Hospitalario	Residencial	Administrativo	Docente	Aparcamiento	Comercial	Púb. concurrencia
Alarma				Si Sc 1.000-2.000 m ²	Si Sc 1.000-5.000 m ²		Si Sc 1.000-5.000 m ²	
Detección y alarma	En todo recinto con ocupación > 500 personas y densidad ≥ 1 por/3 m ²							
	Si h> 50 m, zonas comunes y en trasteros > 50 m ²	En todo caso (2)	Si Sc>500 m ² (3)	Si Sc>2.000 m ² (4)	Si Sc>5.000 m ² (5)	Si Sc>500 m ² o si tienen extracción forzada de humos de incendios	Si Sc>2.000 m ² (6)	
Extinción automática			Si h>28 m, rociadores en todo el edificio	Si Sc 5.000 m ² (7)			Si Sc 1.500 m ² (8)	

Dotación de instalaciones de protección contra incendios exigida por el RD 2267/2004

	Tipo A	Tipo B	Tipo C
Sistema automático de detección			
Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas del almacenamiento			
	Si Stotal ≥ 300 m ²	Si Riesgo intrínseco medio y Stotal ≥ 2.000 m ² Si Riesgo intrínseco alto y Stotal ≥ 1.000 m ²	Si Riesgo intrínseco medio y Stotal ≥ 3.000 m ² Si Riesgo intrínseco alto y Stotal ≥ 2.000 m ²
	Actividades de almacenamiento		
	Si Stotal ≥ 150 m ²	Si Riesgo intrínseco medio y Stotal ≥ 1.000 m ² Si Riesgo intrínseco alto y Stotal ≥ 500 m ²	Si Riesgo intrínseco medio y Stotal ≥ 1.500 m ² Si Riesgo intrínseco alto y Stotal ≥ 800 m ²
	Cuando sea exigible la instalación de un sistema de detección de incendios y sea posible el uso de detectores térmicos, opcionalmente se podrá sustituir por instalación rociadores automáticos (apartado I de anexo III)		
Sistemas manuales de alarma	Si Stotal ≥ 1.000 m ² o no se requiere instalación sistemas automáticos de detección (apartado 3.1 de anexo III)		
Actividades de almacenamiento			
	Si Stotal ≥ 800 m ² o no se requiere instalación sistemas automáticos de detección (apartado 3.1 de anexo III) (a colocar un pulsador junto a cada salida de cada sector, distancia máxima desde cualquier punto a pulsador < 25 m)		
Sistemas de comunicación de alarma	Si Stotal sectores ≥ 10.000 m ² (la señal acústica ha de permitir diferenciar entre una alarma por "emergencia parcial" o por "emergencia general" con uso preferente de megafonía)		

5. Requisitos exigibles

5.1. Conformidad

Los componentes de una instalación de detección automática de incendios deberán cumplir los requisitos de las partes de la norma UNE 23007-1 (EN 54-1:19996).

UNE 23007-2 (EN 54-2:1997): especifica los requisitos, métodos de ensayo y criterios de funcionamiento para los equipos de control e identificación para el uso en sistemas de detección y de alarma instalados en edificios.

UNE 23007-4 (EN 54-4:1997): determina los requisitos, métodos de ensayo y criterios de funcionamiento para los equipos de suministro de alimentación.

UNE 23007-78 Parte 5 (EN 54-5): establece las especificaciones, métodos de ensayo y criterios de comportamiento de los detectores de calor puntuales que contienen un elemento estático cuyos elementos sensibles al calor distan por lo menos 15 mm de la superficie de montaje del detector.

UNE 23007-93 Parte 6 (EN 54-6:1982, EN 54-6:AC1:1984, EN 54-6/A1:1998): determina los requisitos, métodos de ensayo y criterios de funcionamiento de los detectores termovelocimétricos puntuales con rearme y sin elemento termostático.

UNE 23007-93 Parte 7 (EN 54-7:1982, EN 54-7:AC1:1984, EN 54-7:A1:1988): establece los requisitos, métodos de ensayo y criterios de comportamiento para detectores de humos puntuales, con rearme, que funcionan según el principio de difusión o transmisión de la luz o de ionización.

UNE 23007-93 Parte 8 (EN 54-8:1982, EN 54-8:AC1:1984, EN 54-8/A1:1988): especifica los requisitos, métodos de ensayo y criterios de comportamiento de los detectores puntuales de calor con un umbral de temperatura elevada, que contienen por lo menos un elemento estático y cuyos elementos sensibles al calor distan por lo menos 15 mm de la superficie de montaje del detector.

UNE 23007-93 Parte 9 (EN 54-9:1982, EN 54-9:AC1:1984): establece los hogares tipo a que deben someterse los detectores para satisfacer las condiciones especificadas en las otras partes de la norma EN-54.

UNE 23007 parte 10: determina las exigencias, métodos de ensayo y características de eficacia de los detectores de llama puntuales rearmables que funcionan utilizando la radiación de la llama y que se emplean en los sistemas de incendios instalados en los edificios.

5.2 Planificación, diseño, instalación, puesta en servicio y mantenimiento

La norma UNE 23007-14 engloba la planificación, el diseño, la instalación, puesta en servicio y el mantenimiento de los sistemas para la protección de vidas y/o propiedades.

Opcionalmente cabe también la posibilidad de aplicar las especificaciones desarrolladas en la Regla Técnica R.T.3. DET la CEPREVEN.

Puesta en servicio

El instalador deberá probar y verificar que la instalación funciona correctamente, y en particular:

- que funcionen todos los detectores y pulsadores de alarma
- que la información dada por el equipo de señalización y control es correcta y cumple los requisitos
- que está en servicio toda conexión a una estación receptora de alarma de incendios o estación receptora de aviso de avería y que los mensajes son correctos y claros
- que los timbres / sirenas de alarma funcionan
- que se pueden activar todas las funciones auxiliares
- que se han suministrado los documentos e instrucciones de la norma

Verificación

La verificación y aceptación del sistema debe realizarlas el representante técnico del instalador y el usuario o su agente. La prueba de aceptación consiste en:

- verificación de que se ha suministrado la documentación requerida por esta norma
- revisiones visuales, incluyendo todas las constataciones que se puedan realizar mediante inspección visual, para comprobar que la instalación cumple con las especificaciones
- pruebas de funcionamiento del sistema, incluyendo la conexión con los accesorios y con la red de transmisión que se realizará poniendo en funcionamiento un número acordado de dispositivos de detección.
- opcionalmente se pueden realizar pruebas de rendimiento del sistema

Documentación

- Finalizada la instalación, la persona responsable del uso de las instalaciones ha de suministrar las instrucciones de uso, mantenimiento rutinario y procedimientos de prueba.
- El instalador ha de facilitar el libro de registro de control y un certificado de instalación y puesta en servicio al usuario.

6. Mantenimiento

6.1. A realizar por el personal del titular (RD 1942/1993):

Equipo	Periodicidad
	3 meses
Sistemas automáticos de detección y alarma	Comprobación del funcionamiento de la instalación (con cada fuente de suministro). Sustitución de pilotos, fusibles, etc., defectuosos. Mantenimiento de acumuladores (limpieza de bornas, reposición de agua destilada, etc.).
Sistemas manuales de alarma	Comprobación del funcionamiento de la instalación (con cada fuente de suministro). Mantenimiento de acumuladores (limpieza de bornas, reposición de agua destilada, etc.).

6.2. A realizar por el personal especializado del fabricante o instalador del equipo o sistema (RD 1942/1993)

Equipo	Periodicidad
	3 meses
Sistemas automáticos de detección y alarma	Verificación integral de la instalación. Limpieza del equipo de centrales y accesorios. Verificación de uniones roscadas o soldadas. Limpieza y reglaje de relés. Regulación de tensiones e intensidades. Verificación de los equipos de transmisión de alarma. Prueba final de la instalación con cada fuente de suministro eléctrico.
Sistemas manuales de alarma	Verificación integral de la instalación. Limpieza de sus componentes. Verificación de uniones roscadas o soldadas. Prueba final de la instalación con cada fuente de suministro eléctrico.

7. Legislación y Normativa

- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra incendios.
- Norma de procedimiento y desarrollo del RD 1942/1993 y se revisa el Anexo I y sus índices (Orden de 16 de abril de 1998).
- Norma Básica de la Edificación, Condiciones de Protección contra Incendios en Establecimientos (NEBE-CPI/96).
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Normas UNE 23007-1:1996, 23007-2:1998, 23007-2(ERRATUM):1999, 23007-4:1998, 23007-4 (ERRATUM):1999, 23007-5/1M:1990, 23007-6:1993, 23007-7:1993, 23007-8:1993, 23007-9:1993, 23007-10:1996, 23007-14:1996, 23008-2:1988.
- Normas UNE EN 54-3:2001, 54-5:2001, 54-7:2001, 54-11:2001,
- R.T.3.-DET. Regla Técnica para las instalaciones de detección automática de incendios.
- Otras normativas y reglamentaciones que les sean aplicadas.

8. Varios



Central de detección



Detector óptico de humos extraplano analógico



Sirena de prealarma y alarma



Pulsador direccionable

2.3

Protección activa

Sistemas de detección y alarma

**COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA**

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona

Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net
www.cetib.net



Servei de Visat
Serveis Col·legials
Col·legiació



2.4

Protección activa

Sistemas de extinción por rociadores



MANUAL
Seguridad
contra incendios

Protección activa
2.4 Sistemas de extinción
por rociadores

Autor
Redacción:
Josep Maria Rebull i Gràcia

Revisión:
Comisión de Medio
Ambiente,
Energía y Seguridad
Área de incendios

Edición
Febrero 2006

Edita
Colegio de Ingenieros
Técnicos Industriales
de Barcelona

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona
Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.org

Coordinación
David Altimira de María

Propuesto por
Comisión de Medio
Ambiente,
Energía y Seguridad
Área de incendios

Corrección y asesoramiento
lingüístico
L'Apòstrof, SCCL

Diseño gráfico
Georgina Miret

Fotografías
Cedidas por Globe
Splinklers Europa, SA

2.4

Protección activa Sistemas de extinción por rociadores

Índice




1.	Definiciones	3
2.	Tipos de rociadores	3
3.	Sistemas de rociadores de agua	4
3.1	Sistemas Tubería Húmeda	4
3.2	Sistemas Tubería Seca	5
3.3	Sistemas de Acción Previa	6
4.	Parámetros de diseño (UNE 23-593-81)	8
5.	Tipo y cálculo de tuberías (UNE 23-594-81)	10
6.	Aplicaciones según Reglamento de Industrias RSCIEI	11
7.	Mantenimiento	12



1. Definiciones

Rociador o Sprinkler	Válvula de agua, cerrada o sellada, normalmente, por un disco o caperuza termosensible. Son dispositivos que utilizando el agua como agente extintor, lo descargan automáticamente en las condiciones previamente calculadas, sobre el punto incendiado, sin intervención humana y en cantidad suficiente para extinguirlo totalmente o bien impedir su propagación. Además, su entrada en funcionamiento, acciona una alarma desde el Puesto de Control, para la movilización de los retenes.
Válvula de control y alarma	Conjunto de accesorios y válvulas hidráulicas que conectado a la línea de tubería colectora principal, alimenta el sistema, controla la descarga del agua, transmite la alarma y dispone de medios para realizar pruebas y el vaciado del agua de las tuberías.
Líneas de tuberías	Son las conducciones del agua del sistema, que discurren desde la válvula de control y alarma hasta las cabezas rociadoras. El agua llega a los rociadores a través de un sistema de tuberías, de hierro o acero inoxidable, distribuyéndose estos a intervalos a lo largo de ellas.
Abastecimiento de agua	Conjunto de fuentes de agua, equipos de impulsión y red general destinados a asegurar, para una o varias instalaciones específicas de protección contra incendios, el caudal y la presión de agua necesarios durante el tiempo de autonomía requerido.

2. Tipos de rociadores

Modelo convencional 	Diseñados para producir una descarga de agua sobre la materia en combustión. Existen los modelos “montante”, instalados encima de la tubería de descarga y “colgante”, instalados debajo.
Modelo decorativo 	Para uso con tubería oculta, se instalan siempre en posición “colgante” con placa o escudo para empotrar en el falso techo. El elemento fusible queda expuesto a la zona a proteger, o sea debajo del falso techo.
Modelo de pared 	Diseñados para instalar cerca de las paredes, la mayor parte del agua descarga por el lado contrario al muro y solo una muy pequeña parte sobre la misma pared.

Modelo seco



Rociador especialmente diseñado para instalaciones con tubería seca o preacción, al no ser posible el diseño con rociadores del modelo convencional por el riesgo a heladas en espacios sin calefacción. El modelo colgante, dispone de una bajante de tubo de longitud variable, el obturador se halla siempre por encima del nivel inferior de la tubería del rociador, con el fin de evitar que el agua se estanque entre el punto de conexión y dicho obturador.

Pulverizadores

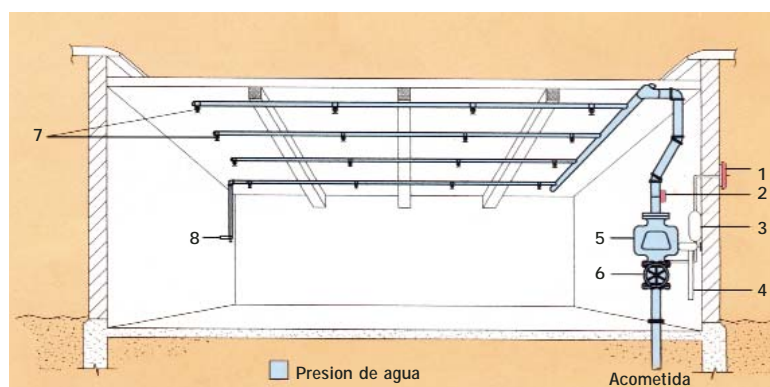


No disponen de caperuza termosensible ni obturador, o sea se hallan siempre abiertos, por lo que solo puede usarse en sistemas tipo Diluvio, combinados con un sistema de detección o accionamiento manual.

3. Sistemas de rociadores de agua

(Norma para consulta: UNE 23-591-81)

3.1 Sistemas Tubería Húmeda



- 1 Motor de agua y gong
- 2 Detector de flujo
- 3 Cámara de retardo
- 4 Conexión a desagüe
- 5 Válvula de retención y alarma
- 6 Válvula de compuerta de husillo ascendente
- 7 Rociadores automaticos
- 8 Válvula de prueba

Descripción y operación

Este modelo de válvula de alarma para Puesto de Control de rociadores Automáticos, es una válvula de retención con un anillo de asiento con un by-pass externo. Su principio de operación es el siguiente:

Cuando se pone en servicio el sistema de rociadores automáticos, el agua fluye al sistema hasta que su presión iguala a la de la acometida. En ese momento, la presión del sistema hace que se mantenga la superficie de goma del elemento de cierre de la claveta contra el anillo de asiento. Se mantendrá cerrada la válvula siempre que la presión del sistema de rociadores sea igual o mayor que la de la acometida



Valvula para tuberia humeda

Conjunto para Presión Variable

Sin embargo puede darse el caso de que en determinadas circunstancias se produzcan picos de presión superiores a los que absorba el by-pass que harán que la claveta se abra momentáneamente, cerrándose después. En este caso, cuando se abre la claveta, un pequeño caudal de agua pasará a través de los orificios de la garganta del asiento a la cámara de retardo, donde se acumulará y se drenará sin producir una falsa alarma.

Conjunto para Presión Constante asegurada

En este caso y en condiciones normales de operación, no son de esperar fluctuaciones en la presión de acometida al puesto de control y en consecuencia no es preciso instalar la cámara de retardo.

3.2 Sistemas Tubería Seca

Descripción y operación

La válvula para sistemas secos de rociadores automáticos, constituye la unidad principal para el control de dichos sistemas, en los que las tuberías están presurizadas con aire con el fin de prevenir el riesgo de heladas a que se podrían ver sometidos los sistemas de tubería húmeda convencionales.

El diseño de la claveta de la válvula, ofrece varias superficies a la acción de la presión, las que combinadas dan lugar a una diferencia entre la presión de aire y agua. Un gatillo de enclavamiento mantiene la claveta abierta hasta que se efectúa la reposición del sistema.

Presión de Agua p.s.i. (bar)	Presión de Aire p.s.i. (bar)	
Máxima	Mínima	Máxima
30 (2.1)	15 (1.0)	20 (1.4)
50 (3.4)	20 (1.4)	25 (1.7)
75 (5.2)	25 (1.7)	30 (2.1)
100 (6.9)	30 (2.1)	35 (2.4)
125 (8.6)	35 (2.4)	40 (2.8)
150 (10.3)	40 (2.8)	45 (3.1)
175 (12.1)	45 (3.1)	50 (3.4)

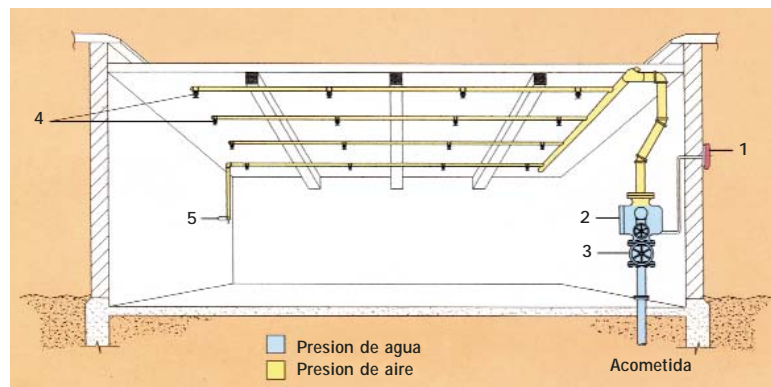


Valvula para tuberia seca

Instalaciones de tubería seca

Las instalaciones de Sprinklers de Tubería Seca están compuestas por rociadores automáticos colocados en un sistema de tuberías conectadas a un suministro de agua. Las tuberías contienen aire o nitrógeno a presión. Cuando un sprinkler se abre, cae la presión de aire o nitrógeno, permitiendo así que la presión de agua de la acometida abra la válvula de tubería seca e inunde las tuberías. La descarga de agua se producirá sólo a través de aquellos rociadores que hayan sido abiertos por el calentamiento producido por el fuego.

El sistema de tubería seca está indicado en los lugares donde existe peligro de heladas.



- 1 Motor de agua y gong
- 2 Válvula de retención y alarma
- 3 Válvula de compuerta de husillo ascendente
- 4 Rociadores automáticos
- 5 Válvula de prueba

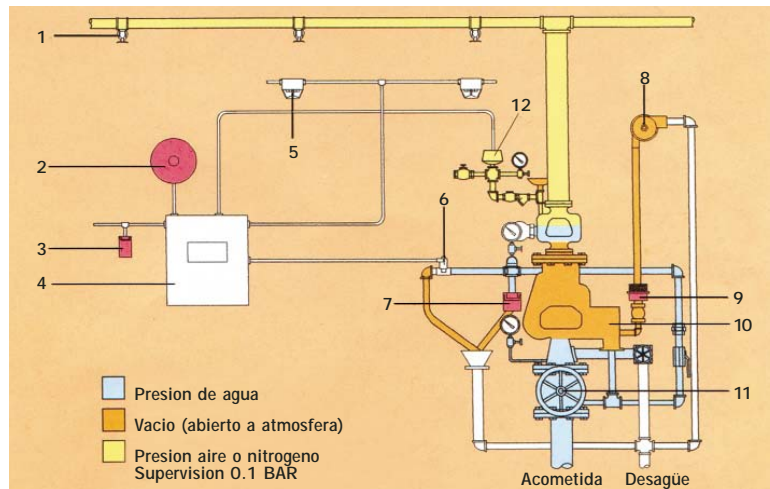
3.3 Sistemas de Acción Previa

Instalaciones de acción previa

Las instalaciones de Sprinklers de Acción Previa están compuestas por rociadores automáticos colocados en un sistema de tuberías conectadas a un suministro de agua. Las tuberías contienen aire o nitrógeno a muy baja presión (0.1 bar) para supervisión y control de posibles roturas o fugas. Cuando el sistema de detección, instalado en las mismas zonas que los rociadores automáticos, manda una señal eléctrica, la válvula de acción previa se abre y el agua inunda las tuberías, emitiendo una alarma. El agua permanece en las tuberías hasta que los rociadores se abran por el calentamiento producido por el fuego. Desde que se inundan las tuberías hasta que se produce la descarga puede realizarse cualquier tipo de maniobras preparatorias.

Las roturas o fugas en la instalación, detectadas con el aire de supervisión, no provocan la apertura de la válvula, ni por tanto, la inundación de las tuberías.

El sistema de acción previa se utiliza normalmente para instalaciones en las que los daños causados por el agua, como resultado de roturas o fugas en las tuberías, pueden causar tantas o más pérdidas que el propio fuego.



- 1 Rociadores automaticos
- 2 Sirena electrica
- 3 Control manual de deteccion
- 4 Panel control deteccion
- 5 Detectores
- 6 Válvula solenoide para la actuación electrica
- 7 Actuador manual de válvula de accion previa
- 8 Motor de agua
- 9 Presostato
- 10 Válvula de accion previa
- 11 Válvula de compuerta de husillo ascendente
- 12 Presostato supervisión (aire o notrogeno a 0.1 bar)

Descripción y operación

En situación de servicio de encuentra cerrada y su apertura se produce de forma automática, mediante un sistema de detección. Una vez accionada, la válvula y los accesorios que conforman el puesto de control de Acción Previa ofrecen la posibilidad de disponer de una alarma de fuego, pudiendo realizar operaciones auxiliares en función de las especificaciones del usuario. La válvula puede abrirse por accionamiento manual, hidráulico, neumática o eléctrico según la concepción del sistema. Las válvulas de Acción Previa, utilizan la presión de la acometida de agua para mantener su claveta cerrada, mediante un actuador de diafragma. En posición de reposo se mantiene cerrada la claveta mediante un trinquete, por la fuerza ejercida por la presión del agua sobre el actuador de diafragma. La válvula se acciona cuando se libera la presión aplicada al actuador.

La presión en el actuador de diafragma se genera a través de una conexión realizada aguas arriba de la válvula de corte del Puesto de Control. Esta conexión también es la fuente de presión de agua para una línea piloto de



Valvula de accion previa

actuación mediante rociadores automáticos, o para un actuador neumático o una válvula solenoide para actuación eléctrica. Cuando se activa el sistema de detección instalado, se libera la presión en la línea piloto disminuyendo la fuerza aplicada sobre el diafragma del actuador y desencavando el trinquete que mantiene la claveta en posición de cerrada. La presión de agua de la acometida fuerza la apertura de la claveta y además de fluir el agua hacia las líneas de rociadores, se acciona la alarma hidromecánica y opcionalmente un presostato.

4. Parámetros de diseño (UNE 23-593-81)

(Norma para consulta: UNE 23-593-81)

Se diseñará la protección mediante rociadores en función de la peligrosidad de la actividad. Se diferencian en tres clases:

Clase de Riesgo	Definición	Densidad de diseño (mm/min)	Área de operación
Riesgo Ligero	Locales no industriales, con cantidad de material y combustibilidad bajos. Como hoteles, hospitales, edificios comerciales, edificios públicos y de oficinas, escuelas, museos, bibliotecas, prisiones y la edificación en general.	2,25 l/min/m ² (mm/min)	80 m ²
Riesgo Ordinario	Locales comerciales e industriales donde los incendios no son capaces de propagarse de forma intensa al principio. Como aparcamientos, industria en general.	5 l/min/m ² (mm/min)	de 72 a 360 m ²
Riesgo Extra de proceso	Locales comerciales e industriales donde los incendios son capaces de propagarse de forma intensa al principio. Como fábricas de barniz y pinturas, de caucho, moquetas o celuloideas, espuma de goma, hangares, etc.	de 7,5 a 12,5 l/min/m ² (mm/min)	de 260 a 325 m ²
de almacenamiento	Almacenes y silos paletizados donde la cantidad y combustibilidad de material son elevados, resultando una "Carga Térmica" por m ² elevada.	de 7,5 a 30 l/min/m ² (mm/min)	de 260 a 375 m ²
Riesgos especiales	Cuando existan riesgos de fuego muy intenso y propagación muy rápida, se deberá instalar un sistema por inundación total, que descargue agua simultáneamente sobre una amplia zona. Para ello se emplearán pulverizadores de media y alta velocidad. Ejemplos: hangares de aviones, talleres de pirotecnia, producción de espuma de plástico, almacenaje de poliéster, polietileno, poliuretano, etc.		

Distribución de rociadores

Rociadores Normales	Riesgo Ligero	Riesgo Ordinario	Riesgo Extra o Almacenamiento
Cobertura máxima	20 m ²	12 m ²	9 m ²
Separación máxima entre rociadores	4,6 metros	4 metros	3,7 metros
Separación máxima con pared.	2,3 metros	2 metros	1,9 metros
Separación mínima	2 metros	2 metros	2 metros

Ejemplos de diseño

Existen, principalmente, tres métodos de diseño en la distribución de la tubería, que son:

Método de distribución	Tipo de riesgo aplicable (habitualmente)
Distribución en ramales	“Ligero” y “Ordinario”.
Distribución en mallas	“Extra” y “Almacenamiento”
Distribución en ramales con rociadores intermedios	“Almacenamiento”

Distribución en ramales

Consiste en el diseño de un colector central donde se distribuyen los ramales con los rociadores a uno o ambos lados del mismo. El número de rociadores en cada ramal, no puede sobrepasar al indicado por la Norma UNE y que es el siguiente:

Riesgo Ligero	Sin límite, pero respetando las pérdidas de carga admisibles
Riesgo Ordinario	Entre 6 y 9 unidades. (según casos y respetando las pérdidas de carga admisibles))
Riesgo extra	4 unidades (se admiten 6 en distribución lateral específica, con diámetros de tubería determinados)

5. Tipo y cálculo de tuberías. (UNE 23-594-81)

Tubo de acero DIN 2440 Clase: Negra y Galvanizada

Paso nominal		Diámetro exterior mm	Espesor mm	Peso Kg/m
pulgadas	mm			
3/4	20	26.9	2.65	1.58
1	25	33.7	3.25	2.44
1 1/4	32	42.4	3.25	3.14
1 1/2	40	48.3	3.25	3.61
2	50	60.3	3.65	5.1
2 1/2	65	76.1	3.65	6.51
3	80	88.9	4.05	8.47
4	100	114.3	4.5	12.1
5	125	139.7	4.85	16.2
6	150	165.1	4.85	19.2

Tubería sin soldadura

Normas equivalentes:

ISO R65/73 MEDIUM

BS 1387/67 MEDIUM

Material: Se fabrica normalmente con acero St. 37.0 del DIN 1629/84

Prueba: Todos los tubos se someten en fábrica a un ensayo de presión interna con agua a 50 Kg/cm². Esta prueba puede ser sustituida por un ensayo no destructivo adecuado, por ejemplo, corrientes inducidas

Tolerancias de espesor: 12.5% (-15% en puntos aislados no más largos de 2 x diámetro exterior)

Longitudes de suministro: Largos comerciales entre 4 y 8 metros.

Tubería con soldadura

Material: Se fabrican normalmente según DIN 17100 (St 33 o St 37.2)

Rosca: Rosca Gas Whitworth DIN 2999 (parte 1)

Prueba: todos estos tubos se someten en fábrica a un ensayo de presión con agua a 50 Kg/cm², o bien ensayo no destructivo sustitutorio.

Longitudes: Se suministran normalmente a largo aproximadamente de 6 metros.

Tolerancias: Tanto en diámetros exteriores como en espesores de pared habrá una diferencia de medidas admisibles, de acuerdo con las propias normas.

Fases de diseño

- 1 Determinar la clase del riesgo del local u objeto a proteger (UNE 23-592).
- 2 Fijar la densidad y el área supuesta de funcionamiento (UNE 23-593).
- 3 Elegir el tipo de sistema, según las características del local u objeto a proteger (UNE 23-591).
- 4 Situar geométricamente las cabezas rociadoras, considerando las distancias máxima y mínima, así como las áreas máximas de cobertura de cada una (UNE 23-593).

- 5 Trazar y dimensionar las tuberías (UNE 23-594).
- 6 Calcular las necesidades de presión y caudal en la válvula de control y alarma, mediante cálculos hidráulicos (UNE 23-594).
- 7 Determinar la capacidad de la reserva de agua y la categoría de la fuente de abastecimiento (UNE 23-597).
- 8 En todo caso, la protección por medio de rociadores de actuación automática se diseñará para cubrir sectores de incendios concretos.

Algunas recomendaciones.

Solamente las instalaciones de extinción automática, tienen una respuesta suficientemente rápida y potente para controlar y extinguir los incendios desde su principio; aunque los rociadores se diseñen, aceptando la pérdida de una determinada cantidad de producto. Estas razones son suficientemente claras, para demostrar la importancia de un buen cuidado y mantenimiento de los equipos de rociadores. Estos servicios deben programarse y planificarse regularmente, ya que en caso contrario pueden darse fallos fatales, incluso en los mejores sistemas.

El abastecimiento de agua, los puestos de control y las válvulas, son las partes más importantes a revisar, comprobando su perfecto estado de servicio. Tampoco hay que olvidar la red de tuberías y la buena apariencia de los rociadores, complementando esta revisión con el accionamiento de las válvulas de punto de prueba, que dispone toda instalación, anotando la caída de presión y el tiempo de respuesta de la alarma hidráulica. Estas pruebas deben realizarse semanalmente en sistemas de tubería húmeda y semestralmente en los de tubería seca.

6 Aplicaciones según Reglamento de Industrias RSCIEI

Tabla de aplicación de rociadores automáticos según el Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.

Actividad	Tipo edificio	Nivel riesgo	Superficie
Almacenamiento	A	medio	> 300 m ²
	B	medio	> 1.500 m ²
	B	Alto	> 800 m ²
	C	medio	> 2.000 m ²
	C	Alto	>1.000 m ²
Fabricación y Resto de actividades	A	medio	> 500 m ²
	B	medio	> 2.500 m ²
	B	Alto	> 1.000 m ²
	C	medio	> 3.500 m ²
	C	Alto	>2.000 m ²

7. Mantenimiento

Los sistemas de rociadores empleados en la Protección Contra Incendios, se caracterizan porque su instalación se hace con la expectativa de no ser utilizados más que en casos excepcionales y por otra parte, no se puede probar su eficacia o funcionamiento con ensayos reales.

Por todo ello, si su instalación y correcto mantenimiento, no satisfacen los requisitos necesarios para que sean eficaces durante su empleo, además de no ser útiles para el fin a que han sido destinados, crean una situación de inseguridad muy peligrosa, para personas y bienes.

Se hace necesario, en consecuencia, establecer unas condiciones de control y conservación para lograr que su empleo, sea eficaz en caso de incendio.

El Real Decreto 1942/1993, de 5 de Noviembre, aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI), donde se establece, entre otros requisitos, la obligatoriedad de unas revisiones periódicas en este tipo de instalaciones. Estos servicios deberán realizarse, en mayor frecuencia por los propios usuarios de la instalación y con la ayuda de una empresa debidamente homologada, al menos una vez al año, tal como indicamos en el siguiente cuadro:

Programa de Mantenimiento de los Sistemas de Rociadores

Operaciones a realizar por el personal del titular de la instalación

- Comprobación de las boquillas de los rociadores en buen estado y libres de obstáculos para su funcionamiento correcto.
- Comprobación del buen estado de los componentes del sistema, especialmente de la válvula de prueba y control.
- Comprobación del estado del abastecimiento de agua.

Limpieza general de todos los componentes.

- Comprobación de funcionamiento automático y manual de la instalación de acuerdo con las instrucciones del fabricante o instalador.

Operaciones a realizar por personal especializado de una empresa debidamente homologada.

- Verificación de los componentes del sistema, incluyendo dispositivos de disparo y alarma.

Comprobación del estado y buen servicio de las fuentes de abastecimiento de agua, *comprendiendo*

Verificación por inspección de todos los elementos, depósitos, válvulas, mandos, alarmas, motobombas, accesorios, señales, etc.

- Mantenimiento de acumuladores, limpieza de los bornes (reposición de agua destilada, etc.)
 - Verificación de niveles (combustible, agua, aceite, etcétera).
 - Verificación de accesibilidad a elementos, limpieza general, ventilación de salas de bombas, etc.
 - Accionamiento y engrase de válvulas.
 - Verificación y ajuste de prensaestopas.
 - Verificación de velocidad de motores con diferentes cargas.
 - Comprobación de alimentación eléctrica, líneas y protecciones.
 - Prueba de la instalación, en las mismas condiciones a las de su recepción.
-

2.4

Protección activa

Sistemas de extinción por rociadores

**COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA**

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona

Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net
www.cetib.net



Servei de Visat
Serveis Col·legials
Col·legiació



2.5

Protección activa

Sistemas de extinción por agua pulverizada



COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA

MANUAL
Seguridad
contra incendios

Protección activa
2.5 Sistemas de extinción
por agua pulverizada

Autor
Redacción:
Josep Maria Rebull i Gràcia

Revisión:
Comisión de Medio
Ambiente,
Energía y Seguridad
Área de incendios

Edición
Febrero 2006

Edita
Colegio de Ingenieros
Técnicos Industriales
de Barcelona

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona
Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.org

Coordinación
David Altimira de Maria

Propuesto por
Comisión de Medio
Ambiente,
Energía y Seguridad
Área de incendios

Corrección y asesoramiento
lingüístico
Traducciones Técnicas
de Ingeniería Metzger

Diseño gráfico
Georgina Miret

Fotografías
Cedidas por:
Viking Sprinkler S.A
SABO Española, S.A
Tyco Fire & Building Products
Globe Splinklers Europa, SA

2.5

Protección activa
Sistemas de extinción
por agua pulverizada

Índice

1.	Generalidades y Definiciones	3
2.	Componentes principales	4
3.	Válvulas de Control	6
4.	Parámetros de diseño	7
5.	Filtros	9



1. Generalidades y Definiciones

Los sistemas de agua pulverizada o de diluvio son un conjunto de tuberías fijas conectadas a una fuente de abastecimiento de agua para la protección contra incendios, y dotado de boquillas pulverizadoras. Los sistemas se conectan a la fuente de abastecimiento de agua mediante una válvula, manual o automática,.

El agua es lanzada de una forma especial, con unas dimensiones de partícula, una velocidad y una densidad de pulverización determinadas y que se descarga por aparatos y lanzas especiales diseñados para este fin.

Los sistemas de agua pulverizada para la protección y lucha contra incendios se llaman también de diluvio o niebla de agua y no deben confundirse con los sistemas de “Agua Nebulizada” de características físicas y de aplicación muy diferentes.

La norma núm. 15 de la NFPA (National Fire Protection Association), para sistemas fijos de agua pulverizada, da detalles para el cálculo, proyecto e instalación de sistemas fijos de agua pulverizada en casos especiales y que no son recogidos, en la norma 13 de la misma NFPA, para la instalación de rociadores (Sprinklers). También existen otras normas específicas para estos sistemas, como es la UNE 23-501-a la UNE 23-507, diferente de la específica de rociadores (UNE23-590 a la UNE 23-597) y la norma Bequinqor BQ-12.10 a BQ-12.16 correspondientes a una adaptación de las NFPA nº 15.

La diferencia entre el agua pulverizada y los rociadores radica principalmente en el concepto de “**inundación total**” en los primeros, en la forma del control y disparo automático, y en las distintas formas de proyección del agua que se dispone, a elegir en función del riesgo, a diferencia con la de los rociadores que es única.

Se utilizan principalmente en riesgos industriales y su aplicación va normalmente asociada con sistemas automáticos de detección de calor o humo, que los controlan y gobiernan. Excepcionalmente puede ser únicamente de accionamiento manual, cuando su puesta en funcionamiento automático suponga un riesgo para el personal, o bien cuando en todo momento el sistema esté atendido por un personal debidamente instruido.

La característica más importante de estos sistemas es que producen una inundación total, al ponerse en funcionamiento.

Se utiliza para la protección de los siguientes riesgos:

- Equipos de proceso en refinerías y plantas químicas.
- Tanques de almacenamiento de líquidos inflamables
- Tanques horizontales de almacenamiento o carga y descarga de camiones.
- Transformadores eléctricos de aceite o Pyralene.
- Quemadores de calderas. Cintas transportadoras.
- Elementos estructurales expuestos al fuego o derrames.
- Fabricas de pinturas y barnices.
- Fabricación y uso de tintas de imprenta.

En general el agua pulverizada puede usarse para cualquiera de los siguientes fines:

- **Extinción de incendio:** con caudales entre 8 y 20 litros/min/m².
- **Control del incendio:** con caudales no inferiores a 20 litros/min/m², en riesgos donde pueden producirse fugas de líquidos o gases.
- **Escudo contra la radiación:** con caudales desde 2 litros/min/m².
- **Enfriamiento y prevención de incendio:** principalmente para la protección de depósitos y recipientes, con caudales mínimos de 10 litros/min/m².

2. Componentes principales

Boquilla	Dispositivo que produce agua pulverizada y que distribuye esta en condiciones determinadas. Existen diversos modelos y tamaños de boquillas que se aplicarán en función del riesgo a proteger.
Válvula de control y alarma	Conjunto de accesorios y válvulas hidráulicas que conectado a la línea de tubería colectora principal, alimenta el sistema, controla la descarga del agua, transmite la alarma y dispone de medios para realizar pruebas y accionamiento manual. Las válvulas de corte o de control se construirán de tal forma que se distingan fácilmente si se encuentran en posición abierta o cerrada. El cierre de la válvula de corte principal, producirá una alarma.
Líneas de tuberías	Son las conducciones del agua del sistema, que discurren desde la válvula de control y alarma hasta las boquillas. El agua llega a estas a través de un sistema de tuberías de acero galvanizado, soldado o sin soldadura, distribuyéndose las boquillas a intervalos a lo largo de ellas. El diámetro de las tuberías se calculará en función de no sobrepasar nunca la velocidad máxima de 8 metros/segundo.
Accesorios	Los accesorios serán de acero o fundición dúctil o maleable en las secciones secas de las tuberías expuestas a posibles fuegos o en los sistemas de soportación. El diseño se realizará teniendo en cuenta la presión de trabajo de 120 N / cm ² . (12 bar)
Soportación	Existen diversos modelos de soportación de tubería adecuados para el peso que deben sostener, estos estarán igualmente protegidos contra la corrosión y por el agua, no admitiéndose componentes o partes elásticas que puedan hallarse afectadas por la exposición al fuego.
Abastecimiento de agua	Conjunto de fuentes de agua, equipos de impulsión y red general destinados a asegurar, para una o varias instalaciones específicas de protección contra incendios, el caudal y la presión de agua necesarios durante el tiempo de autonomía requerido.



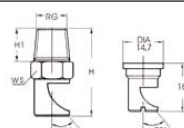
Boquilla pulverizadora de cono lleno

Acabados: Bronce y Niquelado.

Ángulos de descarga: 30°, 60°, 90°, 120°, y 140°.

Factor K: entre 17 y 75

Fabricante: Viking Sprinkler S.A.



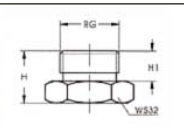
Boquilla pulverizadora de chorro plano

Acabado: niquelado.

Ángulos de descarga: 120°

Factor K: entre 0,23 y 205.

Fabricante: SABO Española, S.A.



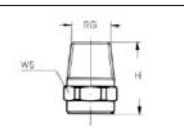
Boquilla pulverizadora de chorro plano

Acabado: niquelado.

Ángulos de descarga: 45°, 60°, 90°, 120°.

Factor K: entre 11,2 y 71.

Fabricante: SABO Española, S.A.



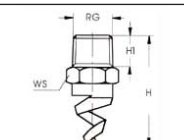
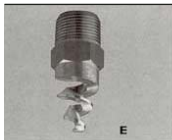
Boquilla pulverizadora de chorro lleno

Acabado: latón

Ángulos de descarga: 45°, 60°, 90°, 120°.

Factor K: entre 0,76 y 23,87.

Fabricante: SABO Española, S.A.



Boquilla pulverizadora de espiral

Acabado: latón

Ángulos de descarga: 45°, 60°, 90°, 120°.

Factor K: entre 3,2 y 291.

Fabricante: SABO Española, S.A.



Boquilla pulverizadora de cono lleno

Acabado: latón

Ángulos de descarga: de 90° a 160°.

Factor K: entre 15,9 a 99,5.

Fabricante: Tyco Fire & Building Products.

3. Válvulas de Control

Sistemas de Diluvio

Descripción y operación

En situación de servicio se encuentra cerrada y su apertura se produce de forma automática, mediante un sistema de detección. La válvula puede abrirse por accionamiento manual, hidráulico, neumático o eléctrico según la concepción del sistema.

Las válvulas de diluvio, utilizan la presión de la acometida de agua para mantener su claveta cerrada, mediante un impulsor de diafragma. En posición de servicio se mantiene cerrada la claveta mediante un trinquete, por la fuerza ejercida por la presión del agua sobre el impulsor de diafragma. La válvula se acciona cuando se libera la presión aplicada al impulsor.

La presión en el impulsor de diafragma se genera a través de una conexión realizada aguas arriba de la válvula de corte del Puesto de Control. Esta conexión también es la fuente de presión de agua para una línea piloto de actuación mediante rociadores automáticos, o para un impulsor neumático o una válvula solenoide para actuación eléctrica. Cuando se activa el sistema de detección instalado, se libera la presión en la línea piloto disminuyendo la fuerza aplicada sobre el diafragma del impulsor y desenclavando el trinquete que mantiene la claveta en posición cerrada. La presión de agua de la acometida fuerza la apertura de la claveta y además de fluir el agua hacia las líneas de rociadores o de boquillas, se acciona la alarma hidromecánica y opcionalmente un presostato.

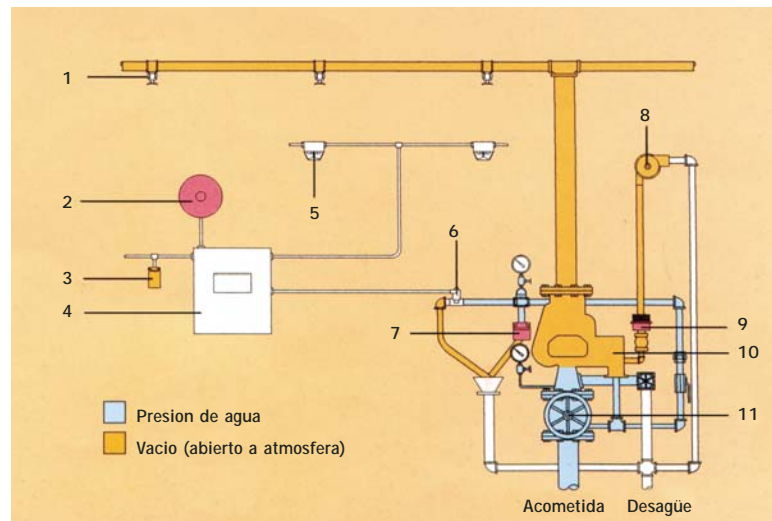


Valvula diluvio

Instalaciones de diluvio

Las instalaciones de diluvio están compuestas por rociadores abiertos o boquillas difusoras colocados en un sistema de tuberías conectadas a un suministro de agua. La válvula de diluvio se abre mediante una señal eléctrica del sistema de detección instalado en las mismas zonas que los rociadores o boquillas. Cuando la válvula de diluvio se abre, el agua inunda las tuberías y se produce la descarga a través de todos los rociadores y boquillas.

El sistema de diluvio se utiliza normalmente para altos riesgos que requieran la descarga inmediata de agua sobre toda la zona a proteger.



- 1 Rociadores abiertos o boquillas difusoras
- 2 Sirena eléctrica
- 3 Control manual de detección
- 4 Panel control detección
- 5 Detectores
- 6 Válvula solenoide para la actuación eléctrica
- 7 Actuador manual de válvula de diluvio
- 8 Motor de agua
- 9 Presostato
- 10 Válvula de diluvio
- 11 Válvula de compuerta de husillo ascendente

4. Parámetros de diseño

(Ver norma UNE 23-501-88 o norma NFPA 15)

Algunas aplicaciones

1. Transformadores e interruptores en baño de aceite

La utilización de sistemas de extinción mediante agua pulverizada debe aplicarse igualmente a transformadores en baño de aceite como a los refrigerados por Policlorobifenilos (PCB), también conocido como "Askarel", ya que se ha demostrado que, aunque este compuesto químico disfruta de unas excelentes propiedades dieléctricas y no inflamabilidad, a temperaturas próximas a los 600° C, dan lugar a la formación de compuestos muy tóxicos en concentraciones muy débiles. Además, al tratarse de un elemento muy estable por naturaleza, se acumula peligrosamente en el agua del mar y particularmente en los peces.

Por todo ello, es necesario el aplicar protecciones con agua pulverizada a todos estos transformadores. Estos refrigerantes están comercializados en nuestro país por las marcas Pyralene o Fenclor del fabricante francés Prodelec.

Datos del proyecto	Descripción			
Estudios previos	Propiedades físicas y químicas del aceite, su punto de inflamación, viscosidad, miscibilidad, temperatura, etc. Habilitación de un desagüe con capacidad suficiente de absorber todo el caudal proyectado, y a ser posible ubicado dentro de un pequeño cubeto.			
Equipos implicados	Considerar la posibilidad de causar daño o producir averías en los equipos que alcancen elevadas temperaturas superficiales.			
Distancia a los aparatos eléctricos bajo tensión	Tensión nominal de la línea Kv	Tensión nominal a tierrade Kv	Nivel de aislamiento diseño cresta Kv	Distancia mínima
	Hasta	Hasta		
	15	9	110	0,15
	23	13	150	0,20
	34,5	20	200	0,30
	46	27	250	0,38
	69	40	350	0,58
	115	66	550	0,94
	138	80	650	1,11
	161	93	750	1,32
	196-380	114-132	900	1,60
			1050	1,93
	287-380	166-220	1175	2,21
			1300	2,48
			1425	2,76
			1550	3,04
	500	290	1675	3,32
			1800	3,60
	500-700	290-400	1925	3,88
			2100	4,26
			2300	4,67

Como medidas de prevención, complementarias a la protección mediante Agua Pulverizada, deben tomarse las de separarlo por paredes RF de los locales adyacentes con cargas caloríficas, evitar que los posibles escapes se propaguen por las alcantarillas, cursos de agua, etc., señalar adecuadamente con rótulos de peligro los accesos al interior del recinto, recorridos de evacuación mínimos, inspecciones regulares y disponer de adecuados planes de intervención en caso de siniestro.

Se recomienda que el dispositivo de extinción sea de actuación automática controlado por dispositivos electrónicos, neumáticos o hidráulicos. Estos dos últimos se utilizarán preferentemente en áreas con atmósferas explosivas.

La dimensión de las tuberías se obtendrá mediante cálculos hidráulicos, procurando formar anillos cerrados alrededor del transformador, para equilibrar el sistema y conseguir un reparto uniforme del caudal. Los recorridos dispondrán de una pendiente hacia la Válvula de Control para conseguir un drenaje total y garantizado del agua, sobretodo en instalaciones exteriores, donde bolsa de agua pueden helarse y taponar el paso del líquido extintor. Toda la tubería será galvanizada.

En algunos riesgos a la intemperie, donde no existen techos o paredes para soportar los tubos, se pueden estos auto-soportar mediante construcciones reticulares que a su vez permite disminuir el calibre de las tuberías y consiguiendo un mejor equilibrio hidráulico. Nunca se apoyará con soportes en el propio objeto protegido.

2. Cubierto exterior de material combustible (madera)

Otra aplicación muy usual es la protección de cubiertos con tejados ligeros de Uralita o similar que alberguen materia combustible, como puede ser madera, balas de papel, cartón, caucho, moquetas, recortes de plástico, etc.

El tipo de pulverización de agua necesario para controlar y extinguir estos incendios dependerá de la naturaleza del riesgo y del fin que se pretenda, o sea extinción, control o refrigeración. En muchos casos no podrá esperarse que el fuego se extinga completamente pero, con toda seguridad, podrá reducirse la velocidad de combustión hasta tal punto que sea muy fácil y rápido la extinción por medios manuales.

Los cálculos para este tipo de riesgos empiezan por una acertada calibración de las tuberías y las boquillas, respecto a la superficie que deba aplicarse la pulverización. Una vez determinados estos criterios, debe definirse el tipo de boquillas, el ángulo del cono de la proyección y la presión mínima del agua. El número de boquillas, de cono lleno necesarias, se determinará en función de su ángulo de abertura y la distancia a las superficies proyectadas, de forma y manera que toda ella quede cubierta por el agua proyectada, en resumen, no pueden quedar zonas o áreas sin irrigación.

El cálculo de la densidad del agua para extinguir el fuego o absorber el calor que pueda desprenderse durante la combustión, es otro factor a tener en cuenta en la elección de las boquillas y una vez determinado junto con el ángulo de abertura y la distancia de proyección, podremos escogerla las más adecuadas para cubrir la zona que les corresponda proteger.

A continuación procederemos a los cálculos hidráulicos, entre otras razones para conocer el correcto calibre de las tuberías y las necesidades de la reserva de agua. Con referencia a las reservas de agua mencionadas, debemos destacar la importancia de un diseño muy generoso en cuanto a las necesidades de presión, caudal y reserva de agua.

5. Filtros

Se deben instalar necesariamente filtros en las líneas de alimentación de los sistemas de pulverización para impedir el taponamiento de las boquillas. El espesor de los filtros elegidos deberá ser lo más denso posible, para evitar la obstrucción de los conductos más pequeños que existan en las boquillas, aunque existen muchos modelos de boquillas que incorporan sus propios filtros en la entrada para todas aquellas impurezas que no haya podido hacerlo desde el de la tubería.



2.5

Protección activa

Sistemas de extinción por agua pulverizada

**COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA**

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona

Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net
www.cetib.net



Servei de Visat
Serveis Col·legials
Col·legiació



2.6

Protección activa

Abastecimiento de agua contra incendio



MANUAL
Seguridad
contra incendios

Protección activa
2.6 Abastecimiento de agua
contra incendio

Autor
Redacción:
Josep Maria Rebull i Gràcia

Revisión:
Comisión de Medio
Ambiente,
Energía y Seguridad
Área de incendios

Edición
Maig 2006

Edita
Colegio de Ingenieros
Técnicos Industriales
de Barcelona

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona
Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.org

Coordinación
David Altimira de Maria

Propuesto por
Comisión de Medio
Ambiente,
Energía y Seguridad
Área de incendios

Corrección y asesoramiento
lingüístico
Traducciones Lexic

Diseño gráfico
Georgina Miret

Fotografías
Bombas Ideal, SA
Josep Maria Rebull i Gràcia

2.6

Protección activa Abastecimiento de agua contra incendio

Índice

1.	Definición	3
2.	Sistemas básicos	4
3.	Clase de abastecimiento	6
4.	Características de la bomba principal	8
5.	Otras condiciones importantes	8
6.	Curva característica de un grupo de bombeo principal	8
7.	Cálculo del abastecimiento	9
8.	Categorías del abastecimiento	11



1. Definición

Es vital para cualquier sistema de extinción de incendios mediante agua, el disponer de un suministro permanente y seguro con presión y capacidad suficientes.

Se considera abastecimiento de agua al conjunto o adición de una reserva o fuente de agua, más el suministro de una presión suficiente que puedan requerir los sistemas de extinción. En resumen es el conjunto de:

- Una o varias **fuentes de alimentación.**
- Uno o varios **Sistemas de impulsión.**
- Una **red general de incendios.**

La reserva o fuente de agua puede proceder de un suministro natural, como un río, lago, mar, etc., o artificial como un pozo, depósito, canal, embalse, etc. La presión puede alcanzarse por medios naturales como desnivel o gravedad o bien por artificiales como grupos de bombeo o depósitos de presión con cámara de aire.

Estos abastecimientos, a excepción de red de uso público, deberán estar reservados exclusivamente para los sistemas de extinción de incendios, como rociadores automáticos, equipos con generación de espuma, agua pulverizada, y bocas de incendio.

Un abastecimiento puede dar suministro a varios sistemas distintos, por lo que las necesidades de caudal y reserva de agua se incrementan según las exigencias reflejadas por la normativa vigente.

Las necesidades de abastecimiento nunca se calculan para cubrir el suministro de agua a todos los rociadores o mangueras existentes, a menos que se trate de un riesgo muy pequeño, sino más bien para un número determinado de ellos. Este número viene determinado por tablas y reglas técnicas en función de la categoría del riesgo, que editan organismos competentes.

Estadísticas editadas por la corporación americana NFPA, indican que en el 93 % de los incendios que se declaran en riesgos protegidos con rociadores, se abren menos de 20 unidades, lo que significa que con un suministro de agua suficiente el porcentaje de mal funcionamiento es muy bajo. Por lo tanto, el problema clave a resolver es el suministro de agua, especialmente en grandes sistemas o en riesgos superiores a los normales.

El abastecimiento debe cumplir tres requisitos básicos, que son:

- 1º) **Presión.**
- 2º) **Caudal.**
- 3º) **Reserva de agua o tiempo de autonomía.**

A una presión de 1 Kg./cm² un rociador normal descarga aproximadamente 83 l/min., a 3,5 Kg./cm² es 155 l/min., y a presiones mayores la descarga es proporcionalmente mayor y por tanto mayor el área de cobertura.

Existen mejores posibilidades de dominar un fuego por medio de un número reducido de rociadores. A la presión calculada para el rociador hay que sumarle las pérdidas estáticas por la altura y las dinámicas por el rozamiento al circular el agua, para saber la que se precisa inicialmente, en la fuente de abastecimiento. El caudal viene determinado por el tipo de riesgo a proteger.

Los riesgos se clasifican en Ligero, Ordinario y Extra, agrupándose en estos últimos principalmente almacenes paletizados con elevada carga térmica por metro cuadrado. Las necesidades pueden variar desde 225 l/min. para un Riesgo Ligero hasta más de 13.000 l/min. para un Riesgo Extra, con sistema de tubería seca.

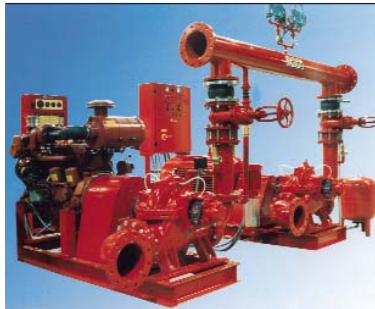
Muy ligado al caudal está el cálculo de la reserva de agua, en efecto tomando como base el caudal habrá que multiplicar éste por el tiempo de autonomía del abastecimiento, para conocer la reserva de agua.

Los tiempos establecidos son de 30 minutos para el riesgo ligero, 60 minutos para el ordinario y 90 minutos para el extra. Estos valores pueden variar entre 10 m³ para un riesgo ligero y 1200 m³ para uno extra de tubería seca.

2. Sistemas básicos

Como regla general existen tres sistemas básicos de abastecimiento de agua:

2.1 Equipos de impulsión



Formado normalmente por bombas con motores eléctricos, diésel o ambos a la vez, que garantizan las condiciones de presión y caudal exigidas, pueden abastecerse de depósitos, pozos, red urbana, ríos, lagos, etc.

Se aplica principalmente en las instalaciones de protección contra incendios en las industrias.

Por lo tanto, partiendo de una reserva de agua suficiente, las bombas de contra incendio son capaces de mantener dichas presiones y caudales durante largos periodos de tiempo, pudiendo ser parte fundamental de instalaciones que requieran mayores presiones de agua de las que se podrían obtener por otros medios.

Una característica destacable de estos equipos de impulsión es la exigencia por normativa de que una vez se haya producido el arranque de la bomba su parada solo podrá realizarse manualmente.

2.2 Red general urbana



Es la red de uso general y público en las ciudades y que se aprovecha de forma directa, para abastecer a los sistemas de extinción de incendio que protejan riesgos de categoría "Ligero" u "Ordinario".

Se trata de un suministro bastante seguro y regular, aunque insuficiente para la protección de riesgos de categoría "Extra" o "Especiales" por lo que se utiliza habitualmente para la protección en los edificios de las ciudades.

Son acometidas que realiza la propia compañía suministradora directamente desde la canalización ciudadana y sin pasar por contador, acostumbrándose a cobrar un canon anual por el servicio de acometida.

La compañía finaliza su servicio con la instalación de una válvula de compuerta dentro de una arqueta debidamente obrada. También es exigible por parte del instalador la adecuación de una válvula de retención en la tubería que impida el retorno de agua contaminada de la instalación a la red urbana.

El abastecimiento puede ser considerado de "Categoría 1" si dispone de presión suficiente y está alimentado por ambos extremos y de "Categoría 2" si con presión suficiente lo está por uno solo de sus extremos, según define la norma UNE 23-500-90.

2.3 Depósitos de gravedad



Su aplicación se reduce casi en exclusiva a edificios altos, ya que la construcción de robustas estructuras para colocar depósitos elevados en zonas industriales es antieconómica, a menos que se trate de una industria ubicada en la ladera de un monte o una colina.

Se tratan de tanques, aljibes o cisternas de agua que hallándose a un nivel superior al del riesgo a proteger, son capaces de suministrar las condiciones de presión mínimas exigidas por el riesgo.

Los depósitos elevados llevarán:

- Toma de acometida de agua.
- Rebosadero.
- Entrada del colector de pruebas.
- Indicador de nivel.
- Interruptor de nivel para la reposición automática del agua.
- Válvula de vaciado manual.
- Accesos para inspección y trabajos de mantenimiento.

2.4 Depósitos de presión



Son los menos utilizados por su complejidad y costes.

Los depósitos de presión, a diferencia de los elevados, pueden estar al mismo nivel o incluso inferior, al del riesgo a proteger. Son recipientes cerrados en los que el agua es impulsada por una cámara de aire a presión procedente de un compresor. En reposo el aire y el agua ocupan el 50% de la capacidad del depósito cada uno de ellos. Por su reducida capacidad de reserva de agua, solo tiene aplicación en pequeñas instalaciones de rociadores del tipo "Riesgo Ligero".

Cualquier tipo de depósito de presión que se proponga, exige una consideración especial de capacidad de agua, emplazamiento y la disposición de las conexiones.

Los depósitos de presión llevarán:

- Toma de acometida de agua.
- Válvula de vaciado.
- Entrada de aire.
- Indicador de nivel.
- Interruptor de nivel para la reposición automática del agua.
- Válvula de seguridad.
- Manómetros y presostato para el control de la presión del aire.
- Accesos para inspección y trabajos de mantenimiento.

Los depósitos a presión deberán cumplir el Reglamento de Aparatos a Presión, según los siguientes Reales Decretos: *RD 1244 de 04-04-1979* , *B.O.E 29-05-1979* , // *RD 507 de 15-01-1982* , *B.O.E 12-03-1982* // *RD 1504 de 23-11-1990* , *B.O.E 29-11-1990* y *B.O.E 24-01-1991* // *RD 473 de 30-03-1988* , *B.O.E. 20-05-1988*.

3. Clases de abastecimiento

En teoría, una sola fuente de abastecimiento puede parecer suficiente para conseguir una protección satisfactoria, pero con una sola fuente, ésta puede encontrarse temporalmente fuera de servicio antes o durante el incendio. También puede suceder que en un momento de emergencia la presión o la capacidad estén por debajo de lo normal. Por tanto, es posible que exista la necesidad de disponer de una fuente de aprovisionamiento secundaria en función de dos factores:

- a) de la fiabilidad de la fuente principal y
- b) de la importancia del riesgo que se desee proteger. Incluso se han dado casos de disponer de hasta tres fuentes cuando ni la principal ni la secundaria se consideran totalmente satisfactorias.

Existen tres clases de abastecimientos de agua:

- Sencillo
- Superior
- Doble

Estos tres tipos se aplicarán en función del riesgo a proteger con el criterio de “Sencillo” o “Superior”, aplicándose el “Doble” para conseguir una fiabilidad mayor.

Si un abastecimiento de agua alimenta diversos sistemas y riesgos, deberá prevalecer como el adecuado el que da suministro al sistema de necesidades más exigentes.

Como abastecimientos “**Sencillo**” podemos considerar la red de uso público o equipo de bombeo simple alimentado por un depósito o fuente inagotable.

Como abastecimiento “**Superior**” tenemos los siguientes:

- **Red de uso público:** alimentada por dos extremos, de forma y manera que se asegure el caudal y la presión por ambos y con dos válvulas de cierre que garanticen que una avería en un extremo de la red no afecte al otro.
- **Dos equipos de bombeo con depósito al 100 por 100 del volumen de agua calculado para el sistema de extinción:** dispondrá de un sistema de llenado automático del agua en un tiempo inferior a 24 horas. También es exigible que su servicio pueda ser garantizado, sin mantenimiento, durante un periodo

de tres años. Finalmente se exige el uso de agua dulce y limpia, protegida de la luz y cualquier elemento contaminante.

- **Dos equipos de bombeo con depósito de capacidad inferior al 100 por 100 del volumen:** El depósito puede tener una capacidad inferior a las necesidades de la extinción siempre y cuando tenga una reposición automática del agua del volumen total del depósito en unos tiempos determinados por la norma, tal como se indica en la regla técnica R.T.2.-ABA. A estos depósitos se les exige un medidor de caudal en el sistema de reposición automática del agua.
- **Depósito elevado:** Con las mismas exigencias definidas para los depósitos de alimentación a bombas, detallados en los dos puntos anteriores. Si la presión facilitada por el depósito es inferior al exigido por el sistema de extinción, se complementará con las adecuadas bombas complementarias.
- **Depósito de presión:** La presión se consigue con una cámara de aire comprimido, debiéndose mantener una presión mínima calculada por la regla técnica R.T.2.-ABA y con un volumen de aire nunca inferior a un tercio de la capacidad del depósito.

Abastecimiento doble: Se pueden acoplar multitud de combinaciones para conseguir un abastecimiento doble, considerándose la combinación de los siguientes que resumimos a continuación:

Abastecimiento básico	Combinado con una de las siguientes posibilidades:
Red de uso público	Otra red de uso público totalmente independiente. Depósito elevado Depósito de presión Equipo de bombeo automático conectado a depósito o fuente inagotable
Depósito elevado (100 % capacidad)	Otro depósito elevado. Depósito a presión. Equipo de bombeo automático conectado a depósito o fuente inagotable
Depósito a presión	Equipo de bombeo automático conectado a depósito o fuente inagotable
1 bomba eléctrica del 100% del caudal preciso	1 bomba Diesel del 100% del caudal preciso.
1 bomba eléctrica del 50% del caudal preciso	2 bombas Diesel del 50% del caudal preciso, cada una de ellas.

4. Características de la bomba principal

Las características hidráulicas de las bombas principales deben cumplir las siguientes condiciones más destacables:

- a) El tipo de bomba permitirá la reparación y mantenimiento de la bomba sin que sea preciso desmontarla.
- b) La presión de impulsión de la bomba será la manométrica de servicio menos la presión de aspiración.
- c) La presión de aspiración necesaria de la bomba se contará a partir del nivel más bajo del depósito de suministro del agua y después de deducir las pérdidas de carga en la tubería de aspiración.
- d) Para impedir el descebado de la tubería de aspiración se instalará una válvula de pie al inicio de la tubería de aspiración, más un suministro de agua de cebado o depósito de 100 litros con válvula de reposición automática, en la impulsión de la bomba principal.
- e) El grupo de bombeo será capaz de impulsar el 140% del caudal nominal sin descender su presión por debajo del 70% de la presión nominal.
- f) Podrán instalarse bombas verticales en lugar de las horizontales, pero respetando la cota mínima de inmersión exigida por el fabricante.

5. Otras condiciones importantes

1. El grupo de bombas dispondrán de un sistema automático de circulación de agua que impida el sobrecalentamiento de la bomba cuando se cierran las válvulas del sistema de extinción.
2. Debe instalarse en la impulsión de las bombas un circuito de pruebas que pueda vaciarse en el propio depósito o bien al drenaje del sistema. Dispondrá de manómetro y caudalímetro para poder verificar la curva característica de cada bomba.

6. Curva característica de un grupo de bombeo principal

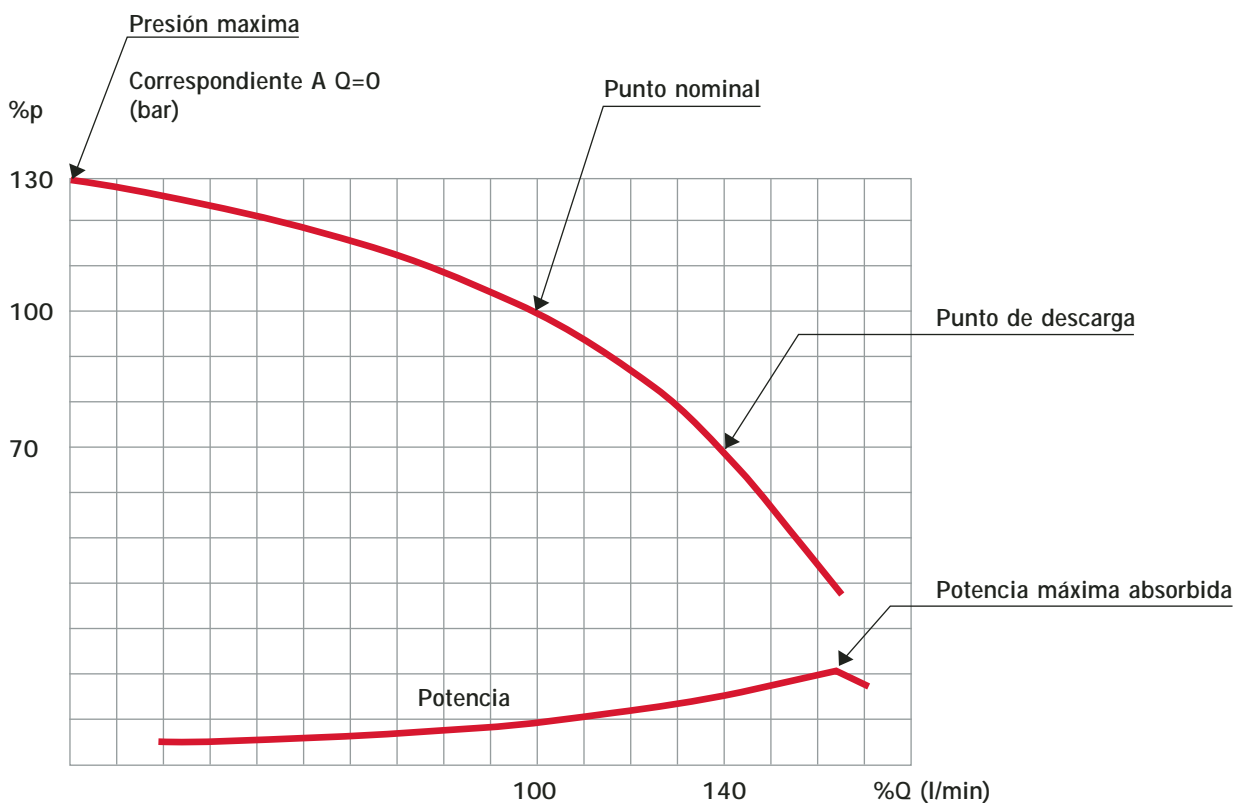
La utilización de grupos de bombeo en riesgos industriales es aplicado prácticamente en todos los riesgos industriales, por ello es importante conocer los requerimientos exigidos por las Normas para este tipo de equipos.

Empezaremos con la definición del concepto “presiones” según la Norma DIN 2401:

- **Presión de trabajo:** Es la definida como aquella a la que se encuentra sometida un equipo o componente en un momento determinado en condiciones normales de servicio.
- **Presión máxima admisible:** Es la presión en la que en función del material construido o por diseño puede trabajar el equipo o componente sin inutilizarse.
- **Presión nominal:** Es la máxima admisible de trabajo a la temperatura de 20°C.
- **Presión de prueba:** Es aquella a la que se somete a los equipos o sus componentes, con sus márgenes o tolerancias de seguridad, a efectos de validarlos para trabajar a la presión nominal.
- **Presión de diseño:** Es la máxima presión a que puede estar sujeto un componente después de su instalación. En la presión de diseño no se calculan los efectos del “Golpe de ariete”

Características hidráulicas

Curva característica de cada grupo de bombeo principal



La presión de diseño de la instalación será la presión de la bomba a caudal cero, ya que ésta es la máxima que puede dar la misma.

Cuando se instalen en paralelo dos o más bombas principales, deben tener sus curvas características sensiblemente iguales. Estas curvas serán continuamente descendentes desde el punto de caudal cero. Los grupos se instalarán en un recinto de fácil acceso, independiente, protegido contra incendios y con un sistema de drenaje. La temperatura del local nunca será inferior a 4°C.

7. Cálculo del abastecimiento

Se instalará un sistema de abastecimiento de agua contra incendios cuando sea necesario dar servicio, en las condiciones de caudal, presión y reserva calculados, a uno o varios sistemas de lucha contra incendios, tales como:

- Red de Bocas de Incendio Equipadas (BIE)
- Red de hidrantes exteriores.
- Rociadores automáticos.
- Agua pulverizada.
- Espuma.

Cuando en una instalación de un abastecimiento coexistan varios de estos sistemas, el caudal y la reserva de agua se calcularán considerando la simultaneidad de operación mínima que a continuación se establece y que se resume en la siguiente tabla:

Tipo de instalación

	BIE (Equipo de manguera)		Hidrantes		Rociadores automáticos	Agua Pulverizada	Espuma
BIE (Equipo de manguera)	Q_B/R_B		(a) Q_H/R_H		Q_{RA}/R_{RA}		
			(b) Q_B+Q_H/R_B+R_H				
			$0,5 Q_H + Q_{RA}$		$0,5 R_B + R_{RA}$		
Hidrantes	(a) Q_H/R_H	$0,5 Q_H+Q_{RA}$ $0,5 R_B + R_{RA}$	Q_H/R_H		Q mayor R mayor	$0,5 Q_H+Q_{AP}$ $0,5 R_H+R_{AP}$	Q mayor R mayor
	(b) Q_B+Q_H/R_B+R_H						
Rociadores automáticos	Q_{RA}/R_{RA}		Q mayor R mayor		Q_{RA}/R_{RA}	Q mayor R mayor	Q mayor R mayor
Agua Pulverizada			$0,5 Q_H+Q_{AP}$	$Q_{AP}+Q_E$ $R_{AP}+R_E$	Q mayor R mayor	Q_{AP}/R_{AP}	$Q_{AP}+Q_E$ $R_{AP}+R_E$
			$0,5 R_H+R_{AP}$				
Espuma			Q mayor / R mayor		Q mayor R mayor	$Q_{AP}+Q_E$ $R_{AP}+R_E$	Q_E/R_E

La coexistencia de BIE con hidrante supone dos casos de diferente exigencia:

- (a): Edificios con plantas al nivel de rasante solamente
- (b): Edificios con plantas sobre rasante.

En el resto de combinaciones se exigirán los caudales y reservas de agua del sistema que requiera mayores necesidades o bien el 50% de cada uno de ellos sumado. También existen casos con tres posibles combinaciones, por lo que solo contará la relación entre los dos mayores.

8. Categorías del abastecimiento

(Según norma UNE 23-500 y UNE 23-590)

Conforme al riesgo intrínseco

Área de protección con todos los sectores
de incendio de riesgo bajo = **Categoría III / Sencillo**

Algún sector del área de protección
es un riesgo medio = **Categoría II / Superior**

Algún sector del área de protección
es un riesgo alto = **Categoría I / Doble**

Conforme a los sistemas de extinción instalados

BIE's **Categoría III**

Hidrantes **Categoría II**

Rociadores automáticos:

Riesgo ligero **Categoría III**

Riesgo ordinario **Categoría II**

Riesgo extra **Categoría I**

Agua pulverizada **Categoría I**

Espuma **Categoría I**

Norma UNE: La **UNE 23-500-90** es la regla los sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.



2.6

Protección activa

Abastecimiento de agua contra incendio

**COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA**

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona

Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net
www.cetib.net



Servei de Visat
Serveis Col·legials
Col·legiació



2.7

Protección activa

Hidrantes



COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA

MANUAL
Seguridad
contra incendios

Protección activa
2.7 Hidrantes

Autor

Redacción:
Josep Maria Rebull i Gràcia

Revisión:
Comisión de Medio
Ambiente,
Energía y Seguridad
Área de incendios

Edición

Maig 2006

Edita

Colegio de Ingenieros
Técnicos Industriales
de Barcelona

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona
Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.org

Coordinación

David Altimira de Maria

Propuesto por

Comisión de Medio
Ambiente,
Energía y Seguridad
Área de incendios

Corrección y asesoramiento
lingüístico

Traducciones Lexic

Diseño gráfico

Georgina Miret

Fotografías

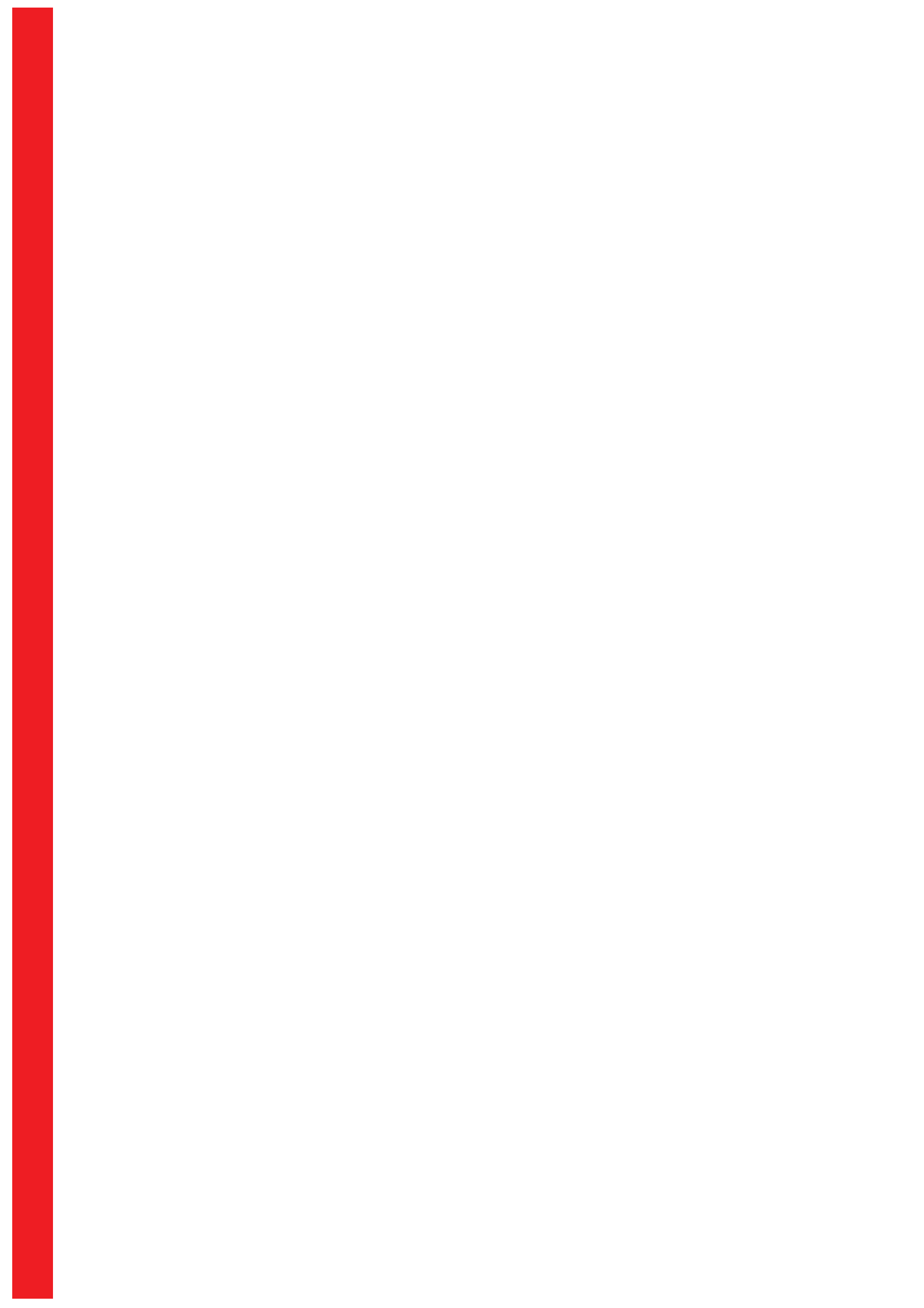
Cedidas por:
Anber, SA
Josep Maria Rebull i Gràcia

2.7

Protección activa Hidrantes

Índice

1.	Materiales	3
2.	Proyecto y diseño	7
3.	Inspecciones periódicas y mantenimiento	13
4.	Guía para el diseño	15
5.	Normas para la consulta	16



Generalidades

Las instalaciones de columnas de hidrantes exteriores (CHE) tienen como finalidad las siguientes funciones principales:

1. Suministro de agua a las mangueras o monitores a ellos conectados, para la extinción manual de incendios, a las naves o edificios afectados por el fuego.
2. Abastecimiento de agua a vehículos auto-bomba de los Servicios Públicos de Extinción de Incendios.

Clasificación

Las instalaciones de red de hidrantes se clasifican en tres grupos o tipos, en función del modelo instalado:

1. **Por sus dimensión o tamaño:** que definen su capacidad de proyección del caudal de agua.
La Regla Técnica para Instalaciones de Columna de Hidrantes al Exterior de los Edificios R.T.2.- CHE de CEPREVEN, considera únicamente en esta regla aquellos hidrantes cuyo diámetro nominal de la columna sea igual o superior a 100 mm. con salidas mínimas de 70 milímetros. Excepcionalmente podrán utilizarse columnas de diámetro inferior en caso de que solo se precise una sola salida.
2. **Por su construcción:** pueden ser de columna seca o mojada, o sea según esta columna esté llena o vacía de agua, cuando el hidrante no está siendo utilizado.
3. **Por su implantación:** pueden ser de superficie o de arqueta enterrada.

1. Materiales

1.1. Hidrante de columna seca

Es el mayormente utilizado, constituido por una columna de tubo de hierro que emerge del suelo y en la que están montados uno o varios racores de conexión preparados para la conexión de las mangueras. El cierre del paso del agua se realiza por debajo del nivel del suelo, por lo que combinado con un sistema de drenaje automático, mantiene siempre la columna vacía de agua.

Son los de uso más extendido, sobre todo en polígonos industriales; se localizan al aire libre, o sea en el exterior de los edificios o bien cerca de almacenamientos de mercancías a la intemperie. También se instalan en superficies exteriores con combustibles.

Este modelo de hidrante, fue diseñado para instalar en aquellas zonas o áreas climáticas en las que son frecuentes las bajas temperaturas, aunque últimamente se ha generalizado su uso en casi todos los casos. El agua entra en la columna, solamente cuando se abre la válvula de asiento, localizada bajo rasante en la parte más inferior del hidrante; un eje de acero, que atraviesa la columna de arriba a abajo, permite maniobrarla. Este diseño evita el peligro de congelación del agua en la columna y la consiguiente inutilización del equipo.

El hidrante está compuesto por las siguientes partes:

Cuerpo: Parte superior del hidrante que emerge al exterior y por la que circula el agua cuando se abre el paso del agua, la apertura se realiza girando el eje de su válvula enterrada, con la ayuda de una maneta extraíble desde la parte superior del hidrante.

Carrete: Parte enterrada que une el cuerpo exterior con el cierre de la válvula. Existen varias medidas o longitudes de carrete en función de la profundidad de la zanja por donde circula la tubería enterrada de abastecimiento.



Alojamiento de la válvula: Contiene además de la válvula los mecanismos que permiten la apertura y cierre del paso del agua al cuerpo, así como el dispositivo de drenaje automático del agua una vez se ha utilizado. Se conecta mediante brida a la tubería enterrada, con toma recta o en ángulo recto.

Válvula: Dispositivo utilizado para la apertura y cierre del paso del agua, se acciona manualmente desde el extremo superior del cuerpo del hidrante y a través del eje central hasta la propia válvula localizada en la parte inferior. Está formado por:

- Eje o barra de transmisión, que une el mecanismo de accionamiento con el cierre de la válvula.
- Mecanismo de accionamiento, que permite la acción manual sobre el eje central para proceder a la apertura y cierre de la válvula.
- Componentes del cierre, plato de oclusión del tipo válvula de asiento, que tapona el paso del agua.

Bocas de salida: Orificios de salida del agua, debidamente racorados para la conexión de las mangueras, situados en el cuerpo del hidrante seco. Existen dos modelos de hidrantes en función del número y tipo de bocas de salida, uno con dos tomas con racor tipo Barcelona de 70 mm., y otro en el que además incorpora una toma roscada de 100 mm. para el abastecimiento a Bomberos.

Características técnicas

Estos hidrantes disponen de dos importantes características o ventajas técnicas que destacamos a continuación:

Válvula de drenaje automático: Dispositivo que procede al vaciado del agua en la columna una vez se ha utilizado. Evita que la columna quede llena de agua evitando el peligro de congelación interna que dejaría inútil al hidrante en caso de incendio. Además, el agua congelada puede deformar y agrietar la columna dejándolo totalmente inutilizable.

Punto de rotura: Todos los hidrantes de columna seca disponen de un punto de rotura expresamente debilitado por debajo de la línea de tierra, tanto en el cuerpo como en el eje de la válvula, con la finalidad de controlar su seccionamiento en caso de fuerte impacto sobre el mismo y evitar que afecte al cierre del paso del agua.

1.2. Hidrante de columna húmeda

Utilizable solo en el exterior en aquellas zonas o latitudes en las que no exista riesgo de heladas, ya que columna exterior, al quedar siempre llena de agua, está expuesta a la congelación. En resumen, solo es adecuado en zonas geográficas no expuestas a heladas, o sea muy pocas en nuestro país.

Son más económicos, pero presentan el inconveniente de originar grandes trastornos en caso de rotura o congelación. Este hidrante consta, igualmente, de tres partes como el anterior, pero carece de válvula de base, por lo que se dispone de un accionamiento individual para cada salida de mangueras.



Existen dos modelos:

- Hidrante de diámetro nominal (D.N.) de columna de 80 milímetros, con una toma racor Barcelona de 70 mm. y dos tomas racor Barcelona de 45 mm.
- Hidrante de D.N. de 100 mm. con una toma racor rosca de 100 mm. y dos tomas racor Barcelona de 70 mm. La primera toma se utiliza normalmente para el abastecimiento de agua de los vehículos de bomberos y las de 70 mm. con racor Barcelona, para conectar directamente las mangueras de extinción manual de incendios.

Distinguimos tres partes principales:

1. Cuerpo: Normalmente fabricado de fundición dúctil, aunque se admiten otros materiales de similares propiedades mecánicas y resistencia a la corrosión.

2. Válvulas de apertura y cierre: Se hallan incorporadas en cada boca de salida independientemente, o sea no existe una llave general única como en los modelos de columna seca. Son válvulas de compuerta o de asiento con accionamiento de volante, están construidas en latón, bronce o acero inoxidable y el cierre se realizará entre 10 y 15 vueltas; ofrecerá una máxima resistencia al giro de 200N/m. con sentido horario.

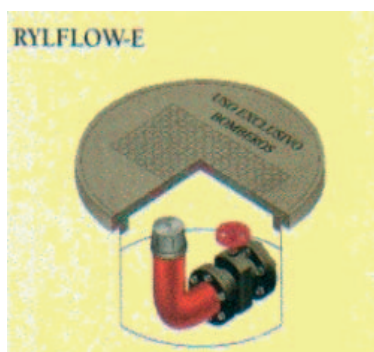
3. Bocas de conexión: Con tres únicos calibres y dispondrán para su enlace de los siguientes racores:

- modelo Barcelona de 45 mm. según UNE 23400-82/2 1R
- modelo Barcelona de 70 mm. según UNE 23400-82/3 1R
- modelo rosca de 100m. según UNE 23400-82/4

La distancia mínima entre las válvulas y la base de la brida de conexión será de 230 mm.

1.3. Hidrante de arqueta

Localizados debajo el nivel del suelo, en el interior de una arqueta con tapa.



Existen dos modelos:

- Hidrante con diámetro nominal (D.N.) 100 mm. con una toma roscada de 100 mm.
- Hidrante D.N. 100 con 2 tomas racoradas, modelo Barcelona de 70 mm.

El hidrante consta de 4 partes:

1. Cuerpo: Normalmente fabricado de fundición dúctil, aunque se admiten otros materiales de similares propiedades mecánicas y de resistencia a la corrosión.

2. Válvulas de apertura y cierre: Se hallan incorporadas en cada boca de salida independientemente, al igual que en los modelos de columna húmeda. Son válvulas de compuerta o de asiento con accionamiento de volante, están construidas en latón, bronce o acero inoxidable y el cierre se realizará entre 10 y 15 vueltas; ofrecerá una máxima resistencia al giro de 200N/m. con sentido horario.



3. Bocas de conexión: Con dos únicos calibres posibles y dispondrán para su enlace de los siguientes racores:

- 2 tomas modelo Barcelona de 70 mm. según UNE 23400-82/3 1R
- 1 única toma modelo rosca de 100mm. según UNE 23400-82/4

4. Arqueta con tapa: Será de fundición dúctil o gris, aunque puede emplearse otros materiales de similares propiedades mecánicas y resistencia a la corrosión.

La distancia mínima entre las válvulas y la base de la brida de conexión será de 230 mm

1.4. Caseta de material auxiliar

En una instalación de red de hidrantes los equipos auxiliares y material de uso para el hidrante, como lanzas, mangueras, llaves para el accionamiento de los hidrantes, etc., se ubican en el interior de casetas de fácil acceso y que se localizan fácilmente. Son las denominadas casetas de material auxiliar.

Esta caseta tendrá amplitud suficiente para permitir la colocación ordenada de los materiales y equipos. Su interior se encontrará seco y bien ventilado para evitar humedades, además de hallarse elevado del suelo sobre una peana y a una altura que facilite su acceso. Estará construida en material resistente a la intemperie y si es metálica dispondrá de un tratamiento anticorrosivo.



En el interior de cada caseta, encontramos los siguientes elementos:

Mangueras: Según norma UNE 23091-90/2A 2R para servicio ligero, o bien la UNE 23091-81/2B para servicio duro.

- o 1 tramo de 15 metros de manguera de 70 mm.
- o 2 tramos de 15 metros de manguera de 45 mm.

Lanzas: Serán de tres efectos, o sea proyección en chorro, proyección en pulverización y cierre, aunque existen modelos que disponen de un cuarto efecto, como es la cortina de agua que se utiliza para la protección de las personas. Las lanzas estarán construidas con materiales suficientemente resistentes a los esfuerzos mecánicos y a la corrosión. Dentro de la caseta encontramos las siguientes lanzas:

- o 1 lanza de 70 mm.
- o 2 lanzas de 45 mm.

Accesorios:

- o 1 Bifurcación de 70 mm. a 2 de 45 mm. con válvulas en ambas salidas.
- o 1 Reducción de conexión de 70 mm. a 45 mm.
- o 1 Llave de accionamiento del hidrante, para abrir el agua.

Accesorios recomendables: En ciertas industrias y actividades, además pueden ser necesarios los siguientes elementos:

- o Lanzas de espuma.
- o Bidones de espumógeno.
- o Hachas, y otras herramientas.
- o Cascos, equipos de respiración y otros elementos de protección personal.

El número de casetas será el mismo que el de salidas de 70 mm. que se haya proyectado utilizar en función del tipo de riesgo. La distancia máxima a recorrer desde cualquier hidrante a una caseta será de 40 metros.

2. Proyecto y diseño

2.1. Emplazamiento

Se aplicarán los criterios indicados en la RSCIEI y en la regla Técnica para Instalaciones de Columnas Hidrantes al Exterior de los Edificios, R.T.2.- CHE de CEPREVEN. En cuanto a los equipos y materiales se emplearán los descritos anteriormente.

El número de salidas de 70 mm. se calcularán en función a las siguientes dos tablas, extraídas del nuevo RSCIEI, (Reglamento de Seguridad Contra incendios en los establecimientos industriales):

Tabla 1

Hidrantes exteriores en función de la configuración de la zona, su superficie contruida y su nivel de riesgo intrínseco

Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector o área de incendio	Riesgo intrínseco		
		Bajo	Medio	Alto
A	≥ 300	NO	SI	No admitido
	≥ 1000	SI	SI	
B	≥ 1000	NO	NO	SI
	≥ 2500	NO	SI	SI
	≥ 3500	SI	SI	SI
C	≥ 2000	NO	NO	SI
	≥ 3500	NO	SI	SI
D o E	≥ 5000	SI	SI	SI
	≥ 15000	SI	SI	SI

Además su implantación deberá cumplir los siguientes requisitos, según se indica en el citado reglamento:

1. La zona protegida por cada hidrante será la cubierta por un radio de 40 metros, medidos horizontalmente desde el emplazamiento del hidrante.
2. Al menos un hidrante (situado, a ser posible, en la entrada) deberá tener una salida de 100 mm.
3. La distancia entre el emplazamiento de cada hidrante y el límite exterior del edificio o zona protegida, medida perpendicularmente a la fachada, debe ser al menos de cinco metros. Si existen viales que dificulten cumplir con estas distancias, se justificarán las realmente adoptadas.
4. Cuando por razones de ubicación, las condiciones locales no permitan la realización de la instalación de hidrantes exteriores deberá justificarse razonada y fehacientemente.

2.2. Caudal requerido y autonomía

Las necesidades de agua para proteger cada una de las zonas (áreas o sectores de incendio) que requieren un sistema de hidrantes se harán de acuerdo con los valores de la siguiente tabla:

Tabla 2

Necesidades de agua para hidrantes exteriores

Configuración del establecimiento Industrial	Nivel de riesgo intrínseco					
	Bajo		Medio		Alto	
Tipo	Caudal (l/min)	Autonomía (min)	Caudal (l/min)	Autonomía (min)	Caudal (l/min)	Autonomía (min)
A	500	30	1000	60	No admitido	
B	500	30	1000	60	1000	90
C	500	30	1500	60	2000	90
D y E	1000	30	2000	60	3000	90

Notas

1. Cuando en un establecimiento industrial, constituido por configuraciones de tipo C, D o E, existan almacenamientos de productos combustibles en el exterior, los caudales indicados en la tabla se incrementarán en 500 litros / minuto.
2. La presión mínima en las bocas de salida de los hidrantes será de 5 bars, cuando estén descargando los caudales indicados.
3. Para establecimientos para los que por su ubicación esté justificada la no realización de una instalación específica, si existe red pública de hidrantes, deberá indicarse en el proyecto la situación del hidrante más próximo y la presión mínima garantizada.

La red se proyectará y construirá en anillo cerrado, salvo casos de imposibilidad manifiesta, se intercalarán válvulas de seccionamiento en el anillo, para asegurar el máximo rendimiento y eficacia del abastecimiento en caso de avería o rotura de parte del anillo.

Las tuberías se dispondrán preferentemente enterradas, aunque será imprescindible en los siguientes tres casos:

1. Cuando exista riesgo de congelación del agua.
2. Donde se puedan recibir golpes o esfuerzos mecánicos por acciones externas.
3. Cuando discurra la red por terrenos ajenos a la propiedad, bien sea de uso público o vecinal.

En todos estos casos, la tubería deberá enterrarse a la profundidad suficiente que será en función de las cargas previstas que debe soportar, la calidad de la tubería, la clase de terreno y las temperaturas extremas en invierno.

2.3. Canalizaciones

La red de tuberías deberá calcularse hidráulicamente para poder suministrar un caudal mínimo de 500 litros/minuto a una presión mínima de 7 Kgs./cm², multiplicado por el número de salidas de 70 mm. que se hayan previsto utilizar en el riesgo a proteger.

Los tipos de tuberías más habitualmente utilizadas son:

- Tubería de acero protegida contra la corrosión.
- Tubería de fundición dúctil.
- Tubería de fibra de vidrio.
- Tubería de polietileno de alta densidad o similares.

Este último tipo de tubería es la más utilizada últimamente, por razones de economía y facilidad de montaje. Describimos a continuación algunas características técnicas de la **tubería de polietileno**:



Ventajas: Estas tuberías ofrecen mayores alternativas de diseño garantizando una larga vida útil, economía en instalación y equipos, minimizando los costos de mantenimiento, cuando las condiciones de operación estén dentro de las capacidades de temperatura y presión del material.

Cuando se comparan con materiales tradicionales, los sistemas de tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE) ofrecen significativos ahorros en los costos de instalación y equipamiento, mayor libertad de diseño, bajo costo de mantenimiento y una larga vida útil para la mayoría de estos sistemas. Estos beneficios, ventajas y oportunidades de disminución de costos se derivan de las propiedades y características únicas de las tuberías de HDPE.

Resistencia química: Para todos los propósitos prácticos, las tuberías de HDPE son químicamente inertes. Existe sólo un número muy reducido de fuertes productos químicos que podrían afectarles. Los elementos químicos naturales del suelo no pueden atacarlas o causarles degradación de ninguna forma. El HDPE no es conductor eléctrico, por lo cual no resultan afectadas por la oxidación o corrosión de acción electrolítica. No permiten el crecimiento, ni resultan afectadas por algas, bacterias u hongos y son resistentes al ataque biológico marino.



Servicio a largo plazo: La vida útil estimada tradicionalmente para las tuberías de HDPE es superior a 50 años para el transporte de agua a temperatura ambiente (20°C). Para cada aplicación en particular, las condiciones de operaciones internas y externas pueden alterar la vida útil o cambiar la base de diseño recomendada para alcanzar la misma vida útil. Estas conclusiones son respaldadas por más de veinte años de experiencia real.

Bajo peso: Las tuberías de HDPE pesan considerablemente menos que la mayoría de las tuberías de materiales tradicionales. Su gravedad específica es 0,950. Flotan en el agua. Son mucho más livianas que en concreto, el hierro o el acero, haciendo más fácil su manejo e instalación. Importantes ahorros se obtienen también en mano de obra y requerimientos profesionales de los equipos.

Condiciones de fricción: Debido a su gran resistencia química y a la abrasión, las tuberías de HDPE mantienen excelentes propiedades de deslizamiento durante su vida útil. Gracias a sus paredes lisas

y a las características de impermeabilidad, es posible obtener una mayor capacidad de flujo y mínimas pérdidas por fricción. Para los cálculos de flujo bajo presión, se utiliza comúnmente un factor «C» de 150 para la fórmula de Hazen-Williams. Cuando el flujo es gravitacional, se utiliza un factor «n» de 0,009 para la fórmula de Manning.

Sistemas de unión: Las tuberías de HDPE se pueden unir mediante termofusión por soldadura a tope o bien por electrofusión. El sistema de soldadura a tope es reconocido en la industria como un sistema de unión de bajo costo efectivo, de gran fiabilidad donde no se producen filtraciones ni pérdidas y las uniones son más resistentes que la propia tubería. Los distintos tramos de tuberías también pueden unirse por medios mecánicos, tales como bridas, enlaces de compresión o uniones ranuradas, pero no se pueden unir mediante disolventes o adhesivos.

Resistencia y flexibilidad: La gran resistencia de las tuberías de HDPE es una importante característica derivada de las propiedades químicas y físicas tanto del material como del método de extrusión. La tubería no es frágil, es flexible, por lo que puede curvarse y resistir cargas de impacto en un amplio rango de temperaturas. Esta resistencia y flexibilidad permiten a la tubería absorber las presiones, vibraciones y tensiones causadas por movimientos del terreno. Pueden deformarse sin daño permanente y sin efectos adversos sobre el servicio a largo plazo. Esto permite que sean instaladas sin problemas en terrenos con obstáculos, ya que pueden colocarse en forma serpenteada, respetando ciertas tolerancias de curvatura (radios mínimos). También se pueden colocar en zanjas estrechas, pues las uniones pueden efectuarse fuera de ella. La resistencia a la ruptura por tensiones ambientales es muy alta, asegurando que no hay ningún efecto en el servicio a largo plazo si se producen rayas superficiales de una profundidad no mayor a 1/10 del espesor durante la instalación. La resistencia extrema de las tuberías de HDPE es una de sus características excepcionales que permite innovar en el diseño de sistemas de tuberías.

Resistencia a la abrasión: Las tuberías de HDPE tienen un buen comportamiento en la conducción de materiales altamente abrasivos, tales como relaves mineros. Numerosos ensayos han demostrado que las tuberías de HDPE con respecto a las de acero tienen un mejor desempeño en este tipo de servicios en una razón de 4:1. Han sido probadas en la mayoría de las aplicaciones mineras, con excelentes resultados.

Estabilidad a la intemperie: Las tuberías de HDPE están protegidas contra la degradación que causan los rayos UV al ser expuestas a la luz directa del sol, ya que contienen un porcentaje de negro de humo, que además, le otorga el color negro a estas tuberías. El negro de humo es el aditivo más efectivo, capaz de aumentar las características de estabilidad a la intemperie de los materiales plásticos. La protección, que incluso niveles relativamente bajos de negro de humo imparten a los plásticos, es tan grande que no es necesario usar otros estabilizadores de luz o absorbedores de rayos UV. Si el negro de humo no es correctamente dispersado, algunas áreas permanecerán desprotegidas contra la exposición ambiental, convirtiéndose en puntos débiles donde el material se degradará más rápidamente. En estas áreas el material se torna frágil y podría ser el punto de partida para un fallo. Por lo tanto, es vital lograr una buena dispersión para una protección homogénea, lo cual se asegura cuando el negro de humo es adicionado en equipos apropiados para tal efecto. Ensayos de estabilidad indican que las tuberías de HDPE pueden estar instaladas o almacenadas a la intemperie en la mayoría de los climas por períodos de muchos años sin ningún daño o pérdida de propiedades físicas importantes.

Estabilidad ante cambios de temperatura: La exposición de las tuberías de HDPE a cambios normales de temperatura no causa degradación del material. Sin embargo, algunas propiedades físicas

y químicas de la tubería podrían cambiar si la temperatura es aumentada o disminuida. Para proteger el material contra la degradación a altas temperaturas que podría ocurrir durante la fabricación, almacenamiento o instalación, se utilizan estabilizadores que protegen el material contra la degradación térmica.

2.4. Distribución

Los hidrantes exteriores deben distribuirse en número suficiente y en la localización adecuada para concentrar el número necesario de chorros de manguera en cualquier punto del área a proteger, de acuerdo con la función prevista y la demanda de agua.

Su diseño estará basado en los siguientes principios:

- Los hidrantes deben rodear en anillo los edificios y riesgos exteriores a proteger. No obstante, esta exigencia puede eludirse si la anchura del riesgo y su geometría permiten una completa cobertura desde uno de sus lados.
- Se procurará que su ubicación se halle al abrigo de daños físicos y del paso de vehículos, tampoco debe verse afectado durante su uso del hipotético derrumbamiento de elementos constructivos o estructuras, así como de ser afectado por la acción del calor o el humo del propio incendio.

Un emplazamiento demasiado cercano impedirá su uso en caso de un importante incendio que afecte a la parte de fachada más cercana al hidrante. Por el contrario, si el hidrante se localiza muy alejado, tendremos dificultades para localizarlo y la fácil utilización de las mangueras conectadas.

- A efectos de una buena cobertura, la longitud de las mangueras más adecuada es de 15 metros. En caso necesario pueden enlazarse tramos de manguera hasta alcanzar una longitud máxima de 60 metros.
 - El radio de cobertura a considerar depende también del alcance del chorro de agua, en todas las direcciones posibles. Este alcance será al menos de 20 metros en los hidrantes exteriores.
 - Pueden preverse igualmente hidrantes para la protección interior de edificios industriales o de almacenaje. En este caso los hidrantes se situarán cerca de las aberturas de acceso. Este diseño puede llevar a una distribución irregular de los mismos, sin dejar de ser la distribución más adecuada.
- Σ
- En caso de espacios con largos muros ciegos de cerramiento (sin ventanas ni puertas de acceso), no tiene objeto el colocar hidrantes, a excepción de que la cubierta o el cerramiento no sean resistentes al fuego y se prevea, en el diseño de la protección, la necesidad de su refrigeración.
 - La separación entre hidrantes no debe ser superior a 70 metros, a excepción de lo expuesto en el punto anterior (muros ciegos).
 - En casos especiales (grandes plantas industriales, parques de almacenamiento de materiales con espacios inaccesibles, etc.) puede ser necesario instalar columnas de monitor o hidrantes preparados para el acoplamiento de monitores, para la obtención de una serie de chorros maestros fijos como base para el control del incendio previsible.

El aumento de la demanda de caudal, en previsión del uso de monitores, puede precisar un mayor diámetro de las tuberías del anillo. Para el cálculo de las pérdidas de carga que puede suponer este aumento de caudal nos basaremos en la siguiente fórmula, conocida como la Hazen-Williams:

$$P = \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \times 6,05 \times 10^5$$

Siendo:

P = Pérdida de carga por metro de tubería (bar)

Q = Caudal (l/min)

C = Constante en función del tipo de tubería:

Acero negro (tubería mojada) **120**

Acero galvanizado **120**

Cobre **140**

Fundición sin revestir **100**

Fundición revestida de cemento **130**

Fibro cemento **130**

P.V.C **140**

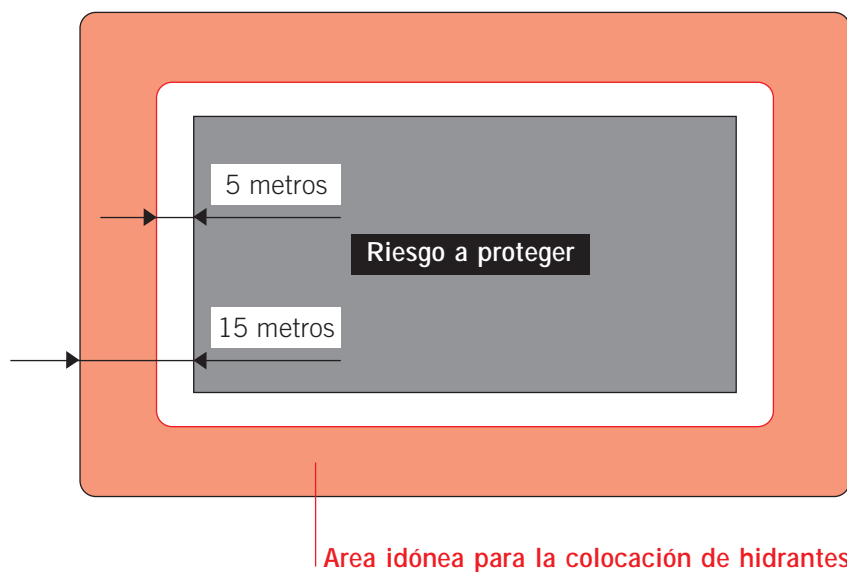
Polietileno **150**

d = Diámetro nominal interior del tubo (mm.)

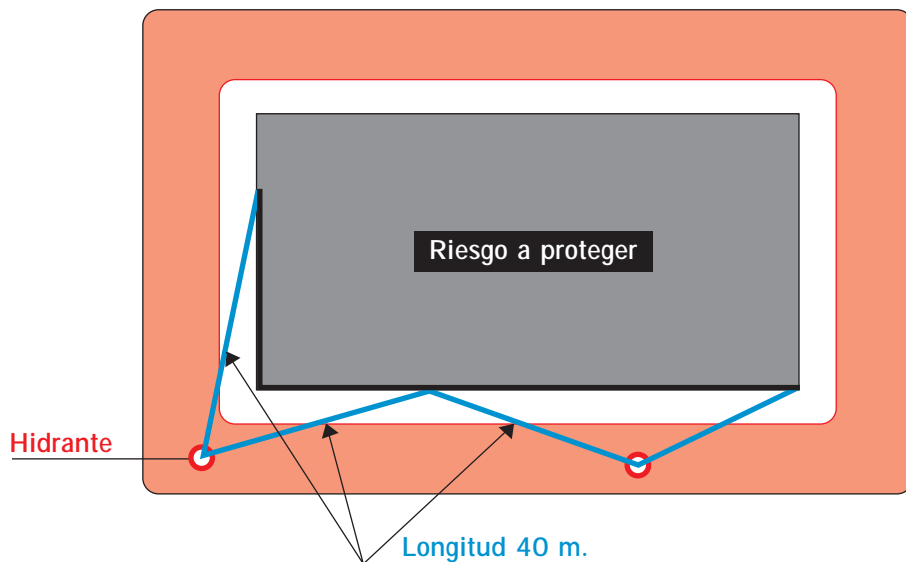
– El acceso a los hidrantes debe ser en todo momento, rápido, cómodo y libre de obstáculos.

La distribución se determinará de acuerdo con los siguientes criterios:

1. Los hidrantes se ubicarán a una distancia de la fachada comprendida entre 5 y 15 metros, medida perpendicularmente a la misma. No obstante, estas medidas pueden variar en función de las condiciones del área o trazado, como vías de circulación u otros condicionamientos ineludibles.



2. La distancia de cualquier punto de la fachada al hidrante será inferior a 40 metros, medida horizontalmente a nivel de rasante.



3. Los hidrantes estarán colocados de forma y manera que resulte fácil su localización y acceso, así como el armario de material que corresponde a cada hidrante.

3. Inspecciones periódicas y mantenimiento

3.1. Exigencias del RIPCI

El mantenimiento de los hidrantes es sencillo, pero es necesario unas periódicas verificaciones para asegurar que la instalación se encuentra en perfectas condiciones de servicio.

Los sistemas de Protección Contra Incendios, se caracterizan porque su instalación se hace con la expectativa de no ser utilizados más que en casos excepcionales. Por todo ello, si su instalación y correcto mantenimiento no satisfacen los requisitos necesarios para que sean eficaces durante su empleo, además de no ser útiles para el fin a que han sido destinados, crean una situación de inseguridad muy peligrosa, para personas y bienes. Se hace necesario, en consecuencia, establecer unas condiciones de control y conservación para lograr que su empleo, sea eficaz en caso de incendio.

El Real Decreto 1942/1993, de 5 de Noviembre, aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI), donde se establece, entre otros requisitos, la obligatoriedad de unas revisiones periódicas en este tipo de instalaciones. Estos servicios deberán realizarse, en mayor frecuencia por los propios usuarios de la instalación y con la ayuda de una empresa debidamente homologada, al menos una vez al año, tal como indicamos en el siguiente cuadro:

3.2. Programa de mantenimiento

Operaciones a realizar por el personal del titular de la instalación

Cada tres meses:

- Comprobar la accesibilidad a su entorno y la señalización en los hidrantes enterrados.
- Inspección visual comprobando la estanqueidad del conjunto.
- Quitar las tapas de las salidas, engrasar las roscas y comprobar el estado de las juntas de los racores.

Cada seis meses:

- Engrasar tuerca de accionamiento o rellenar la cámara de aceite del mismo.
- Abrir y cerrar el hidrante, comprobando el funcionamiento correcto de la válvula principal y del sistema de drenaje.

Operaciones a realizar por personal especializado de una empresa debidamente homologada

Cada año:

- Limpieza general de todos los componentes, procediendo a desarrollar las mangueras en toda su longitud.
- Comprobar que el hidrante está correctamente señalado y es perfectamente visible.
- Mantener la zona alrededor del hidrante limpia de nieve y rastros, así como de obstáculos que dificulten el acceso y conexión de las mangueras.
- Comprobar el correcto funcionamiento del volante de apertura. En hidrantes de columna seca comprobar el correcto drenaje, así como la presencia de agua o hielo en el interior.
- Comprobar que todas las salidas disponen de tapa y que están perfectamente impermeabilizadas.
- Lubricar las roscas de las bocas de salida, de las tapas y los vástagos de las válvulas.
- Examinar la columna para detectar posibles fisuras.
- Mantener bien pintado el hidrante, evitando que la acumulación de pintura impida la fácil apertura de las bocas o el funcionamiento de los vástagos de las válvulas.
- Comprobar que no existen fugas en las conducciones de agua en las cercanías del hidrante.
- Examinar el buen estado de la caseta de material auxiliar y el correcto funcionamiento de la puerta de la caseta.
- Comprobación del estado y buen servicio de las fuentes de abastecimiento de agua.
- Realizar una prueba completa de funcionamiento desde el hidrante situado en el punto hidráulicamente más desfavorable de la red, comprobando los caudales y presiones de diseño y estando en funcionamiento el número total de salidas requerido en la Tabla 2, o sea en función del riesgo.

Cada 5 años:

1. Las mangueras deben ser sometidas a una presión de prueba de 15 Kgs./cm².
-

3.3. Verificación y registro

Las operaciones detalladas en el cuadro anterior deben realizarse periódicamente, según se exige en el Apéndice 2 del **RIPCI** y del que destacamos los siguientes puntos:

1. Los materiales de protección contra incendios se someterán al programa mínimo de mantenimiento que se establece en las Tablas I y II (de dicho Reglamento).
2. Las operaciones de mantenimiento recogidas en la Tablas I serán efectuadas por personal de un instalador o un mantenedor autorizado, o por el personal del usuario o titular de la instalación.
3. Las operaciones de mantenimiento recogidas en la Tabla II serán efectuadas por personal del fabricante, instalador o mantenedor autorizado para los tipos de aparatos, equipos o sistemas de que se trate, o bien por personal del usuario, si ha adquirido la condición de mantenedor por disponer de medios técnicos adecuados, a juicio de los servicios competentes en materia de industria de la Comunidad Autónoma.
4. En todos los casos, tanto el mantenedor como el usuario o titular de la instalación, conservarán constancia documental del cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo, indicando como mínimo: las operaciones efectuadas, el resultado de las verificaciones y pruebas, y la sustitución de elementos defectuosos que se hayan realizado. Las anotaciones deberán llevarse al día y estarán a disposición de los servicios de inspección de la Comunidad Autónoma correspondiente.

3.4. Señalización

La ubicación de los hidrantes deberá señalizarse de acuerdo con las especificaciones establecidas en la Norma **UNE 23033**.

4. Guía para el diseño

Con objeto de facilitar la aplicación de las presentes recomendaciones y descripciones técnicas, se indica a continuación el proceso lógico a seguir para conseguir la adecuada protección con Hidrantes:

A. Evaluación de la necesidad de hidrantes, para un riesgo determinado:

- 1º. Calcular el "Riesgo Intrínseco" en aplicación de los criterios y fórmulas indicadas en el RSCIEI: **BAJO/MEDIO/ALTO**.
- 2º. Determinar la configuración de la zona de incendio: **A, B, C, D o E**.
- 3º. Aplicar la **Tabla 1**, donde se indica en función a la superficie del riesgo, si se precisa o no de red de hidrantes.

B. Determinación del número de salidas de 70 mm. a considerar en un riesgo:

- 4º. Acudir a la **Tabla 2** para determinar los caudales mínimos precisos.
- 5º. El número de salidas de 70 mm. se obtendrá dividiendo los caudales exigidos por 500 l./min.
- 6º. En esta tabla también obtendremos el tiempo de autonomía mínimo, que multiplicado por el caudal, nos determinará la reserva de agua necesaria en caso de que el abastecimiento se haga utilizando depósitos.

C) Emplazamiento y distribución:

7º. Aplicar los criterios indicados en el punto 2.4, tanto para los hidrantes como para las casetas de material auxiliar.

5. Normas para la consulta

5.1. Norma UNE de los materiales

Los materiales y equipos cumplirán la norma UNE, según el siguiente listado:

UNE 23091-89/1

Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 1: generalidades.

UNE 23091-81/2A 2R

Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios.

Manguera flexible plana para servicio ligero, de diámetros de 45 mm. y 70 mm.

UNE 23091-81/2B 1R

Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios.

UNE 23091-81/2B 1R

Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 2b: manguera flexible plana para servicio duro, diámetros 25, 45, 70, 100 mm.

UNE 23091 - 90/4 1R

Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 4: descripción de procesos y aparatos para pruebas y ensayos.

UNE 23400-82/2 1R

Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 45 mm.

UNE 23400-82/3 1R

Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 70 mm.

UNE 23400-82/4

Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 100 mm.

UNE 23400-90/5

Material de lucha contra incendios. Racores de conexión. Procedimiento de verificación.

UNE 23405-90

Hidrante de columna seca.

UNE 23406-90

Hidrante de columna húmeda

UNE 23407-90

Hidrante bajo nivel de tierra.

2.7

Protección activa
Hidrantes

**COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA**

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona

Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net
www.cetib.net



**Servei de Visat
Serveis Col·legials
Col·legiació**



2.8

Protección activa

Columna seca



COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA

MANUAL
Seguridad
contra incendios

Protección activa
2.8 Columna seca

Autor
Redacción:
Josep Maria Rebull i Gràcia

Revisión:
Comisión de Medio
Ambiente,
Energía y Seguridad
Área de incendios

Edición
Octubre 2006

Edita
Colegio de Ingenieros
Técnicos Industriales
de Barcelona

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona
Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.org

Coordinación
David Altimira de Maria

Propuesto por
Comisión de Medio
Ambiente,
Energía y Seguridad
Área de incendios

Corrección y asesoramiento
lingüístico
Traducciones Lexic

Diseño gráfico
Georgina Miret

Fotografías
Cedidas por:
Almesa
Marioff Hi-Fog SA

2.8

Protección activa
Columna seca

Índice

1.	Materiales	4
2.	Proyecto y diseño	6
3.	Inspecciones periódicas y mantenimiento	15
4.	Reglamentación UNE	15

Instalación destinada para uso exclusivo de bomberos. Se trata de un montante de tubería de acero galvanizada de 80 mm. de diámetro (3"), vacía de agua que partiendo de una toma de alimentación en la fachada en la planta baja, asciende o desciende por la caja de la escalera con tomas de agua en los rellanos de los pisos.

Su utilización en caso de incendio consiste en facilitar el abastecimiento del agua, soportando la presión y caudal que los bomberos introduzcan desde la toma de alimentación en la fachada (IPF-41). En las plantas podrán utilizar sus mangueras para la extinción del incendio, al conectarlas a las tomas de salida en los rellanos de escalera previstas. (IPF-39 / IPF-40).

Las columnas secas, se construye con tubería de acero galvanizado, en las que se disponen de hidrantes normalizados con boca siamesas dobles de 45 mm.; incorporan válvula y record normalizado modelo Barcelona y son para uso exclusivo de bomberos.

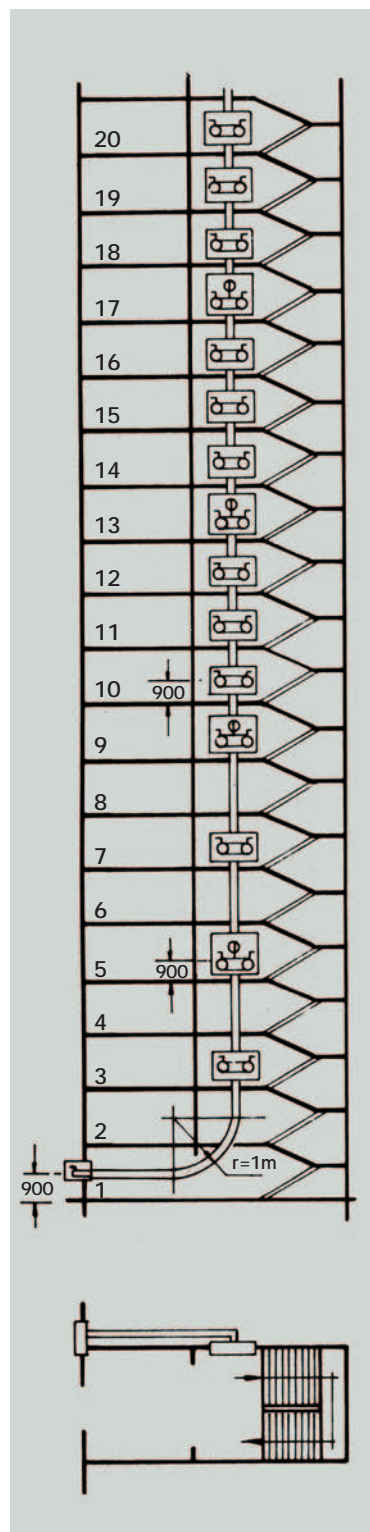
En efecto, la dificultad para trabajar y avanzar sobre el fuego en edificios altos, hizo aparecer la obligatoriedad en la Normativa, que exigía la instalación de éstos hidrantes de pared, en todas las edificaciones que superaran los 24 metros de altura.

La columna seca se compone de una toma de fachada en la calle, con la inscripción "USO EXCLUSIVO DE BOMBEROS" en la tapa. Dentro de la arqueta de fachada encontramos una toma siamesa, o sea dos racores con válvula de cierre de 70 mm. cada una, para que el Servicio de Bomberos pueda inyectar agua desde el coche bomba.

Una vez la columna está llena de agua, se puede empalmar en ella, desde cada planta, las mangueras para combatir el fuego, después de abrir la válvula de paso correspondiente.

Anteriormente a la aparición de la Columna Secas se suministraba el agua necesaria a los distintos niveles directamente con mangueras desde la calle resultando muy aparatoso y poco práctico cuando ésta estaba llena de agua, debido a su excesivo peso. El calibre de la tubería esta normalizado en todo su recorrido y es de 80 mm. (3") de diámetro. La calidad de esta tubería será preferentemente de acero estirado DIN2440 sin soldadura y galvanizada.

La cerradura de las arquetas está estandarizada tipo cuadradillo para permitir su uso por cualquier Servicio de Bomberos español.



1. Materiales

Los elementos integrantes de una columna seca según Normativas son tres:

1.1. Boca de salida en pisos IPF39, compuesta por:

- Válvula siamesa con toma roscada interior de 70 mm. (2 1/2" rosca gas) para la conexión a la columna general de acometida vertical de 80 mm. (3"), con dos salidas de 45 mm. con racor tipo Barcelona y tapón con cadenilla, más dos válvulas de cierre de 1/4 de vuelta tipo esfera, con palanca.
- Hornacina de 55 cm. de anchura, por 35 cm. de altura y 30 cm. de profundidad.



- Marco metálico cromado con cristal de 3 mm. con inscripción "USO EXCLUSIVO de BOMBEROS" en letra roja, con bisagras en la parte inferior que permitan su total abatimiento, dispone de cierre de resbalón simple, practicable mediante llave de cuadradillo de 8 mm.

1.2. Boca de salida cada 4 pisos tipo IPF40, compuesta por:

- Llave de seccionamiento tipo esfera de 80 mm. (3"), de cierre por accionamiento de 1/4 de vuelta, con palanca incorporada. Se hallará situada en la columna, por encima de la conexión siamesa y alojada en la misma hornacina.
- Válvula siamesa con toma roscada interior de 70 mm. (2 1/2" rosca gas) para la conexión a la columna general de acometida vertical de 80 mm. (3"), con dos salidas de 45 mm. con racor tipo Barcelona y tapón con cadenilla, más dos válvulas de cierre de 1/4 de vuelta tipo esfera, con palanca.



- Hornacina de 55 cm. de anchura, por 35 cm. de altura y 30 cm. de profundidad.
- Marco metálico cromado con cristal de 3 mm. con inscripción "USO EXCLUSIVO de BOMBEROS" en letra roja, con bisagras en la parte inferior que permitan su total abatimiento, dispone de cierre de resbalón simple, practicable mediante llave de cuadradillo de 8 mm.

1.3. Toma de alimentación en fachada, compuesta por:



- Válvula siamesa con toma roscada interior de 80 mm. (3" rosca gas) para la conexión al inicio de la columna general de acometida vertical, con dos salidas de 70 mm. al exterior con racor tipo Barcelona y tapón con cadenilla, más dos válvulas de cierre de 1/4 de vuelta tipo esfera, con palanca.
- Llave de purga, con diámetro mínimo de 25 mm., para el vaciado de la columna una vez utilizada.

- Hornacina de 55 cm. de ancho por 40 cm. de alto y 30 cm. de profundidad, con tapa metálica pintada de color blanco y con la inscripción “USO EXCLUSIVO de BOMBEROS” en letra roja, con bisagras en la parte inferior que permitan su total abatimiento, dispone de cierre de resbalón simple, practicable mediante llave de cuadradillo de 8 mm.

1.4. Distribuidor

Es la pieza o elemento menos importante o exigible. Construido con el mismo tipo de tubo de 80 mm. de la columna, es la curva de 90° que enlaza la toma de fachada IPF-41 con el montante de la columna. La norma exige, sin justificación demostrada, que el radio de dicha curva será de 1 metro como mínimo.

1.5. Columna

Construido verticalmente mediante tubo de 80 mm. de acero estirado sin soldadura, de calidad DIN 2440 St.37.0 galvanizado en caliente.

El galvanizado consiste en aplicar un revestimiento de cinc a una pieza metálica, con el fin de protegerla de la oxidación además de mejorar su apariencia.

1.6. Instalación y montaje de la columna.

Como hemos dicho anteriormente la instalación se realizará mediante tubo de acero galvanizado en caliente, o sea que no podrán realizarse las uniones de los distintos tramos de tubería mediante sistemas de soldadura en todas sus variantes, eléctrica o autógena, ya que este proceso supone la desaparición de la capa protectora del galvanizado en toda la línea de soldadura, perdiéndose las cualidades contra la corrosión que se exige en todo el trazado.

La técnica mayormente aplicada, en estos montajes, es la de enlaces mediante tubería ranurada, que ha demostrado ser finalmente el sistema más práctico y económico para este tipo de instalaciones. Estos acoplamientos resisten a la presión, al vacío y a los esfuerzos externos, de tal forma y manera que reducen la necesidad de emplear soportes especiales, juntas de dilatación, etc.

2. Proyecto y diseño

2.1. Según CTE

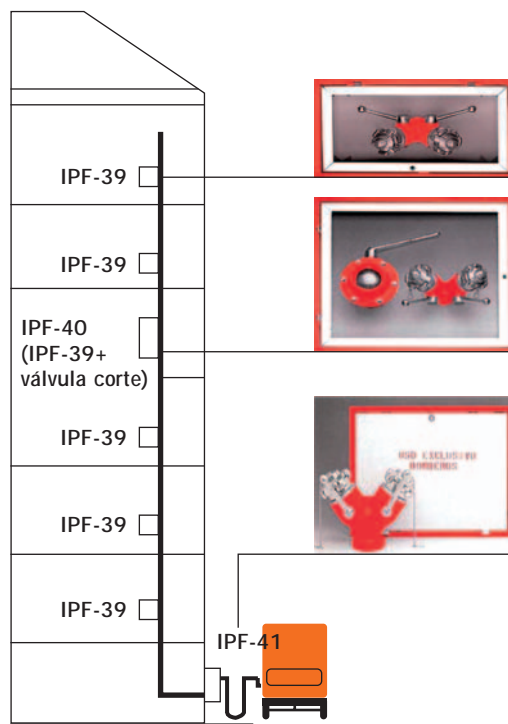
La norma determina claramente que columna seca es una conducción de agua, en principio vacía, que partiendo de la fachada en planta baja discurre por la escalera del edificio con tomas de agua en diversas plantas y que estarán dotados con una instalación de columna seca todos los edificios o establecimientos cuya altura de evacuación sea mayor que 24 metros.

Un mismo edificio contará con un suficiente número de columnas secas para que los recorridos desde cualquier salida de evacuación, hasta localizar una toma o boca de salida, sean menor a 60 metros. Las bocas de salida estarán situadas en recintos de escalera o vestíbulos previos a ellas.

En edificios hospitalarios estarán dotados con una instalación de columna seca los edificios cuya altura de evacuación sea mayor que 15 metros.

Los garajes o aparcamientos con más de tres plantas bajo rasante o con más de cuatro por encima de la rasante estarán dotados de instalación de columna seca, con tomas en todas las plantas.

Inyección de agua desde motobomba



2.2. Ubicación

1. La toma de alimentación (IPF-41) se localiza en la fachada del edificio, con las bocas de alimentación a 90 centímetros del suelo y en un emplazamiento accesible al servicio de bomberos. Si no puede ubicarse en el acceso principal se señalizará adecuadamente según indica la norma UNE de "Seguridad contra incendios y señalización" número: **23033-81/1**.

2. Las bocas de salidas en pisos (IPF-39) se dispondrán solo en las plantas pares hasta la octava, pero en todas ellas a partir de esta. Se debe recordar que cada cuatro plantas se localiza una llave de seccionamiento de la columna general de 3 pulgadas, por lo que estas bocas de salida de pisos serán entonces del tipo IPF-40 (boca de salida + llave de 3"). Las bocas de salida o de conexión se hallarán a 90 centímetros del suelo y en un espacio accesible desde el rellano.

2.3. Montaje

Acoplamiento de tubo de extremos ranurados.

La exigencia por Normativa de usar tubería galvanizada, impide el uso de uniones de tubería mediante soldaduras al destruirse la capa de zinc por la temperatura alcanzada al soldar o también no ser viable económicamente su montaje inicial con tubería en negro embreada, y posteriormente enviarla a un servicio de galvanizado en caliente para finalmente su definitivo montaje en obra.

Como medida más práctica y económica, actualmente se utiliza de forma generalizada los acoplamientos para tubo con extremos ranurados, este producto incorpora una ranura donde se acopla un accesorio de cierre hermético previamente galvanizado, formando una junta de autosujeción. Este acoplamiento de hierro contiene un sello moldeado con elastómeros sintéticos flexibles.

El sistema requiere menos pernos que las conexiones a brida y no presenta peligro alguno de fugas, soportando presiones de hasta 75 bars. Además, el sistema incluye componentes para adaptarse a la mayoría de las necesidades en el montaje de la tubería.

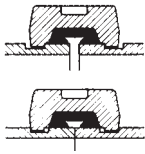
Los acoplamientos de extremo ranurado se usan en sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC); fontanería e instalaciones contra incendios y para procesos de construcción comercial, minería e industriales; en tratamientos de agua potable y aguas de desecho; en operaciones en campos petroleros, plantas de generación de energía y aplicaciones militares.

En resumen, el sistema permite un ahorro total de costos de instalación del 10 al 30 por ciento, tiene un ámbito de aplicación muy amplio y permiten obtener importantes ventajas técnicas y económicas. Este sistema resiste a la presión, al vacío, y a los esfuerzos externos, de tal forma que reducen la necesidad de emplear soportes especiales, juntas de dilatación, etc.

Aparte de su aplicación en columna seca, es ampliamente utilizado para instalaciones de equipos de manguera (BIE) y rociadores (Sprinklers), con enormes ventajas de aplicación en las tuberías de calibre igual o superior a 50 mm. de diámetro (2"). Para diámetros inferiores, continua siendo igualmente válido y económico el tradicional sistema de unión con tubería roscada y accesorio maleable.

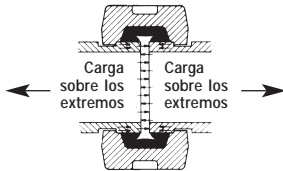
Dimensiones de las ranuras por laminación (embutidas)													
DN en Pulg.	DN en Pulg.	Díametro exterior del tubo O.D	Presión máxima de ejercicio	Carga axial máxima de seguridad	Distancia variable entre los extremos de los tubos min-max	Desviación máxima de eje de tubo del tubo	Dimensiones del acoplamiento		Tornillos y tuercas	Llave			
(mm)	(mm)	mm	bar	Kgf	mm	Respecto a la junta en	X	Y	Z	Nº piezas	Dimensión tornillo MxL	mm	
						grados	mm/ metro						
7" (25)	1" (25)	33,7	68	614	0-1,6	2°43'	47,5	63,5	104	47,6	2	10x55	16
1 1/4 (32)	1 1/4 (32)	42,4	68	918	0-1,6	2°10'	37,7	69,9	101,6	47,6	2	10x55	16
1 1/2 (40)	1 1/2 (40)	48,3	68	1.286	0-1,6	1°53'	32,9	76,2	108	47,6	2	10x55	16
2" (50)	2" (50)	60,3	68	2.009	0-1,6	1°30'	26,3	92,1	149,2	47,6	2	12x70	22
2 1/2 (65)	2 1/2 (65)	76,1	68	2.944	0-1,6	1°14'	21,7	108,0	161,9	47,6	2	12x70	22
3" (80)	3" (80)	88,9	68	4.364	0-1,6	1°01'	17,9	123,8	181	47,6	2	12x70	22
4" (100)	4" (100)	114,3	68	7.214	0-3,2	1°35'	27,8	158,8	219,1	50,8	2	16x90	24
5" (125)	5" (125)	139,7	68	11.025	0-3,2	1°17'	22,5	184,2	266,7	50,8	2	20x110	30
6" (150)	6" (150)	168,3	68	15.637	0-3,2	1°05'	18,9	219,1	298,5	50,8	2	20x110	30
8" (200)	8" (200)	219,1	54	21.202	0-3,2	1°20'	14,5	279,4	365,1	60,3	2	22x130	32
10" (250)	10" (250)	273	54	32.937	0-3,2	0°40'	11,6	333,4	431,8	66,7	2	1" x5 1/2 **	36
12" (350)	12" (350)	323,9	54	46.333	0-3,2	0°33'	9,7	393,7	485,8	66,7	2	1" x6 **	36
14" (350)	14" (350)	355,6	20	20.948	0-3,2	0°31'	9	409,6	520,7	76,2	2	1" x6 **	36
16" (400)	16" (400)	406,4	20	27.361	0-3,2	0°27'	7,8	460,4	581	76,2	4	1" x5 1/2 **	36
18" (450)	18" (450)	457,2	20	34.629	0-3,2	0°24'	7	536,6	644,5	79,4	4	1" x5 1/2 **	36
20" (500)	20" (500)	508	20	42.752	0-3,2	0°22'	6,2	584,2	717,6	79,4	4	1 1/8 x 5 1/2"	46
24" (600)	24" (600)	609,6	20	61.563	0-3,2	0°18'	5,2	658,8	822,3	79,4	4	1 1/8 x 5 1/2"	46

Particularidades técnicas



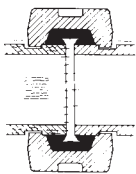
Rigidez y Flexibilidad

Existen acoplamientos rígidos y flexibles. Los acoplamientos flexibles permiten la dilatación de las tuberías debidos a cambios de temperatura. La necesidad de instalar juntas de dilatación puede eliminarse o reducirse.



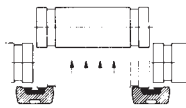
Autobloqueo

Los acoplamientos se ensamblan en las ranuras circulares e impiden que por efecto (dentro de los límites de la presión de funcionamiento) o por la acción de otras fuerzas, los extremos de los tubos puedan separarse.



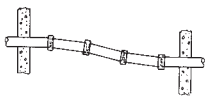
Ruidos y vibraciones

La junta de elastómero y el juego previsto de los acoplamientos ayudan a aislar y a amortiguar los ruidos y las vibraciones, limitando su transmisión.



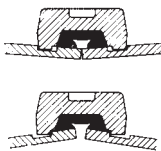
Fácil montaje

Los acoplamientos se desmontan fácilmente para permitir el mantenimiento de la instalación. En las instalaciones que transportan fluidos o barros abrasivos posibilitan la rotación de las tuberías para obtener una vida mas larga de la instalación.



Flexión fuera del eje

La flexibilidad de los acoplamientos permite compensar las desalineaciones debidas al paso a través de muros o suelos. Así mismo, permiten realizar pendientes para drenaje y ubicar tuberías sobre terrenos irregulares, permitiendo ligeras separaciones hacia cualquier dirección.



Esfuerzos mecánicos

La flexibilidad de los acoplamientos permite absorber movimientos causados por los asentamientos del terreno o por temblores sísmicos, evitando el esfuerzo mecánico de los tubos.

Método de Conexión

Cuerpo (A) flexible o rígido

El cuerpo del acoplamiento permite un montaje de centraje automático en el tubo. El cuerpo contiene y sujeta la junta, asegurando una perfecta estanqueidad de la presión interna de la tubería.

Los bordes del cuerpo se acoplan a las ranuras que se encuentran en los extremos de los tubos impidiendo su separación causada por efecto de la presión interna. Los acoplamientos flexibles permiten un cierto juego entre los 4 bordes del cuerpo y las ranuras de los tubos y quedan bloqueados en la posición de apretado. Los cuerpos están totalmente barnizados con pintura anticorrosiva para ser utilizados en condiciones normales. El barniz proporciona una protección adecuada contra la corrosión atmosférica normal. En caso de corrosión elevada existen acoplamientos galvanizados en caliente.

Junta (B)

La junta, en forma de C, ofrece una estanqueidad segura que se auto ajusta a la presión existente en el interior de la tubería tanto en condiciones de presión como en vacío. El diámetro de la junta y la forma de sus rebordes le permiten sujetar el tubo y facilitar la estanqueidad necesaria. La cavidad de la junta funciona como depósito de presión. La presión existente en la tubería actúa dentro de la cavidad, aumentando la compresión y reforzando la estanqueidad.

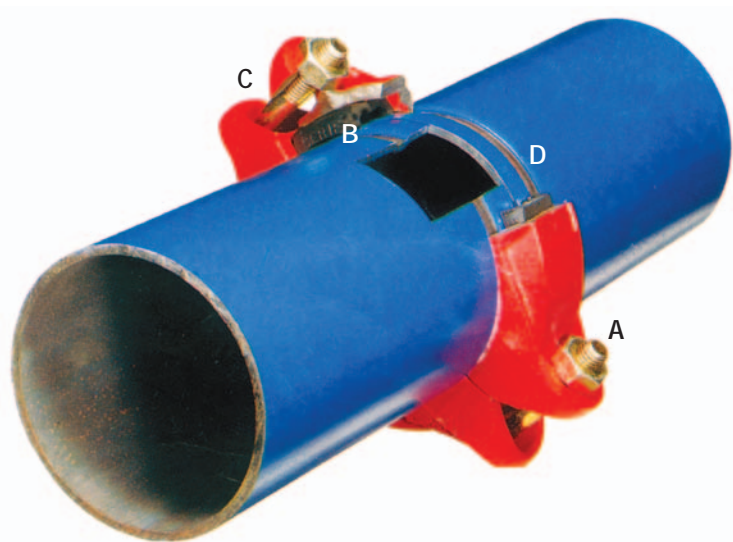
En las tuberías en vacío la junta reacciona frente a la presión negativa, aumentando la compresión y por consiguiente mejorando la estanqueidad.

Tornillos y tuercas (C)

Los dos bastidores que constituyen el cuerpo del acoplamiento se hallan unidos a través de tornillos templados, de cabeza redonda, con cuello ovalado. El cuello ovalado evita la rotación del tornillo durante la sujeción de la tuerca, lo que permite operar con una sola llave.

Extremos ranurados (D)

Los extremos de los tubos deben ser rasurados. La ranura puede ser laminada (embutida) o mecanizada (con extracción de material). Los bordes del cuerpo se acoplan a las ranuras formando un acoplamiento mecánico que impide la separación de los tubos causada por los efectos de la presión interior. Los diámetros de las ranuras tienen que tener unas dimensiones predeterminadas a fin de obtener del acoplamiento una perfecta prestación.



Instrucciones para la instalación



1

Control de las ranuras de los tubos

No debe realizarse las ranuras demasiado rápidas para evitar el abocardado de los tubos, que deben continuar siendo cilíndricos. Controlar la profundidad de la ranura, así mismo su distancia desde el extremo del tubo. Controlar que el trabajo haya sido realizado con cuidado y que la superficie final de los tubos sea lisa y no ovalada. Asegurarse que no existen surcos, rebabas u otras irregularidades que podrían comprometer la estanqueidad.



2

Control de la junta y lubricación correspondiente

Controlar que el tipo de junta utilizado sea compatible con la naturaleza y la temperatura del fluido. Extender una capa muy fina de grasa sobre la junta: en el dorso, sobre los laterales y sobre los bordes interiores en contacto con el tubo. Evitar el contacto de la junta con partículas de suciedad que la dañarían. Utilizar sólo y en todo caso grasa Gruvlok. La grasa facilita el posicionamiento de la junta en el tubo y mejora su estanqueidad. Así mismo permite el deslizamiento de la junta dentro del acoplamiento evitando su tensión y deformación en las zonas próximas a los tornillos.



3

Instalación de la junta

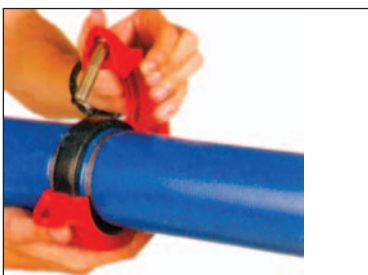
Introducir completamente la junta dentro de la extremidad del tubo. Cerciorarse de que los labios de la junta se adhieran perfectamente al tubo.



4

Alineación

Alinear los tubos y aproximar los extremos. Seguidamente empujar la junta centrándola sobre los dos extremos de los tubos. La junta debe permanecer en la parte interior entre las dos ranuras.



5

Montaje del acoplamiento

Extraer un tornillo y aflojar (sin quitarlo) el otro. Situar uno de los bastidores del acoplamiento, en la parte inferior, entre los extremos de los tubos, introduciendo los bordes en las ranuras, luego situar el otro bastidor en la parte superior cerrando el acoplamiento. Asegurarse que las dos partes del cuerpo del acoplamiento se tocan. En los acoplamientos rígidos, debe dejarse una separación de unos 2 mm entre los dos bastidores.



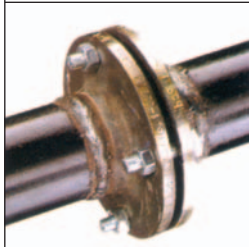
6

Apretar las tuercas

Reinsertar el tornillo quitado anteriormente y enroscar ambas tuercas manualmente. Seguidamente apretarlas con la llave, de manera alternativa.

¡Atención! El apriete total de una sola tuerca podría provocar el deslizamiento de la junta, que se introduciría entre las mordazas de la parte opuesta del acoplamiento

Ventajas y limitaciones de los diversos sistemas de conexiones



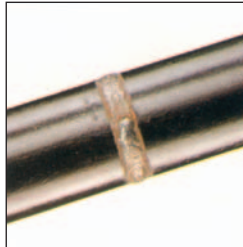
Conexión con bridas

Ventajas

- Fácil montaje y desmontaje
- Elevada estanqueidad a altas temperaturas y presiones

Limitaciones

- Coste global elevado
- Necesidad de mayor espacio



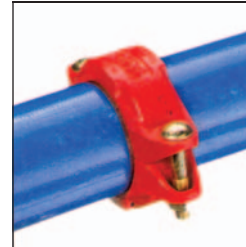
Conexión con soldadura

Ventajas

- Adecuado para cualquier dimensión
- Óptima resistencia a los distintos esfuerzos, en caso de perfecta ejecución de la soldadura

Limitaciones

- Trabajo no siempre fácil y a menudo no permitido
- Desmontaje dificultoso
- Probable exigencia de radiografías



Conexión con acoplamiento

Ventajas

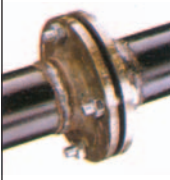
- Todas las reseñadas en los dos sistemas anteriormente descritos
- Fácil montaje y desmontaje
- Posibilidad de utilizarse también en tubos de poco espesor
- Espacio necesario muy reducido

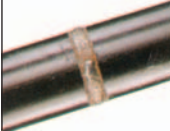
Limitaciones


- Necesidad de disponer de juntas adecuadas al producto químico a transportar
- Utilización dentro de los límites de presión indicados en las tablas

Resumen de ventajas	Bridas	Soldadura	Acoplamientos
Posibilidad de variar el recorrido de la tubería			●
Dilatación y contratación de las tuberías			●
Reutilización de las tuberías	●		●
Empalme muy sólido de las tuberías	●		●
Absorción del esfuerzo cortante	●		●
Manejabilidad	●		●
Ningún cordón de soldadura			●
Ningún debilitamiento del punto de ensambladura	●	●	●
Ningún peligro de incendio en la fase de instalación	●		●
Instalación sencilla y rápida			●
Posibilidad de reutilizar cada componente del sistema	●		●
Bajo coste de la instalación			●
Utilización de personal no cualificado			●
Posibilidad de deflexión de los tubos empalmados (flexibilidad)			●
Amortiguamiento de las vibraciones			●

Comparación económica (Comparación de los costes para el empalme de tubos de 4")

	Coste en euros						
	2 Bidas PN 16	8 tornillos y tuercas m16 x 65	Junta	Ejecución de 2 soldaduras	Material de soldadura	Montaje	Total euros
				Tiempo necesario	Coste pareja (a 42€ / h)		
2 x 12	8 x 0.5	1 x 1	2 x 20 min.	40 min. X 42			
= 24	= 4	= 1	= 40 min.	= 28	1€	2€	60€

	Coste en euros		
	Ejecución de una soldadura en el lugar de la instalación	Material de soldadura	Total euros
	Tiempo necesario (comprendida la preparación)	Coste (a 3.300 / h)	
45 min.	45 min. X 42 = 31.5	1.5€	33€

	Coste en euros			
	Coste mano de obra no cualificada (a 1.600 / h)			Total euros
	1 Acoplamiento	Tiempo para 2 ranurados 2 x 1 min. = 2 min.	Tiempo de montaje 5 min.	Coste mano de obra 14 min. X 20€/h
7.33			4.67	12€

Acoplamientos y accesorios Gruvlok de Grinell®



Fig. 7000
Acoplamiento flexible
serie ligera
DN 1"– 8"



Fig. 7001
Acoplamiento flexible
serie estandar
DN 1"– 24"



Fig. 7400
Acoplamiento rígido
DN 1"– 6"

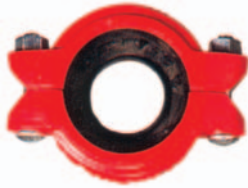


Fig. 7010
Acoplamiento reductor
serie ligera
DN 2"x 1¹/₂"– 8"x 6"



Fig. 7005
Acoplamiento "Roughneck"
Conexión para tubos de
extremos lisos
DN 2"– 8"



Fig. 7050
Codo a 90°
DN 1"– 12"



Fig. 7051
Codo a 45°
DN 1"– 12"



Fig. 7060
T de bocas iguales
DN 1"– 12"



Fig. 7068
Cruz de bocas iguales
DN 1"– 12"



Fig. 7061
T de reducción
DN 2"x 2"x 1"– 12"x 12"x 10"



Fig. 7072
Reducción concéntrica
DN 1¹/₂" x 1"– 12"x 10"



Fig. 7012
Acoplamiento a brida
DN 2"– 12"



Fig. 7046
Derivación ranurada
DN tubo alim. 3"– 8"



Fig. 7045
Derivación roscada h.
DN tubo alim. 3"– 8"



Fig. 7045-U-Bolt
Derivación roscada h.
DN tubo alim. 2"– 4"

3. Inspecciones periódicas y mantenimiento

Cada año deben inspeccionarse la toma de alimentación en fachada y las bocas de salida en pisos, comprobando en cada una de ellas lo siguiente:

- Se revisará que no existe agua estancada en la columna, abriendo la correspondiente válvula de purga.
- Revisar el estado general de las tuberías repasando con pintura aquellas partes con inicio de oxidaciones.
- La señalización para la localización de la toma en fachada estará en perfecto estado.
- Los racores se hallan en buen estado disponiendo de sus tapones y cadenas. También se comprobará la junta de neopreno que no se halle rota o degenerada.
- Todas las llaves de las válvulas de salida a pisos (IPF-39) estarán cerradas y abiertas las de corte o seccionamiento de columna de 3" pulgadas (80 mm.).
- Las hornacinas y cristales se hallarán en buen estado.
- Comprobar la fácil accesibilidad a todas las tomas, comprobando no se hayan colocado objetos que entorpezcan su acceso o escondan su visión.
- Fácil abertura y cierre de todas las cerraduras, con engrase de las mismas si fuera necesario.

4. Reglamentación UNE

Los materiales deben cumplir con las exigencias detalladas en la norma UNE 23-400, con un control documental de los certificados de ensayo previstos. Las instalaciones que no cumplan con las características establecidas anteriormente o los materiales que tampoco cumplan con la norma, deben ser rechazadas.

El record Barcelona

Uno de los componentes más significativos y de mayor importancia por su trascendencia es el record Barcelona, normalizado en todo el país. Este componente básico y presente en todas las columnas secas, nos permite que cualquier dotación de bomberos española pueda acceder a la conexión de sus equipos y sistemas a cualquier instalación de columna seca que cumpla con la norma española.

Las propiedades que caracterizan a los racores son esencialmente: acoplamiento instantáneo, simetría entre las piezas que utilizan, ligereza de peso y diseño, sin grandes resaltes para que no dificulten las operaciones de manejo.

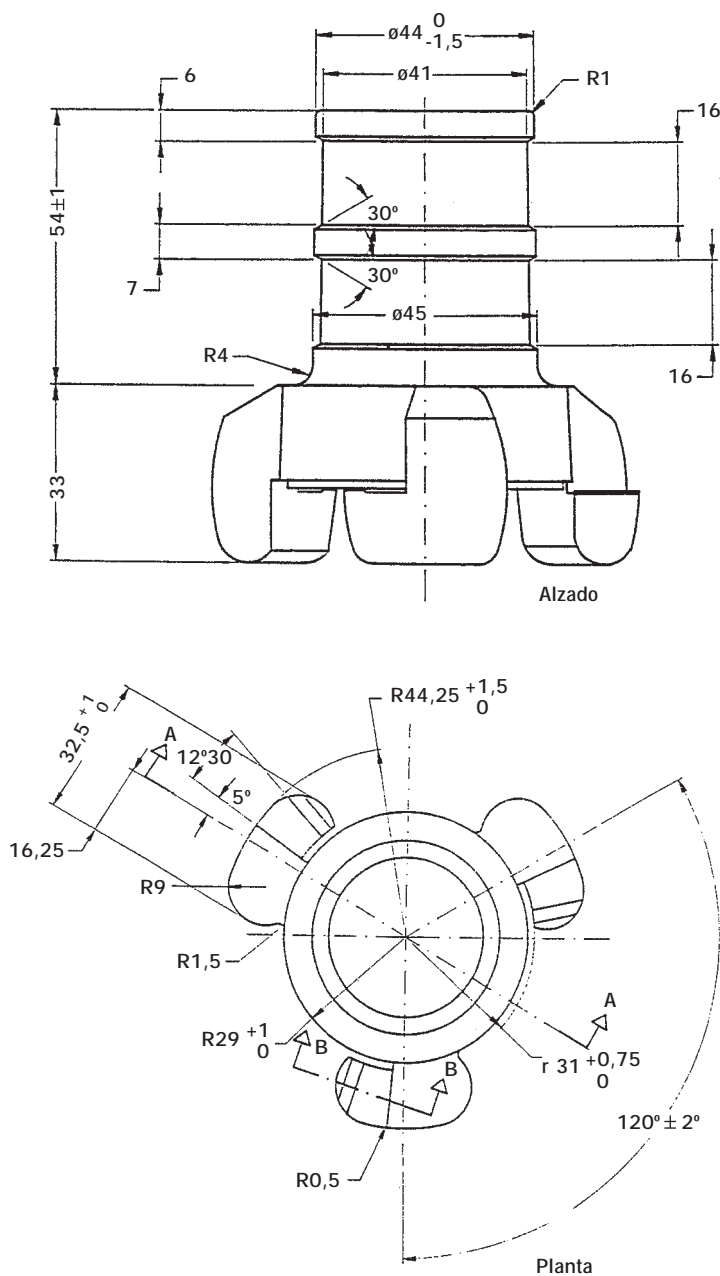
El material utilizado para la construcción de los racores será una aleación de aluminio para forja (como el L-3451, según norma UNE 38-334), o un material de análogas o superiores características. Si el material es de aleación de aluminio, será anodizado, con un espesor mínimo de 20 µm. Tendrá un buen comportamiento en cuanto a la resistencia a la corrosión, a la conformabilidad, a la forjabilidad, a la aptitud para el anodizado y a la maquinabilidad.

Para uso en emplazamientos fijos, con ambientes particularmente agresivos, podrán utilizarse otros materiales de mayor densidad, aunque con ello se vaya en detrimento de la ligereza de la pieza.

El material utilizado para las juntas de la goma estará conforme a las especificaciones establecidas en la norma UNE 53-535.

Racor para manguera de impulsión

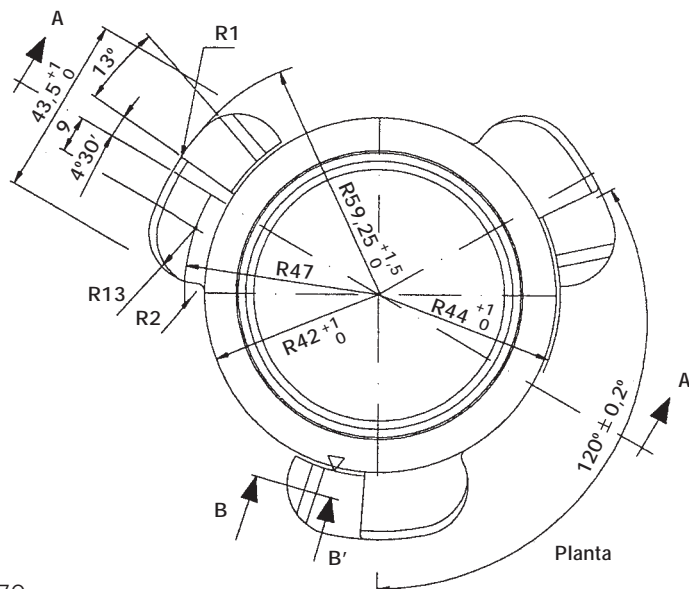
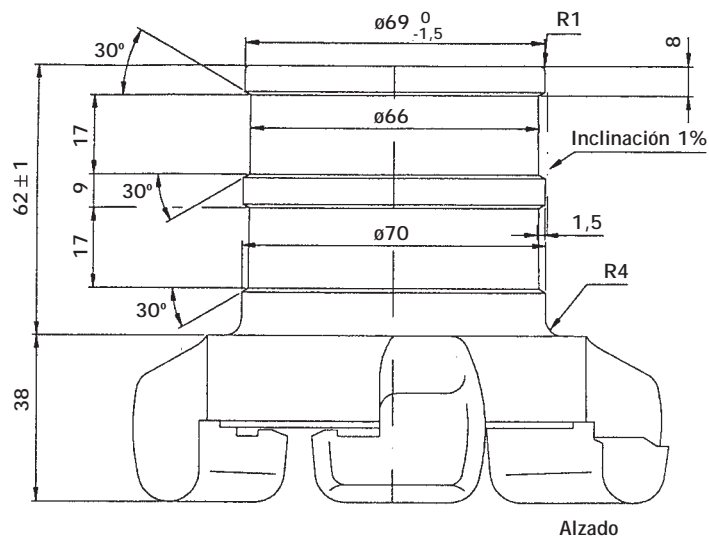
UNE 23400-2:1998



Medida nominal $\varnothing 45$

Las cotas sin tolerancia admiten $\approx \pm 0,75$ mm y $\angle \pm 1^\circ$

Medidas en milímetros



Medida nominal $\varnothing 70$
 Las cotas sin tolerancia admiten $\approx \pm 0,75$ mm y $\angle \pm 1^\circ$
 Medidas en milímetros

Normas para la consulta

UNE 38-334

Aluminio y aleaciones de aluminio para forja. Grupo Al-Mg-Si. Aleación L-3451, Al-1- Si Mg.

UNE 53-535

Elastómeros. Elastómeros vulcanizados para aplicaciones de automoción.

2.8

Protección activa
Columna seca

**COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA**

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona

Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net
www.cetib.net



Servei de Visat
Serveis Col·legials
Col·legiació



2.9

Protección activa

Sistema de extinción por agua nebulizada



MANUAL
Seguridad
contra incendios

Protección activa
2.9 Sistemas de extinción
por agua nebulizada

Autor
Redacción:
Josep Maria Rebull i Gràcia

Revisión:
Comisión de Medio
Ambiente,
Energía y Seguridad
Área de incendios

Edición
Octubre 2006

Edita
Colegio de Ingenieros
Técnicos Industriales
de Barcelona

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona
Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.org

Coordinación
David Altimira de Maria

Propuesto por
Comisión de Medio
Ambiente,
Energía y Seguridad
Área de incendios

Corrección y asesoramiento
lingüístico
Traducciones Lexic

Diseño gráfico
Georgina Miret

Fotografías
Cedidas por:
LPG, Técnicas en Extinción
de Incendios, SA
Tyco Fire & Building
Products



2.9

Protección activa Sistema de extinción por agua nebulizada

Índice

1.	Generalidades	3
2.	Aplicaciones	6
3.	Sistemas	9
4.	Inspecciones periódicas y mantenimiento	22

1. Generalidades

1.1. Introducción

Los sistemas contra incendios con Agua Nebulizada, constituyen en muchos casos una mejor y más eficaz protección alternativa a otros sistemas de extinción con Gases extintores o Sprinklers.

Su mejor y mayor eficacia viene determinada por su aplicación en casos muy concretos y definidos, no pudiéndose considerar, ni mucho menos a pesar de sus virtudes y cualidades, como un sistema de aplicación universal en extinción de incendios, ya que en muchos y variados casos otros sistemas de extinción como los Gases Limpios y los rociadores automáticos (Sprinklers), mantienen toda su efectividad y vigencia en la mayoría de los casos.

Los sistemas de extinción por Agua Nebulizada proyectan gotas de pequeñísimo tamaño, optimizando así todos los recursos extintores del agua, consiguiéndose varias ventajas como: reducción de los volúmenes afectados, de los daños causados por el agua en sistemas convencionales y de una máxima capacidad de refrigeración para una determinada cantidad de agua.

En resumen, las ventajas de estos sistemas son, en muchos casos, muy importantes, destacando los siguientes:



1. Lavado y decantado de los humos y los gases tóxicos. (Seguridad humana).
2. Inocuidad para las personas.
3. Mantenimiento del nivel de oxígeno.
4. Economía, coste mínimo del agente extintor.
5. No conduce la electricidad.
6. Muy eficaz en fuegos de líquidos inflamables.
7. Daños por el agua muy reducidos.
8. Reducción de la temperatura del recinto.
9. Agente extintor ecológico y económico.
10. Eficacia extintora por varios principios físicos.

Estos sistemas se están utilizando cada vez más de forma generalizada para la protección de buques civiles y militares, salas de máquinas o espacios con maquinaria, salas de generadores eléctricos, sentinas, camarotes y especialmente en los espacios públicos por su virtud de lavado y decantado del humos y ciertos gases derivados de la combustión. Por esta razón cada día se están aplicando en mayor medida en edificación, como hospitales, hoteles y centros penitenciarios, donde la evacuación es muy difícil o imposible. En resumen, su aplicación en edificación sustituye eficazmente al clásico rociador automático o Sprinkler, principalmente en todos aquellos casos donde el nuevo Código Técnico de la Edificación exige una “*Instalación automática de extinción*”, por su excepcional cualidad de decantado y control de los humos originados por un incendio.

Su uso en industrias también crece rápidamente, cubriendo protecciones tales como: salas de turbinas, de máquinas o generadores, centros de proceso de datos, archivos diversos, riesgos en estaciones de Metro o su material móvil, etc.

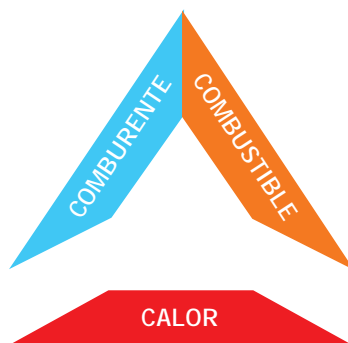
La NFPA (Nacional Fire Protection Association), como prestigiosa institución americana de tipos o patrones de protección contra incendio, publicó la estándar 750: “*Standard on Water Mist Fire Protection Systems*”, o sea unas reglas y recomendaciones sobre sistemas de Agua Nebulizada (*Water Mist*), estableciendo la metodología a seguir para el diseño, instalación y pruebas de estos sistemas, indicando qué partes deben ser aprobadas, documentación a elaborar y parámetros muy generales. La responsabilidad del diseño y la eficacia son delegadas a cada fabricante y no establece criterios técnicos de diseño.

Otras normas a seguir o en avanzado estudio encontramos las IMO (*International Maritime Organization*), y la Norma CEN (*Centro Europeo de Normalización*).

Hoy en día existen diversas técnicas que utilizan alta, media y baja presión, un solo fluido o dos fluidos, boquillas atomizadoras de diversos tipos, sistemas de abastecimiento específico, etc. En la actualidad existen varios fabricantes de sistemas de Agua Nebulizada, como Marioff, LPG o AquaMist, con diferentes tecnologías para su uso en diversos sistemas de control y extinción.

1.2. Mecanismos de extinción del Agua Nebulizada

Como es sobradamente conocido, los agentes extintores convencionales, con la excepción de halones y polvo químico seco, actúan sobre el fuego mediante alguno de los siguientes mecanismos: **enfriamiento, sofocación o bloqueo del combustible**. Los halones y el polvo actúan fundamentalmente mediante la rotura de la combustión por la **inhibición de los radicales libres**. Estos mecanismos se han simbolizado por el icono denominado “tetraedro del fuego”.



El Agua Nebulizada debe su eficacia extintora principalmente a la actuación conjunta de estos tres mismos efectos, más otro secundario como la **dilución**, que analizamos a continuación:

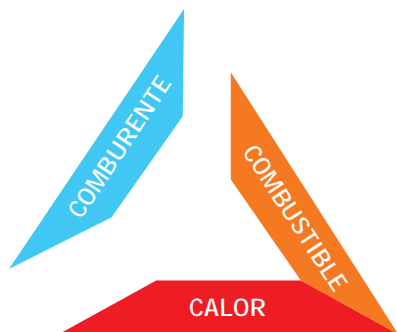
Enfriamiento: El agua nebulizada posee una gran capacidad de enfriamiento, por la división del agua utilizada en gotas de tamaño micrométrico, lo que produce en principio una gran superficie de captación de calor. Además, el contacto de estas microgotas con los cuerpos o gases calientes se transforma en vapor absorbiendo una cantidad de calor equivalente a 540 calorías/gramo.

Los objetos cercanos quedan protegidos del calor radiante, evitando la propagación del fuego. El enfriamiento del combustible y los objetos y el entorno a su alrededor contribuye a reducir el desarrollo del fuego. En comparación con las aplicaciones de sistemas de agua más habituales, el Agua Nebulizada aumenta la velocidad a la cual el agua retira el calor de la llama y los gases calientes.

Al reducir el tamaño de la gota incrementa la superficie total de una misma masa de agua y, por ello, aumenta la velocidad de la retirada de calor. Si se retira suficiente calor, la temperatura de la fase gaseosa de la llama puede descender por debajo de la mínima necesaria para mantener la reacción de combustión y el fuego se extinguirá.

En cuanto a cuál es la absorción de calor “suficiente”, se ha estudiado que no es necesario absorber todo el calor desprendido por el fuego a su velocidad de combustión. El retirar entre un 30 y un 60%

puede bastar para detener la combustión. Además, los efectos concurrentes de la reducción de oxígeno y la reducción del flujo de calor implicarían que el fuego puede ser extinguido con sólo una fracción del mínimo ratio teórico, requerido para extinguir únicamente por medio del enfriamiento de la llama.



Sofocación: El vapor generado desplaza un volumen de oxígeno equivalente, produciendo un efecto de sofocación. Esta rápida transformación de las gotas en vapor, hace aumentar su volumen 1.640 veces, desplazando el oxígeno del foco del incendio, sin perjuicio para las personas.

Las gotas de agua al evaporarse aumentan su volumen aproximadamente 1.900 veces (a 1 000C y 1 atm). Si la evaporación sucede con rapidez, el vapor de agua desplaza el aire alrededor de la gota. La inyección de agua en gotas finas en la cercanía de una llama resulta en la rápida evaporación, expansión y en el desplazamiento del oxígeno disponible por el vapor de agua en el entorno de la llama. Si la cantidad de oxígeno disponible para la combustión se reduce por debajo de un nivel crítico, el fuego se extinguirá por sofocación o será más fácil de extinguir por enfriamiento.

Este mecanismo de sofocación explica por qué el agua nebulizada extingue con más facilidad los fuegos “grandes” que los “pequeños”. Un fuego “grande” liberará más calor en etapas tempranas que un fuego “pequeño”, de manera que habrá más calor disponible para evaporar las gotas de agua cuando comience la descarga del agua nebulizada.

Bloqueo del calor radiado: Aunque este mecanismo no extingue un fuego por su sola actuación, el bloqueo del calor radiado tiene un papel importante en evitar que el fuego se extienda a superficies de combustible que aun no han entrado en ignición y reduce la vaporización (o ratio de pirólisis) en la superficie del combustible. En otro orden de cosas, la atenuación de la radiación protege a los objetos y las personas del calor radiado, ocurra o no la extinción.

Estudios teóricos muestran que la atenuación de la radiación depende del diámetro y la densidad de las gotas de agua. Según aumenta la concentración de gotas con diámetros por debajo de 50 micras, se incrementa el grado de atenuación de calor radiado. Por esta razón, los sistemas de agua nebulizada con gotas muy pequeñas han demostrado ser muy efectivos para reducir la transferencia de calor radiado.

Dilución: La infusión de gases que se crea por la mezcla de vapor de agua y aire sobre una superficie de combustible tiene un efecto beneficioso para lograr la extinción, principalmente en fuegos de líquidos, por desplazamiento de la concentración de vapor inflamable-oxígeno e **interacción** de las microgotas sobre la reacción en cadena de la combustión, pudiendo este fenómeno jugar un papel significativo en la extinción de fuegos por spray y en la inhibición de deflagraciones.

Para que la mezcla vapor inflamable-oxígeno pueda mantener la combustión, precisa una concentración mínima de vapor inflamable. La acción del agua nebulizada en determinadas condiciones parece contribuir a la disminución de esa concentración, hasta niveles inferiores a dicha concentración.

1.3. Materiales y complementos principales

Cabezal atomizador	Válvula de agua que puede estar siempre abierta, en caso de sistemas de inundación total, o cerrada mediante un bulbo térmico en caso de sistemas de tubería húmeda o pre-acción. Estos dispositivos incorporan unos micro-difusores que descargan el agua homogénea y automáticamente en las condiciones previamente calculadas, sin intervención humana y en cantidad suficiente para extinguirlo totalmente o bien impedir su propagación.
Sistema de abastecimiento de agua	Conjunto de fuentes de agua, equipos de impulsión y red general destinados a asegurar, para una o varias instalaciones específicas de protección contra incendios, el caudal y la presión de agua necesarios durante el tiempo de autonomía requerido.
Red de distribución	<p>Son las conducciones del agua del sistema, que discurren desde el sistema de abastecimiento (ya sea sistema de baterías o grupo de presión) hasta las cabezas atomizadoras distribuidas en el riesgo a proteger según cálculos.</p> <p>Por la forma de proyección del agua sobre las personas, que pueden derivar, aunque sea escaso margen, en riesgos de contagio por Legionella, las tuberías y accesorios serán, preferentemente, de acero inoxidable.</p>
Válvulas direccionales	<p>Válvulas que permiten dirigir la descarga al riesgo seleccionado cuando se disponen de varios riesgos con un único sistema de abastecimiento de agua.</p> <p>Estos equipos se encuentran normalmente cerrados y se activan eléctricamente a través de una señal de la centralita de incendios que permite el paso de agua hacia las boquillas atomizadoras.</p>

2. Aplicaciones

2.1. Tres criterios de protección



Los sistemas de Agua Nebulizada se utilizan principalmente para las siguientes aplicaciones tal como se prescribe en el **Standard NFPA 750**.

A) Control del incendio: Consiste en la limitación del crecimiento y propagación de un incendio, remojando los materiales combustibles adyacentes y controlando las temperaturas de los gases de

combustión en el techo. Esta es la típica aplicación para la sustitución de los sistemas de rociadores automáticos con grandes ventajas en muchas aplicaciones, como son: buques, hoteles, hospitales, oficinas, etc., dada la limpieza y cantidad de agua empleada, así como la mayor eficacia del control del fuego por el agua finamente pulverizada y proyectada a gran presión, frente al agua en gotas de los rociadores convencionales.

B) Supresión del incendio: La eliminación básica y rápida de los factores que acompañan al incendio, desprendimiento de calor, emisión de gases, etc., durante el tiempo de duración de la descarga del Agua Nebulizada permitiendo la asistencia a tiempo de los propios retenes o bomberos.

C) Extinción del incendio: La completa interrupción del incendio hasta la desaparición total de materiales en combustión. Es la aplicación típica para la sustitución de los sistemas de extinción por gas (CO₂, Halón, gases inertes, etcétera).

En cuanto al tipo de riesgos a proteger con esta tecnología, la situación actual permite considerar a estos sistemas como una solución óptima a inmediato, corto, medio y largo plazo para la protección contra incendios en cualquier tipo de instalaciones.

2.2. Protecciones

Hoy en día es la protección elegida en toda actividad marina, donde las necesidades de reemplazar el Halón con un sistema inocuo para el personal, de un lado, y las necesidades de limitación de peso, por otro, han permitido una utilización masiva de estos sistemas.

En protecciones terrestres, la incorporación de estos sistemas no ha evolucionado tan rápidamente, pero ya existen cientos de ellos cubriendo una amplia gama de riesgos, que incluyen espacios de maquinaria, tales como turbinas de gas, cuartos de motores, y otros riesgos específicos. Espacios electrónicos, tales como, salas de ordenadores, salas limpias, telefónicas, etc.; y otros espacios, tales como, transformadores, cocinas, freidoras, áreas de fabricación, almacenes, archivos, etcétera.

Las características del Agua Nebulizada hacen que estos sistemas sean idóneos para su aplicación en los riesgos del transporte metropolitano. Hay que considerar que en este entorno la mayoría de los incendios que pueden desarrollarse deben ser de foco profundo y evolución lenta, con escasa carga térmica y gran producción de humo.

Entre los riesgos protegidos en la actualidad en el Metro de diversos países, cabe destacar: fosos de escaleras mecánicas, locales comerciales y cuartos técnicos. La capacidad de control del incendio y abatimiento del humo, hace que se pueda controlar de forma inmediata la producción de humos y gases tóxicos, que constituyen el principal riesgo para el personal expuesto.

En resumen, como principales tipos de protecciones podemos encontrar las siguientes:

- 1 Marina: Buques de pasajeros, mercantes y militares.
 - 2 Industrias: Químicas, plantas petrolíferas y petroquímicas.
 - 3 Transporte público: Estaciones de Metro, ferrocarril y Aeropuertos.
 - 4 Locales de pública concurrencia: Teatros, cines, salas de baile, discotecas, edificios comerciales, escuelas, hoteles, hospitales, residencias geriátricas, bibliotecas, edificios de oficinas, prisiones, pabellones deportivos y aparcamientos subterráneos o cubiertos.
 - 5 Centrales eléctricas: Salas de máquinas, centros de transformación y turbinas
 - 6 Edificios históricos: Museos, pinacotecas, hemerotecas y archivos históricos.
 - 7 Almacenes: especialmente los que contienen líquidos inflamables.
 - 8 Centros informáticos: Salas de ordenadores y telecomunicaciones.
 - 9 Espacios de difícil ventilación y/o evacuación: túneles ferroviarios y de carretera, galerías de cables.
 - 10 Recintos militares: polvorines, hangares aviación, centros de vigilancia y alerta.
-

Un aspecto de la máxima importancia en las instalaciones automáticas de extinción que se utilizan en áreas normalmente ocupadas, es la inseguridad que pueda presentar para el personal ocupante.

La EPA (Environmental Protection Agency) de EE.UU. estableció un programa de clasificación y aceptación de los nuevos agentes extintores que se utilizarán para la sustitución de los halones. Este programa se denomina SNAP (*Significant New Alternatives Policy*).

Para la aceptación de los sistemas de Agua Nebulizada (Water Mist) en áreas normalmente ocupadas, la EPA constituyó un equipo médico para que estudiase los posibles riesgos que podría presentar para la salud de los ocupantes la inhalación de Agua Nebulizada, con el potencial de transportar productos de combustión, etcétera. Las conclusiones de dicho estudio han puesto en evidencia la falta de toxicidad próxima y remota de estos sistemas, habiendo sido aceptados los sistemas de Water Mist para áreas ocupadas, siempre que utilicen agua potable o agua de mar. (Registro Federal, 28 de julio de 1995).

El nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE) exige instalaciones automáticas de extinción en muchos casos de edificios públicos, por lo que actualmente se aplican rociadores industriales para satisfacer estas exigencias cuando esta solución no es del todo correcta o mejor dicho notablemente mejorable.



En efecto, los Sprinklers o rociadores industriales, no están diseñados para un eficaz y válido control de los humos generados, limitándose su misión a una protección estructural del inmueble para cuando se haya perdido todo el control del fuego o sea demasiado tarde. Además, aunque los caudales de los atomizadores de Agua Nebulizada son mucho menores, tenemos que pensar que las cargas térmicas depositadas normalmente en los edificios son mínimas, en comparación con las existentes en riesgos industriales para los cuales han sido diseñados aquellos, por lo que la mayor parte del agua se desaprovecha perdiéndose por los sumideros.

Las cabezas atomizadoras de Water Mist combinan las características de extinción del agua con las cualidades penetrantes de los gases extintores sin ningún riesgo para las personas o el medio ambiente. La extinción se consigue mediante la descarga de gotas de agua de muy pequeño tamaño y alta velocidad de movimiento. Una vez activado, el sistema inunda el espacio protegido con una niebla de alta densidad que alcanza incluso las áreas ocultas, limpia el humo, absorbe y bloquea la transmisión de calor por radiación e impide al oxígeno entrar en el área de combustión.

Las cabezas atomizadoras están disponibles en dos tipos:

- Cabezas atomizadoras abiertas
- Atomizadores automáticos con ampollas activadas por temperatura. (tipo Sprinkler)

Existe una amplia gama de tamaños de boquillas, dependiendo de la aplicación y del riesgo. Las cabezas atomizadoras son piezas compactas, de alta calidad y fabricadas en latón o en acero inoxidable. Los atomizadores automáticos presentan un aspecto perfectamente compatible con el más moderno diseño interior.

Los atomizadores con ampolla se activan automáticamente al alcanzarse temperaturas predeterminadas comprendidas entre 57-141° C., y su área de cobertura varía entre 4-25 m². Las densidades de diseño oscilan entre 0,5 - 2,25 l/min/m². Estos sistemas están diseñados para la protección de zonas de Riesgo Ligero e incluso Ordinario II, como puede ser un parking subterráneo.

3. Sistemas

3.1. Baja presión

Los sistemas de Agua Nebulizada a baja presión, ofrecen una alternativa de menor coste y menos compleja que los sistemas de alta presión o de “dos fluidos”. Estos nebulizadores incorporan un filtro de entrada en el orificio de la boquilla diseñado para tener en cuenta la utilización de fuentes de abastecimiento de agua convencionales, en consecuencia, no son necesarios sistemas de filtración complejos.



Utilizan dos tipos de boquillas:

Las automáticas, con ampollas activadas por temperatura. (tipo Sprinkler).

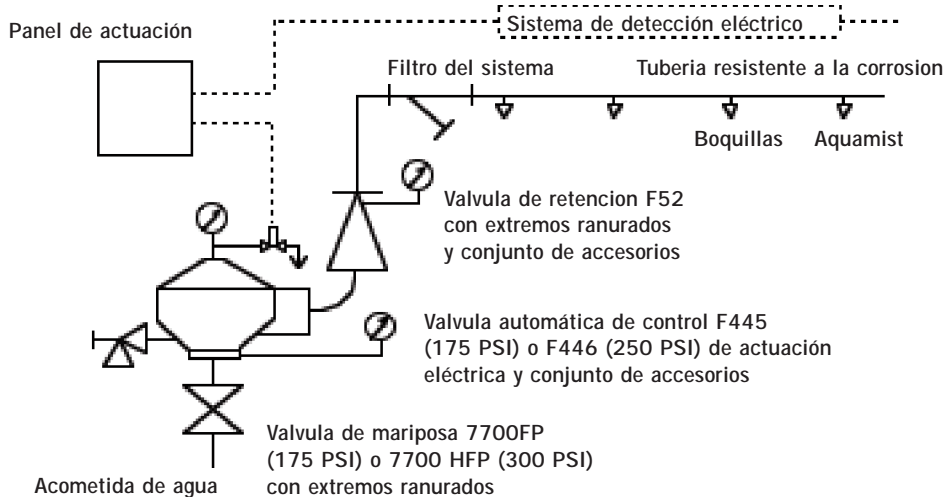
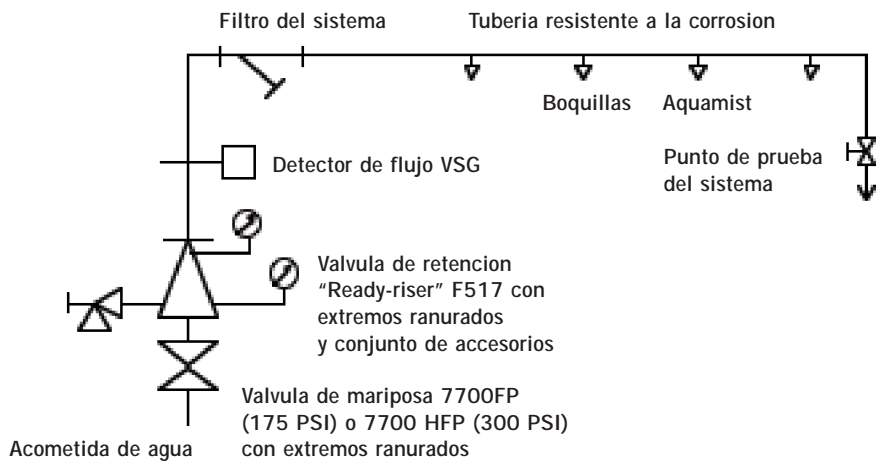
Las abiertas, con tubería seca, usadas en sistemas de protección industrial con accionamiento manual o automático mediante electro-válvulas.

Generalmente son boquillas de media presión que utilizan un chorro de un único fluido incidiendo contra un deflector para producir una pulverización que genere una gama de tamaños de gotas de agua, que se ha demostrado adecuada para la protección de riesgos clasificados como ligeros y ordinarios (grupos I y II), de acuerdo con lo definido en el código NFPA-13.

Lo más importante de estos sistemas es que ofrecen una alternativa a las protecciones mediante rociadores automáticos de mayor densidad de caudal. Por ejemplo y tomando un área de diseño de 12 m², que es la que normalmente cubre un rociador en riesgos “Ligero” y “Ordinario” nos alcanza una densidad de diseño de 2,66 litros por minuto, superior a los 2,25 exigidos por la Norma.

Esta reducción general en la demanda de agua para el sistema, inicialmente, da como resultado un menor coste de la instalación y ahorros en peso debido al menor diámetro de las tuberías, y en el caso de un incendio pueden tenerse los siguientes beneficios adicionales:

- Respuesta más rápida al incendio.
- Utilización de menor cantidad de agua.
- Menores daños producidos por el fuego y el humo.
- Una reducción de la transmisión térmica fuera del área del incendio.
- Una alarma más rápida.



Tomando como referencia las figuras B-1 y B-2, se describen los componentes que deben ser incluidos para su utilización como sistemas de Agua Nebulizada de Baja Presión y de tubería mojada:

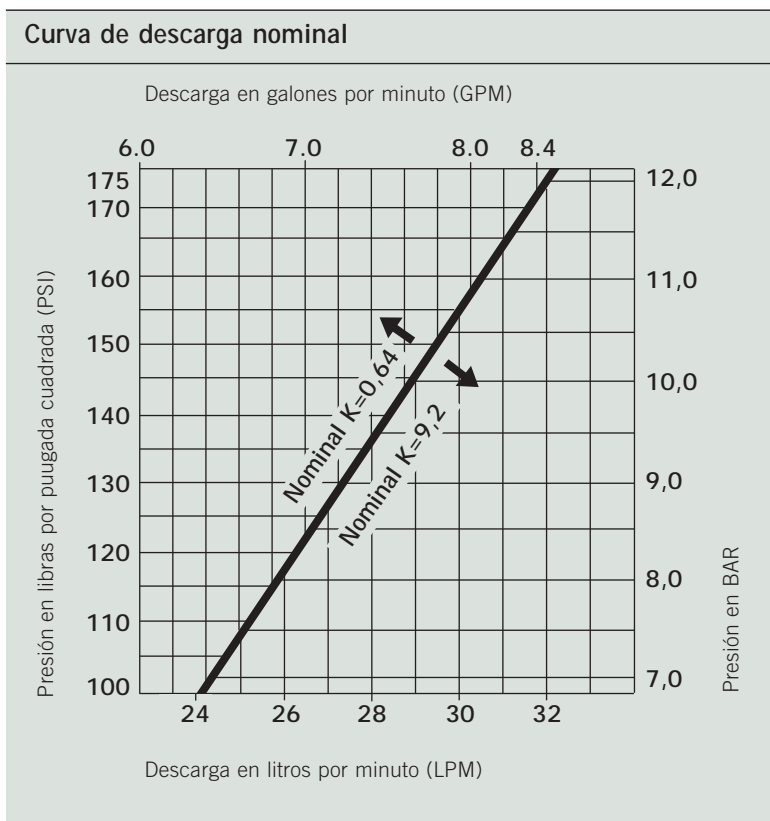
Tubería mojada (Wet pipe)

- Válvula de Mariposa de 20 bar.
- Válvula de Retención de "Ready-Rise" o similar con extremos ranurados, a 16 bar.
- Válvula de vaciado de la instalación de 12 bar.
- Detector de Flujo de pequeño caudal, 16 bar.
- Filtro opcional a la entrada del sistema de tuberías.
- Tubería resistente a la corrosión, (preferentemente acero inoxidable)
- Boquillas automáticas.
- Válvula de bola para "punto de prueba"

Tubería seca (Dry pipe)

- Válvula de Mariposa de 20 bar.
- Válvula Automática de Control para actuación eléctrica de 17 bar de presión de trabajo.
- Válvula de Retención con extremos ranurados, 17 bar.
- Filtro opcional a la entrada del sistema de tuberías.
- Tubería resistente a la corrosión, (preferentemente acero inoxidable).
- Sistema de detección electrónico con central o panel de actuación.

3.1.1. Datos técnicos de boquillas AquaMist



Las boquillas *AquaMist* Tipo AM24 están clasificadas para una presión máxima de trabajo de 17,2 bar. Utilizan una ampolla de 3mm de respuesta rápida, para su actuación automática. El cuerpo es de una especial aleación de bronce resistente y el cierre del orificio de la boquilla es un resorte de disco de Níquel Berilio (N03360), que dispone en sus dos caras de juntas de Teflón.

El resorte de eyección es de acero inoxidable tipo 302 según ASTM A167 o BS1449 Pt2, el filtro de entrada es de cobre según ASTM 8152 (C11000) o 882870 (C101).

La pieza con el orificio y el tapón son de bronce fosforoso ASTM 8139 (C54400). El deflector es

de bronce fosforoso ASTM 8103 (C52100) y el tomillo de presión de bronce fosforoso ASTM 8139 (C51000).

La dimensión nominal menor en la pieza con el orificio de paso es de 0,187" (4,75 mm), y el diámetro nominal de las perforaciones del filtro de entrada es de 0,125" (3,18 mm).

La curva indicada en la Figura C representa el caudal "Q" en GPM (LPM), de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Q = K\sqrt{P}$$

en donde el coeficiente de descarga "K" es igual a 0,64 (9,2 métrico); y "p" es la presión residual en psi (bar). Las normas de listado permiten una variación del valor de "K" del $\pm 5\%$.

3.1.2. Principios de operación

Los mecanismos de extinción de la boquilla pulverizadora *AquaMist* Tipo AM24, sobre fuegos clase A, es una combinación de los siguientes factores:

- (1) Eliminación del calor del incendio, al convertirse el agua en vapor y producir el enfriamiento del combustible.
- (2) Reducción del nivel de oxígeno al desplazar el vapor de agua al oxígeno, en la proximidad del fuego.
- (3) Enfriamiento y humectación del combustible, por contacto directo.
- (4) Inundación del área protegida mojando los combustibles próximos, con enfriamiento de gases y combustibles en la zona, evitando la transmisión térmica radiante a combustibles próximos.

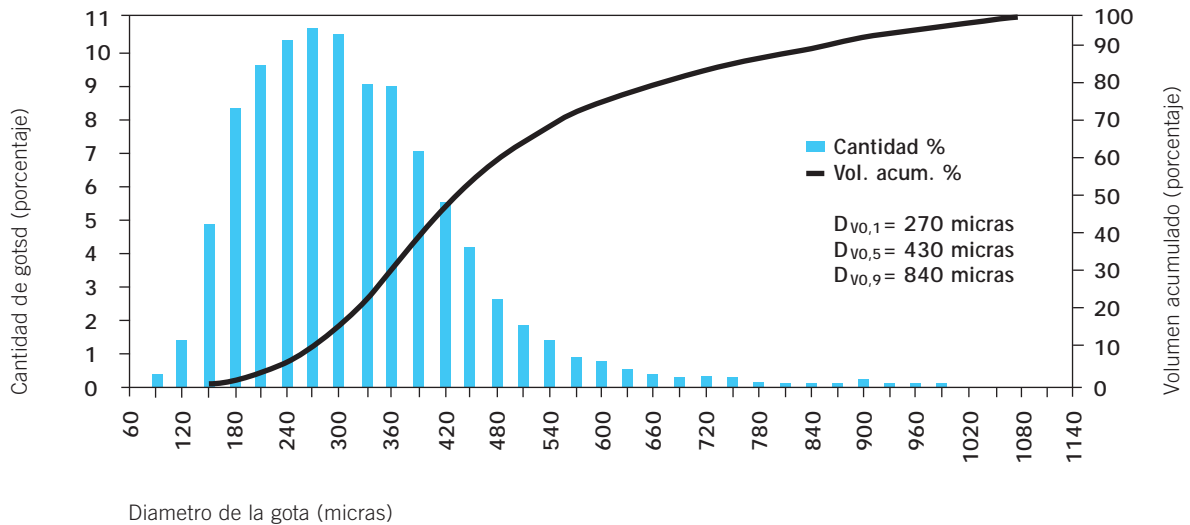
3.1.3. Características de la pulverización

La Figura D representa la distribución de tamaños de las gotas de agua de la boquilla *AquaMist* Tipo AM24 con una presión de 175 psi (12,1 bar) y en un plano situado a 39,4" (1 m) por debajo del deflector. Se indica el número de gotas de un determinado diámetro y el volumen acumulado en función de los diámetros.

En una pulverización libre, la boquilla *AquaMist* Tipo AM24 produce una combinación de una descarga radial en forma de paraguas próxima al techo, y de una de forma cónica dirigida hacia el suelo. La descarga hacia el suelo tiene un diámetro efectivo de aproximadamente 12 ft. (3,7 m) a una distancia de 8 ft. (2,4 m) por debajo del deflector. Las gotas más pequeñas se distribuyen de acuerdo a su tamaño (las más pequeñas son las más móviles). Cuando las gotas con mayor momento dinámico alcanzan el suelo u otras obstrucciones horizontales, se dividen lateralmente y hacia arriba, ocupando los huecos en la pulverización cónica.

La densidad que genere una boquilla situada a 2,5 m. y en una superficie cuadrada de 100 ft² (9,3 m²) es de 0,049 GPM/ft² (2,02 mm/min.) a una presión de 102 psi (7 bar).

Datos de distribución del tamaño de las gotas a 175 PSI (12.1 BAR) y a 39, pulgadas (1m) por debajo del deflector para la boquilla *AquaMist* tipo AM24



Instalaciones	Tubería mojada	Sistema Preacción
Area protegida	Sin límite	150 m ²
Presion de trabajo	de 7 a 17,2 bars	
Separacion maxima entre boquillas	2,5 metros	
Separacion minima entre boquillas	0,76 metros	
Distancia del deflector al techo	entre 38,1 y 101,6 mm.	
Temperaturas nominales	desde 57° hasta 93°C	
Altura del techo (rl y ro)	hasta 3 metros para RL/RO-1 / y 2,5 metros para RO-2	
Altura de almacenamiento.	RL/RO-1 = 2,4 metros / RO-2 = 1,5 metros.	
Tipos de techo	lisos y horizontales. (Material tipo M0 o M1)	
Abastecimiento de agua	agua descalcificada.	
Posicion de la boquilla	colgante	
Embellecedores	metálico o bien de otros materiales debidamente listados.	
Obstrucciones	consultar distancias mínimas de obstáculos cercanos.	
Calculos hidraulicos.	Según fórmulas Hazen-Williams o Dorey-Weisbach.	
Filtros acometida	malla máxima de 2,5 mm. (Standard de 0,87 mm.)	
Valvulas y manómetros.	Cumplirán con los requisitos de las Normas.	
Detectores de flujo	Deben instalarse, probarse y mantenerse según NFPA.70 y NFPA.72	

3.2. Alta presión

En los sistemas de Alta Presión que a continuación describimos, hay que destacar una cualidad superior a los sistemas anteriores y es la gran facilidad de absorción del humo. Para las personas, el humo y los gases derivados de un incendio son más peligrosos que el propio fuego, por lo que ofrece una mayor protección que los sistemas de baja presión.

La exclusiva cualidad del Agua Nebulizada de decantar o lavar el humo lo convierte en el mejor elemento extintor para la edificación en general, tal como exige el nuevo Código Técnico de la Edificación, en lugar de los rociadores industriales o "Sprinklers" utilizados actualmente. Por lo que, a pesar de sus bajos caudales de proyección, son sistemas suficientes para cubrir las necesidades exigidas por la norma UNE y la RTE en "Instalaciones por Rociadores Automáticos", para este tipo de riesgos clasificados como "Ligeros".

3.2.1. Tipos de atomizadores



Atomizador bulbo mecánico

Cabezal óptimo para su aplicación en sistemas húmedos o de pre-acción. Incorpora un bulbo térmico para la detección del incendio. La descarga de agua se produce únicamente a través de los atomizadores que han detectado el fuego. Permiten su instalación en ambiente o en falso techo. Pueden instalarse con orientación "hacia abajo" u "horizontal".



Atomizador bulbo neumático

Cabezal para su aplicación en sistemas húmedos, incorpora bulbo térmico para la detección del fuego, pero también se abre en caso de que el valor de la presión en tubería supere un valor mínimo. Permite diseñar sistemas de inundación total que incorporan la detección. Permiten su instalación en ambiente o en falso techo. Pueden instalarse con orientación "hacia abajo" u "horizontal".



Atomizador abierto

Cabezal óptimo para su aplicación en sistemas de inundación total. En caso de que un sistema de detección independiente se active, la descarga del agua se realiza por todos los atomizadores abiertos conectados a la tubería. Permiten su instalación en ambiente o en falso techo. Pueden instalarse con orientación "hacia abajo" o "horizontal".



Atomizador "T" a tubería

Cabezal óptimo para aplicaciones en cocinas, escaleras mecánicas y falso suelo/falso techo, se monta directamente sobre "T" o "codo" mediante unión difusor tuerca bicono.

3.2.2. Sistemas

Los sistemas de Agua Nebulizada permiten utilizarse en instalaciones de tipo "Sistema de inundación total" o "Sistema de tubería mojada" o "Sistema de pre-acción". En el primer caso, el sistema permite la descarga del agente extintor a través de todos los cabezales atomizadores que están conectados a la red de tubería; la detección del incendio es normalmente independiente al sistema de extinción. En el segundo caso, el sistema mantiene en condiciones normales de trabajo (sin incendio) una presión de agua en la red en torno a los 20-30 bar. Los cabezales que se conectan a la red incorporan un elemento de detección de incendios que al activarse permite la descarga del agua presurizada en la red. La caída de presión en la red activa el sistema de extinción y se produce la descarga en aquellos cabezales activados. En el tercer caso, se trata de un sistema de tubería seca con cabezales atomizadores cerrados y detección complementaria. En caso de detección del fuego, el sistema es activado cargando la tubería de agua, pero únicamente descargará en los atomizadores con el bulbo roto por el efecto térmico.

Instalaciones tipo	Tipo sistema		Almacenamiento de agua		Tipo difusor		Detección	
	Batería cilindros	Grupo de bomberos	Cilindros	Tanque	Abierto	Cerrado	Con bulbo térmico	Detectores independientes
Inundación total	X	X	X	X	X			X
Tubería húmeda	X	X	X	X		X	X	
Pre-acción	X	X	X	X		X	X	X

A) Sistemas con tubería húmeda

Los sistemas con tubería húmeda pueden activarse a partir de un sistema de cilindros a presión equipados con válvula Firetrace que permite mantener la presión deseada en la red, o a partir de un sistema de bombeo, en este caso la presión en la red se consigue gracias a la incorporación de una bomba Jockey. En el primer caso, el sistema se compone de:

- Cilindros de agua, cilindro de nitrógeno cargado a 200 bar equipados con válvula Firetrace para el mantenimiento de la presión a 15 bar en el sistema y cilindro cargado con nitrógeno a 200 bar equipado con cono neumático, para el disparo de los cilindros de agua (en configuraciones con más de un cilindro de N2).



Para la puesta en marcha del sistema, es necesario presurizar la línea de descarga con agua a 15 bar antes de dejar la válvula en servicio (red de difusores, colector de salida, latiguillos de descarga), ya que estas válvulas permanecen cerradas gracias a la presión interior de la línea de descarga a la que está conectada y se abre al faltar esa presión descargando el agente extintor por los difusores. La línea de disparo (latiguillos de disparo) se presuriza con nitrógeno a 15 bar, para tener todo el sistema en equilibrio a la misma presión.

Si se produce una fuga en el sistema, la válvula Firetrace es capaz de restaurar la presión de 15 bar en el sistema. Si se produce la rotura del bulbo de un atomizador, la presión baja de forma brusca.

En estas condiciones la válvula Firetrace no es capaz de compensar la fuga y se abre presurizando la línea piloto y los cilindros de agua produciéndose la descarga. En aquellas configuraciones con más de un cilindro de nitrógeno al presurizarse la línea piloto se rompe el disco de ruptura que conecta la línea piloto a los demás cilindros de N2 y permite la descarga de todos los cilindros de N2.

En el caso de un sistema con grupo de bombeo para tubería húmeda, la bomba jockey permite el mantenimiento de las líneas de descarga a una presión entre 20 y 30 bar. El caudal máximo de la bomba jockey en todo momento garantiza la imposibilidad de alimentación por parte de esta bomba al cabezal de menor caudal de la instalación, lo que asegura su función de presurización permanente sin intervención en la fase inicial del control o extinción del incendio, función que realiza en exclusiva, el equipo de bombeo principal.

En estos tipos de sistemas, la función de detección la realiza el propio atomizador ya que está provisto de un bulbo que se rompe cuando alcanza cierta presión.

B) Sistemas tubería seca

Los sistemas con tubería seca pueden activarse a partir de un sistema de cilindros a presión o a partir de un sistema de bombeo, produciendo la descarga por todos los atomizadores abiertos. En este tipo de sistemas, la detección es independiente del sistema de Agua Nebulizada.

C) Sistemas de Acción Previa

La instalación hidráulica se compone de difusores de Agua Nebulizada cerrados conectados a una tubería seca y que incorporan además un sistema complementario de detección de incendios. El sistema de detección arranca el grupo de bombeo dejando la insta-



lación lista para descargar el agua. El agua sólo saldrá por los difusores que abran por acción de la alta temperatura. Estos sistemas se utilizan en casos en que tener el sistema permanentemente con agua puede ocasionar problemas (de congelación , por ejemplo).

3.2.3. Parámetros de diseño

En la actualidad el uso y diseño de sistemas de extinción de incendios utilizando como agente extintor Agua Nebulizada se ampara en las siguientes Normativas y/o guías:

- Guía de directrices para el diseño e instalación de sistemas de agua nebulizada, Ed. 2005, publicada por **Tecnifuego-Aespi**.
- **NFPA 750** Estándar americano genérico para sistemas de protección contra incendios con Agua Nebulizada. No incluye parámetros de diseño.
- **prEN 12972** Proyecto de Norma en elaboración, LPG forma parte del Grupo que trabajo que desarrolla este estándar. Definirá los sistemas como control y trata el diseño de las diferentes aplicaciones por separado.
- Protocolos específicos definidos por entidades de prestigio:
 - VdS
 - Escaleras mecánicas
 - Oficinas (Riesgos ordinarios Clase I)
 - Galerías de Cables
 - Archivos
 - ...
- **MSC/Circ. 668/728** Sistemas de Agua Equivalentes en Salas de Máquinas
- **MSC/Circ. 913** Sistemas de Aplicación Local de Agua Equivalentes en Salas de máquinas Clase A.
- **Resolución A800 Sistemas de rociadores equivalentes:**
 - FM (Factory Mutual)
 - Riesgos Ordinarios
 - Salas de Maquinaria / Turbinas hasta 260 m²
 - Salas de Maquinaria / Turbinas superiores a 260 m²
 - Fosos de maquinaria
- **CEN:**
 - Líquidos inflamables
 - Riesgo Ordinario Clase 1
 - Freidoras no industriales
 - Galerías de cables

Para realizar un diseño correcto de un sistema de protección contra incendios mediante Agua Nebulizada se debe disponer de la siguiente información del riesgo a proteger:

- Dimensiones (largo, ancho y altura) del recinto. Falso techo, falso suelo... alturas.
- Tipo de riesgo, ¿qué hay en la sala a proteger? Esto determinará el tipo de difusor.
- Rango de posibles temperaturas en el recinto (*especialmente si pueden existir temperaturas bajo 0 °C*).
- Situación o estado del recinto para desaguar el agente después de la descarga.
- Distribución de la red de tubería y ubicación del equipo.

1) Selección del tipo de riesgo

El primer paso para diseñar un sistema con Agua Nebulizada es seleccionar la aplicación que se adecue al riesgo a proteger. Una vez seleccionada la aplicación, se establece un caudal de descarga aplicado a un tipo de difusor para el riesgo.

2) Cantidad de agua necesaria

Para el diseño de los sistemas de Agua Nebulizada, cada fabricante ha llegado a la consecución de unos parámetros de diseño específicos para cada riesgo determinado y tipo de aplicación.

Una vez definido el riesgo y su aplicación se establece un tipo de difusor de descarga y una presión de diseño. Cada difusor tiene asociado un *factor k* que depende del número de micro-difusores y su geometría.

Las necesidades de caudal requerido por el sistema, se obtienen mediante el producto del número de difusores, por el *factor k* más desfavorable de los difusores dependientes del sistema y por la raíz cuadrada de la presión de diseño.

$$Q_{l/min} = n_{max} \cdot k \cdot \sqrt{P_{diseño}}$$
$$V = Q \cdot T_{tiempo\ diseño}$$

Donde

Q [l/m]:	Caudal requerido por el sistema.
A_{min} [m²]:	Área mínima, del total de la superficie, que se establece como área de máxima deactivación.
n_{max}:	Máximo número de difusores que se activarán en un mismo instante.
k [l/min·bar 0.5]:	Factor intrínseco del difusor que depende de su configuración y su geometría.
P [bar]:	Presión de diseño.
V [l]:	Volumen de agua requerido para un tiempo de descarga establecido a presión de diseño y con n max difusores activados al mismo tiempo.
T [min]:	Máximo tiempo de descarga a la presión de diseño y con nmax difusores activados al mismo tiempo.

3) Temperatura del recinto

Los sistemas de Agua Nebulizada deben estar provistos de algún tipo de anticongelante si las temperaturas de los recintos por donde pasa la tubería pueden alcanzar valores inferiores a los 0 °C.

4) Tiempo de protección

Los sistemas de Agua Nebulizada, presentan aplicaciones de extinción y de control. Esta particularidad se ve reflejada en el tiempo de protección.

Los sistemas de extinción (normalmente sistemas de pre-ingeniería), tienen un tiempo de descarga fijo y establecido para conseguir la completa supresión del fuego, hasta que no exista combustible quemándose.

En los sistemas de control, el objetivo es limitar el crecimiento del fuego reduciéndose la temperatura de los gases evitándose daños materiales a los elementos adyacentes a la zona del fuego. El tiempo de descarga, se deberá establecer, de manera que esta permanezca hasta la llegada de los medios de intervención. El proyecto de Norma Europea prEN 14972, para el diseño de sistemas de control con Agua Nebulizada, establece un tiempo mínimo de descarga de 30 minutos.

La cantidad total de agua requerida por el sistema, depende directamente del tiempo de descarga que se establezca para la protección del riesgo.

5) Objetivo de la protección

La definición del objetivo de un sistema de Agua Nebulizada - *extinción o control* - es crítica, pues tiene implicaciones en el tiempo de funcionamiento del sistema, la necesidad de una actuación de los equipos de emergencia, la rapidez con la que esta actuación es posible y el hecho de que el fuego se vaya a apagar o controlar durante o después de la aplicación, la cantidad de agua a utilizar, etc.

El Agua Nebulizada sólo puede aportar la energía necesaria para extinguir un fuego durante la descarga, a diferencia de los gases para los que la capacidad extintora se mantiene después del fin de la descarga. Si no se calcula correctamente el tiempo de aplicación para el agua y no se realiza directamente en la zona del fuego, éste no se extinguirá. Además si después de la descarga existen zonas calientes o la fuente de ignición sigue presente, existe el riesgo de que el incendio vuelva a reproducirse. Un sistema de Protección Contra Incendios mediante Agua Nebulizada puede responder a dos objetivos diferentes que, en cualquier caso, es preciso conocer para evaluar la idoneidad del sistema:

– Control del incendio

En este tipo de diseños el sistema de Agua Nebulizada tiene como objetivo limitar el crecimiento y propagación del incendio mojando previamente los materiales combustibles adyacentes y controlando las temperaturas de los gases de combustión. En este tipo de diseño es posible que, en algunas ocasiones, se consiga la completa extinción del incendio, aún así, el diseño se realiza siempre como sistema de control porque no se puede garantizar la extinción (localización y tamaño del fuego desconocidos).

– Extinción del Incendio

En este tipo de diseño el sistema tiene como objetivo la completa eliminación del fuego hasta la desaparición total de la combustión en los materiales.

3.2.4. Aplicaciones

El Agua Nebulizada de alta presión, se aplica en situaciones muy diferentes y, como se ha indicado anteriormente, con objetivos diferentes en función del riesgo que se desea proteger.

Una larga experiencia y numerosos ensayos en laboratorios de características muy diversas y, en condiciones también diferentes, nos avalan en la aplicación del agua nebulizada para diferentes tipos de riesgos:

Sistemas de Control:	Salas de ordenadores, locales con riesgo de fuegos clase A, archivos, galerías de cables, centros de telecomunicaciones
-----------------------------	---

Sistemas de Extinción:	Cocinas industriales, almacenamiento de líquidos inflamables, turbinas y transformadores, banco de ensayo de motores, motores diesel y alternadores, cabinas de pintura, escaleras mecánicas (no incluye los riesgos eléctricos de los fosos)
-------------------------------	---

3.2.5. Tipo y cálculo de tuberías

El dimensionado del sistema de tuberías resultante del cálculo hidráulico asegura el caudal necesario y la correcta nebulización en el difusor más lejano.

Un cálculo preciso de las pérdidas de carga de un sistema de tuberías no puede realizarse sin la siguiente información:

- Posición y modelo de cada uno de los difusores.
- Posición de la batería de cilindros de Agua Nebulizada o equipo de bombeo.
- Longitud de tubería entre los difusores.
- Longitud de tubería entre las diferentes zonas y el sistema de impulsión.

Método de cálculo

El método de cálculo se aplicará para cada tramo del sistema de tuberías considerándose los tramos como el conjunto de tuberías y codos delimitados por:

- Bifurcaciones de corrientes
- Cambios de secciones de tubería
- Equipo bombeo o batería de cilindros
- Difusores

El cálculo hidráulico está basado en las ecuaciones de la mecánica de fluidos para determinar las pérdidas de carga (Coeficiente de fricción, Formula de Darcy-Weisbach, ...).

Tuberías y accesorios

Las tuberías deberán instalarse según el plano isométrico que se incluye en el proyecto, respetando las medidas, dimensiones y calidades de las tuberías que se indican en el plano. Un cambio en las dimensiones o medidas de la tubería puede repercutir en un mal funcionamiento del sistema. En caso de ser necesaria alguna modificación, ésta debe ser previamente consultada a la ingeniería que ha diseñado el sistema.

La tubería y accesorios que se deberán utilizar para las instalaciones de los sistemas de Agua Nebulizada, deberán cumplir con las características siguientes:

- Tubería de acero inoxidable de calidad AISI 316L sin soldadura según DIN-2462.
- Conexión mediante accesorios tuerca con bicono PN315.
- La instalación deberá estar puesta a tierra.
- Curvatura permitida con un radio mínimo de 5 veces el diámetro de la tubería.

Soportes

- Toda instalación debe tener como mínimo dos soportes que sujeten su tubería.
- La distancia máxima entre dos soportes a lo largo de la tubería nunca será superior a los valores siguientes:

Diámetro Ext. Nominal[mm]	Diámetro Ext. Nominal [Pulgadas]	Distancia máxima entre soportes [m]
10	3/8	1.0
15	1/2	1.5
20	3/4	1.8
25	1	2.1
32	1 1/4	2.4
40	1 1/2	2.7
50	2	3.4
70	2 1/2	3.5
80	3	3.7
100	4	4.3

- Cuando la tubería sea superior a 2 pulgadas (DN 50) y no se puedan respetar las distancias de la tabla por motivos constructivos, estas distancias se pueden ampliar hasta 6 m entre soportes, siempre que éstos sean dobles.
- Los soportes de la tubería deben situarse cercanos a las uniones de la tubería.
- Los soportes deberán unir la red de tuberías directamente a la estructura del edificio y no utilizarse para soportar otros objetos. Las partes del edificio sobre las que se fijen los soportes deben ser lo suficientemente resistentes como para soportar la carga (ver carga de diseño en la tabla). De no ser así, se deben fijar tirantes adicionales a otros elementos resistentes. Sólo las tuberías de diámetro nominal inferior o igual a 50 mm podrán fijarse a estructuras metálicas en forma de cerchas o losas de hormigón (el diseño deberá ser aprobado por las autoridades). Los tacos en losas de hormigón deberán estar situados por lo menos a 150 mm del borde de la losa.
- La distancia entre el difusor y su soporte deberá ser lo más corta posible:
 - Para tubería de diámetro inferior o igual a 25 mm, la distancia máxima del soporte al difusor será de 0.1 m.
 - Para tubería de diámetro superior a 25 mm, la distancia máxima del soporte al difusor será de 0.25 m.
- Se recomienda soportes tipo cuelgue, pera o abarcones. Las abrazaderas y otros elementos de soporte deberán rodear totalmente el tubo y ser cerrados.

– Los soportes deberán cumplir los siguientes requisitos y profundidad de anclaje:

Diámetro nominal de la tubería	Carga de diseño [N]	Tamaño de rosca [métrica]	Profundidad mínima para anclaje con tacos en hormigón [mm]
hasta DN50 (2")	3/8	8	30.0
entre DN50 (2") y DN100 (4")	1/2	12	40.0

Los soportes deberán instalarse según los planos de la instalación teniendo en cuenta que los soportes que se instalen dentro del riesgo deben de ser de aluminio para soportar altas temperaturas.

4. Inspecciones periódicas y mantenimiento

4.1. Exigencias mínimas

Los sistemas de protección contra incendios con Agua Nebulizada deben estar sometidos a un programa de mantenimiento preventivo que garantice su correcto funcionamiento en caso de incendio. Tanto el jefe de seguridad como el personal encargado de realizar el mantenimiento deben estar instruidos en el funcionamiento del sistema, en las condiciones de seguridad requeridas para el mantenimiento y en los efectos del Agua Nebulizada sobre las personas y sobre los bienes.

Nota: Antes de proceder a la inspección de los equipos desconectar la señal procedente de la centralita de incendios para evitar descargas accidentales.

- El usuario debe mantener un programa de mantenimiento e inspección. Las operaciones de mantenimiento deben ser registradas y seguir un calendario con la finalidad de asegurar que el sistema esté en todo momento en perfectas condiciones de funcionamiento.
Sirve también para identificar problemas debido al envejecimiento, daños accidentales y de entorno, manipulación no autorizada y en general todos aquellos factores que pudieran afectar negativamente el rendimiento previsto.
- La fecha de inspección así como el operario/s que la ha realizado debe estar registrada en una tarjeta en un lugar visible de la batería.

Un sistema de Agua Nebulizada debe ser inspeccionado y probado por personal competente durante la puesta a punto del sistema tras su instalación.

1) Recepción y puesta a punto

La puesta a punto del sistema consiste en una inspección de la instalación para evaluar la conformidad del sistema instalado respecto al sistema proyectado y a la ejecución de una serie de pruebas que garanticen el correcto funcionamiento del mismo.

2) Revisión de componentes

Tras la instalación se debe proceder a la inspección de recepción del sistema, consistente en la realización de una revisión de los componentes, en la que se inspecciona el estado de los mismos, su correcta conexión y que la instalación esté conforme al proyecto.

3) Operaciones de puesta a punto y funcionamiento

Para la puesta a punto, se aconseja realizar la totalidad de las pruebas que se describirán a continuación. Algunas de estas pruebas se realizarán también durante las operaciones de mantenimiento.

Sistemas con bombas:

– Panel de Control:

- Comprobar que los niveles del depósito son los correctos, que no existe ningún problema eléctrico (inversión de fases, falta de tensión), que las válvulas a riesgo están en posición correcta.
- Arranque bombas.
- Funcionamiento sondas depósito, válvula de sobrepresión, transductor de presión, fallo eléctrico.

– **Equipo bombeo:** Comprobar la estanqueidad, incluso goteo, de todos los elementos de que se compone el sistema, que no existan fugas en la salida del depósito, salida de bombas y elementos de control (válvulas, manómetro, transductor de presión, válvula antirretorno, válvula de sobrepresión). Comprobar también que todos los elementos están correctamente fijados: depósitos, bancada, grupo motor/bomba, colectores de impulsión y aspiración.

Sistemas con batería de cilindros:

- Prueba de estanqueidad del circuito de disparo.
- Prueba de funcionamiento de los explosores.
- Prueba de funcionamiento del contacto de paso con enclavamiento.

Redes de distribución:

- Prueba neumática de estanqueidad para tuberías abiertas. Esta prueba verifica la estanqueidad de la tubería de distribución (presión de prueba a 3 bar).
- Prueba hidráulica de estanqueidad para tuberías cerradas. Esta prueba verifica la estanqueidad de la tubería de distribución (presión de prueba 300 bar).
- Barrido con nitrógeno. Un barrido de la instalación con nitrógeno (u otro gas adecuado como aire seco comprimido) asegura la limpieza del interior de la tubería y delata obstrucciones en la misma o en los difusores. El flujo de nitrógeno debe ser continuo.

2.9

Protección activa

Sistema de extención por agua nebulizada

**COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA**

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona

Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net
www.cetib.net



Servei de Visat
Serveis Col·legials
Col·legiació



2.10

Protección activa

Gases extintores



MANUAL
Seguridad
contra incendios

Protección activa
2.10 Gases extintores

Autor
Redacción:
Josep Maria Rebull i Gràcia

Revisión:
Comisión de Medio
Ambiente,
Energía y Seguridad
Área de incendios

Edición
Octubre 2006

Edita
Colegio de Ingenieros
Técnicos Industriales
de Barcelona

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona
Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.org

Coordinación
David Altimira de Maria

Propuesto por
Comisión de Medio
Ambiente,
Energía y Seguridad
Área de incendios

Corrección y asesoramiento
lingüístico
Traducciones Lexic

Diseño gráfico
Georgina Miret

Fotografías
Cedidas por:
LPG Técnicas en Extinción
de Incendios, SA

2.10

Protección activa Gases extintores

Índice

1.	Generalidades	3
2.	Metodología para el cálculo de sistemas de extinción	5
3.	Tipos de gases extintores	8

1. Generalidades

Presentamos con este documento información básica y resumida de los sistemas de protección contra incendio mediante gases extintores, dirigido principalmente a aquellos ingenieros y proyectistas no especialistas que precisen evaluar su aplicación y uso.

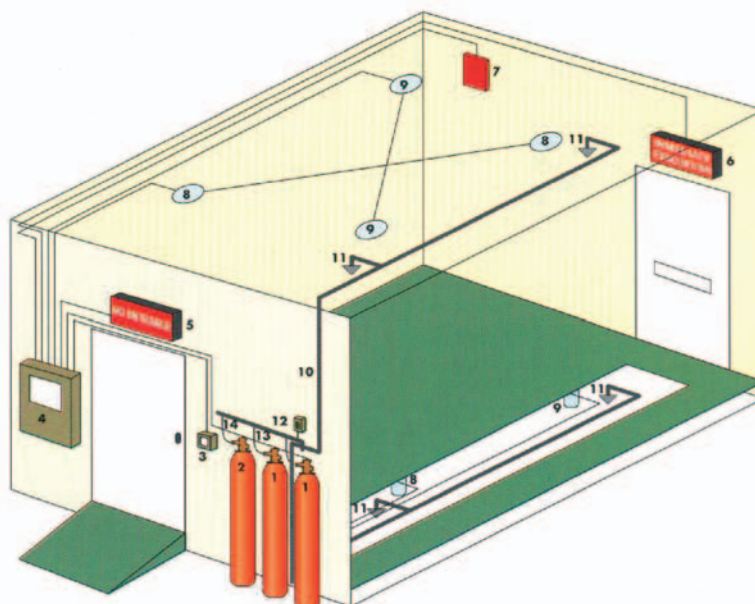
Las tres clases o familias de mayor aplicación y comercialización son las siguientes:

- Anhídrido carbónico (CO_2), también conocido químicamente como dióxido de carbono.
- Hidrofluorocarbonados, denominados comúnmente como HFC.
- Gases inertes, básicamente formados por gases nobles o de características similares.

Estos agentes extintores actúan de una forma limpia sin dejar rastro sobre los bienes protegidos, una vez verificados. No obstante tienen diferentes incidencias sobre las personas y el medio ambiente como detallaremos más adelante.

El primer gas extintor en aplicarse de forma generalizada fue el anhídrido carbónico (CO_2). Se ha demostrado sobradamente que es peligrosa su aplicación en extinciones por inundación total, en aquellos espacios donde están ocupados por personas, aunque sea temporalmente.

Distribución típica de un sistema centralizado



Las concentraciones necesarias para la extensión del fuego reducen las proporciones de oxígeno a niveles intolerables para la respiración. También se trata de un gas acelerador cardíaco por lo que reduce notablemente los índices de seguridad.

En consecuencia, hace años, se sustituyó su aplicación para este tipo de extinciones por el Halón 1301, ya que con muy poca cantidad de gas, sin reducir el oxígeno y de una forma muy limpia y segura se alcanzaban fácilmente los niveles de concentración pura.

Se descubrió que se trataba de un elemento más dentro de las familias CFC destructoras de la capa de ozono, y de poseer un elevado potencial de calentamiento global (GWP), por lo cual se prohibió su fabricación, comercialización y aplicación en la mayoría de países, incluido los de la Unión Europea, en el cumplimiento del Protocolo de Montreal.

Posteriormente y como alternativa al Halón 1301 se han sido desarrollando bases extintoras con potencial destructor de la capa de ozono cero (ODP=0), siendo los más usados los HFC (hidrofluoros carbonados).

Los sistemas de HFC están diseñados para alcanzar la concentración extintora de diseño en un máximo de 10 segundos. Este tiempo es especialmente importante en el caso de los incendios de propagación rápida o donde se protegen bienes sensibles de alto valor.

Los HFC se almacenan como gases licuados a presión y se requiere una cantidad relativamente pequeña de agente. Por esta razón los sistemas de HFC suelen usar menos botellas que en el caso de otros agentes gaseosos y ocupar menos superficie.

Los sistemas de HFC se aplican en un número limitado de casos donde son críticos la rapidez, el espacio y la seguridad.

Los gases inertes actúan por un principio de extinción por reducción de la cantidad de oxígeno, aunque a diferencia del CO₂ no se trata de un acelerador cardíaco como el CO₂.

Desde el punto de vista medioambiental, los gases inertes son neutros y están disponibles fácilmente. Las pruebas de descarga total no están restringidas.

El agente se almacena en forma de gas comprimido y se puede almacenar lejos del espacio protegido.

La descarga de los gases inertes no aporta al riesgo ninguna sustancia corrosiva debida a la descomposición térmica del agente. Tampoco se produce ninguna nube de condensación y no hace falta un diseño cuidadoso para evitar que se produzcan daños en objetos sensibles o irremplazables debido a los productos derivados del propio fuego, como es el caso de algunos HFC.

2. Metodología para el cálculo de sistemas de extinción

Información necesaria:

- Volumen de la sala a proteger (m³)
- Agente extintor a utilizar:

Denominación comercial	Nombre químico
CO ₂	Dióxido de Carbono
FE-13™	Trifluorometano
HFC-125, NAF S125®	Pentafluorometano
HFC-227ea	Heptafluoropropano
Gases Inertes	Argón, Nitrógeno

- Normativa de diseño
- Tipo de riesgo

2.1. Sistemas FE-13™, HFC-125, NAF S125®, HFC-227ea, LPG INERT IG-01, IG-55 E IG-100:

Escoger la concentración de diseño de acuerdo con la normativa de diseño a utilizar y el tipo de riesgo a proteger:

La normativa de diseño y el tipo de riesgo a proteger son parámetros necesarios para escoger la concentración de diseño y calcular la cantidad necesaria de agente. Los tipos de fuego se clasifican en:

Fuego Clase A Superficial: Fuegos de combustibles sólidos como madera, goma, papel y plásticos.

Fuego Clase A Superior (solo para ISO 14520): Fuegos clase A superficial donde alguna de las siguientes condiciones esté presente:

- Haces de cables de más de 100 mm de diámetro.
- Bandejas de cables con una densidad de llenado mayor que un 20% de la sección de la bandeja.
- Apilamientos horizontales o verticales de bandejas de cables (con una distancia menor de 250 mm).
- Equipos que consuman energía durante el periodo de extinción donde la potencia exceda los 5kW.

Fuegos Clase B: Fuegos de líquidos o gases inflamables.

Nota: Cuando más de un tipo de fuego esté presente se deberá usar la concentración de diseño más alta.

Las **concentraciones a utilizar para los sistemas LPG** en función de la normativa de diseño se presentan en la siguiente tabla:

	ISO 14520 (Edición 2006)				NFPA 2001 (Edición 2004)	
	Clase A superficial		Clase A superior		Clase A superficial	
	Conc.	FI	Conc.	FI	Conc.	FI
FE-13™	15,9%* /16,3	0,556 / 0,572	16,30%	0,573	14,70%	0,507
HFC-125/NAFS125®	11,2% /8,7%	0,642 /0,485	11,50%	0,661	10,40 / 8,00%	0,591 / 0,443
HFC-227ea/FM200®	7,9%	0,625	8,50%	0,677	7,30%	0,574
IG-01	41,9%	0,534	48,40%	0,650	38,70%	0,481
IG-55	40,3%	0,507	45,10%	0,589	37,20%	0,457
IG-100	40,3%	0,507	41,50%	0,527	37,20%	0,457

* Valor de concentración para sistemas de LPG según certificación LPCB.

Nota 1: El factor de inundación (FI) está calculado considerando una temperatura de la sala de 20°C y una altitud sobre el nivel del mar de 0 m.

Nota 2: Los factores de inundación para FE-13™, HFC-125, NAF S125® y HFC-227ea están calculados en Kg. /m³.

Nota 3: Los factores de inundación para LPG INERT IG-01, IG-55 e IG-100 están calculados en m³/m³.

2.2. Metodología para el cálculo de sistemas de extinción

Calcular el número de kg o m³ de agente utilizando la siguiente fórmula:

– Para sistemas FE-13™, HFC-125, NAF S125®, HFC-227ea :

Cantidad de agente (kg.) = Volumen de la sala a proteger (m³) x FI (kg./m³)

Nota: Para sistemas FE-13™, multiplicar la cantidad calculada por 1,2 para obtener la cantidad total necesaria (esta cantidad adicional puede variar después de realizar los cálculos hidráulicos).

– Para sistemas LPG INERT IG-01, IG-55 e IG-100:

Cantidad de agente (m³) = Volumen de la sala a proteger (m³) x

2.3. Prueba de estanqueidad y concentración en recintos

Para verificar el tiempo de permanencia del agente extintor gaseoso dentro del recinto protegido (según norma ISO 14520 UNE 23570 o NFPA 2001) se debe realizar una prueba de estanqueidad mediante un equipo de ventilador de puerta.

Dicho equipo verifica el tiempo de permanencia en el riesgo (min. 10 minutos) de cualquier agente extintor gaseoso (HFC-227, FE-13, CO₂, GASES INERTES etc). En el caso de que el tiempo de per-

manencia sea bajo (menor de 10 min.), el sistema permite identificar las áreas de fugas para su posterior sellado.

Solo una empresa acreditada puede realizar estas pruebas y por lo tanto emitir los certificados resultantes de cada medición, así como las pruebas de concentración, o sea poseer los equipos adecuados y homologados para medir la concentración del agente extintor y su permanencia en el tiempo, dentro del riesgo protegido.

2.4. Prohibición legal de los Halones 1301 – 1211 y similares

De conformidad con el artículo 4 del Reglamento de la CE 2037/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de Junio de 2000, sobre sustancias que agotan la capa de ozono, los sistemas fijos de protección contra incendios y los extintores manuales que contengan halones que afecten a la capa de ozono de la atmósfera, deben ser retirados del servicio antes del 31 de diciembre del 2003.

Para velar por el estricto cumplimiento de este reglamento existe una brigada especializada de la Guardia Civil (SEPRONA) que aplica importantes sanciones a los propietarios de los sistemas que no los hayan retirado a tiempo. Los importes de las sanciones pueden variar entre 300.506,06 y 1.202.024,21 euros.

Existen empresas especializadas que ofrecen un completo servicio de gestión del Halón contaminante y que incluye los siguientes servicios:

- Retirada del Halón instalado.
- Estudio de las distintas alternativas posibles y propuesta de la más idónea según necesidades.
- Suministro de los agentes extintores alternativos.
- Transporte del Halón a la planta de tratamiento.
- Adquisición de la responsabilidad sobre su eliminación.

3. Tipos de gases extintores

3.1. Anhídrido carbónico (CO₂)



El más usado con éxito desde hace muchos años, de bajo coste y eficacia demostrada, su uso es apto para la inundación total de zonas donde no existe disponibilidad de exponer a personas al agente extintor, así como para sistemas de aplicación local. El gas se almacena a presión en fase líquida y puede almacenarse lejos del compartimiento protegido.

A presión atmosférica el dióxido de carbono (CO₂) es incoloro, inodoro, no conduce la electricidad y se caracteriza por su penetración rápida y eficaz en el área a proteger, siendo su densidad aproximadamente un 50% más alta que la del aire.

El CO₂ se almacena en estado líquido en cilindros de alta presión.

Este extingue el fuego por medios físicos según dos mecanismos principales: reduciendo la concentración de oxígeno dentro del local desde el 21% hasta por debajo del 15%, nivel en el que la mayoría de fuegos no pueden mantener la combustión.

Cuando se trata de proteger riesgos ocupados, debe considerarse el hecho de que la instalación de CO₂ aunque sea en concentraciones bajas, puede provocar asfixia.

Con las precauciones necesarias para la seguridad, el CO₂ ha sido aplicado con eficacia durante más de 50 años para proteger áreas tales como transformadores, riesgos eléctricos, falsos suelos.

Los sistemas de inundación total de CO₂ se diseñan normalmente para que se alcance la concentración de diseño en un período que va de uno a siete minutos. Tiempos de descarga más largos ayudan a minimizar el coste del sistema. Por lo demás, la rapidez de la descarga no es crítica, ya que no existe preocupación por la generación de productos de descomposición del propio agente extintor.

Como principales ventajas podemos destacar:

- Facilidad de recarga
- No deja residuos tras su aplicación
- Eficaz en fuegos con llama.
- No genera productos de descomposición en contacto con las llamas.

3.1.1. Características físicas

Los sistemas de inundación están diseñados para conseguir una mezcla homogénea del agente extintor gas con el aire en el compartimiento protegido. La concentración extintora alcanza la base del incendio y se mantiene hasta que haya desaparecido todo el peligro del fuego. El tiempo de retención y las fugas se comprueban durante la puesta en servicio mediante pruebas de estanquidad del compartimiento. En la fase de diseño se tiene consideración cualquier necesidad de alivio de sobrepresión.

Debido al hecho de que el CO₂ se almacena en fase líquida, y a su alta relación de expansión, hace falta un diseño correcto de las conducciones para evitar que provoque efectos adversos.

Características Físicas

Nombre químico	Dióxido de Carbono
Formula química	CO ₂
Peso molecular	44.01
Punto triple Temperatura	55.6°C
Punto triple: Presión	517.8 kPa
Densidad de líquido a 20°C	777Kg ./ m ³
Temperatura crítica	31.0°C
Presión crítica	73.82bar
Presión a 21°C	58.8bar
Presión de vapor a 20°C	57.2bar
Densidad de llenado máxima	0.75Kg/l
Densidad relativa al aire	1.5
Concentración para fuegos eléctricos profundos Vol 57m ³	1.6Kg./m ³
Concentración para fuegos eléctricos profundos Vol 57m ³	1.33Kg./m ³
Concentración de extinción para archivos	61% (2.0Kg./m ³)
Concentración típica para fuegos superficiales	34%
Poder destructor del ozono	0

3.1.2. Tubería

La máxima presión de trabajo en tubería es de 175 bar (para una presión de llenado de 0.75kg./l) y de 138 bar (para una presión de llenado a 0.67kg/l) según norma CEPREVEN. Se aconseja utilizar tubería según norma ASTM/ANSI B. 36.10-XS o equivalente. Hasta 3/4" Sch.40, para diámetros mayores Sch. 80.

Hasta 2" se aconseja roscar tubería con accesorios forjados de 3000 lb. ANSI B.16.11, y a partir de 2^{1/2"} se aconseja soldar la tubería con accesorios ANSI B.16.9 y B.16.28

3.1.3. Certificaciones



3.1.4. Ejemplo de cálculo (*)

Tipo de riesgo

Archivo de papel de: 7 x 7.5 x 3m

Superficie: 52.5 m²

Volumen: 157.5 m³

NORMATIVA CEPREVEN R. T.4 CO₂ 1998

Cantidad necesaria

$$Q = K_b (0.2 A + 0.75V) \times 1.1$$

$$A = (2 \times 7 \times 7.5) + (2 \times 7.5 \times 3) + (2 \times 7 \times 3) = 192 \text{ m}^2$$

$$V = 157.5 \text{ m}^3$$

$$Q = 2.25 (0.2 \times 192 + 0.75 \times 157.5) \times 1.1 =$$

387.3 kilos de CO₂

Criterio de cobertura por difusor :

2 cilindros con 50 kilos c/uno = 1 difusor de 3/4"

1 cilindro con 50 kilos = 1 difusor de 1/2"

Estos datos **siempre** estarán a expensas de los resultados de los cálculos hidráulicos.

Densidad de llenado

0.75-0.67 Kg/litro

Normativas

NFPA 12, CEA 4007:1997-08,

CEPREVEN R. T.4. CO₂ 1998

Av = Área total en m² de todas las superficies laterales, suelo y techo incluyendo aberturas.

Ao = Área total en m² de todas las aberturas.

$$A = Av + 30Ao$$

$$V = Vv + Vz - Vg$$

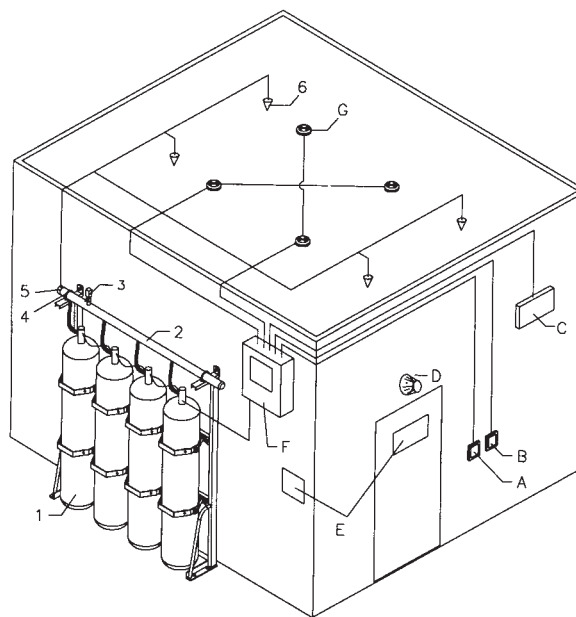
Vv = Vol. del recinto o del objeto (real o imaginario) en m³.

Vz = Volumen en m³ del aire que se extrae durante la descarga.

Vg = Volumen de estructura que puede deducirse.

Kb = Factor del material a proteger, siempre mayor o igual a la unidad.

Nota del autor: Este ejemplo es totalmente teórico y orientativo, por lo que no asumimos responsabilidades al aplicarse en casos reales o prácticos debido a las circunstancias particulares de cada riesgo.



Material

Kb

% C

Kb para combustibles sólidos

Algodón	2,00	57%
Material celulósico.	2,25	61%
Material Plástico.	2,00	57%
Papel, cartón ondulado,,,	2,25	61%

Kb para líquidos y gases

Aceites de engrase.	1,00	34%
Acetona.	1,00	34%
Alcohol etílico.	1,34	43%
Gasóleo.	1,00	34%
Gasolina.	1,00	34%
Keroseno.	1,00	34%

Kb para equipos especiales

Estaciones eléctricas.	1,2	40%
Generadores eléctricos.	2,0	57%
Imprentas de artes gráficas.	2,25	61%
Instalaciones de pintura.	1,2	40%
Máquinas de hilar.	2,0	57%
Ordenadores.	1,5	47%
Proceso de datos	1,2	40%
Salas de cables.	1,5	47%
Transformadores.	2,0	57%

3.1.5. Sistema de pesaje

Los sistemas centralizados de extinciones mediante CO₂ y otros gases extintores, pueden sufrir pequeñas fugas o micro-fugas a lo largo del tiempo que reducen las reservas del gas extintor hasta un nivel que los convierte en ineficaces, por no alcanzarse la concentración diseñada.

Para el control de estas fugas existen unos dispositivos de pasaje permanente, electrónico o mecánico, que activa una alarma cuando el peso y proporción de algún recipiente se reduce a valores mínimos peligrosos.

3.2. FE-13tm (Trifluorometro)

El Fe-13 (HFC 23) es un gas incoloro, casi inodoro, eléctricamente conductor, con una densidad aproximadamente unas 2,4 veces del aire. Extingue el fuego principalmente por medios físicos.

3.2.1. Características físicas

Es un agente extintor limpio, muy adecuado para la protección de salas de ordenadores, archivos y equipos eléctricos y es especialmente útil para áreas que requieren almacenamiento a temperaturas bajas. Su eficacia ha sido comprobada en locales con techos de hasta 7.5 metros de altura.

Características Físicas

Nombre químico	Trifluorometano
Formula química	CHF 3
Designación según ISO 14520, UNE 23570 y NFPA 2001	HFC23
Peso molecular	70,01
Punto de ebullición a 1.013 bar	-82,1°C
Densidad de líquido a 20°C	807 Kg./m ³
Temperatura crítica	25,9°C
Presión crítica	48,36 bar
Presión de vapor a20°C	41,83 bar
Resistencia eléctrica relativa a 1atm 25°C (N2 =1.0)	1,04
Densidad de llenado máxima	0,85Kg /l
Concentración típica de diseño para heptano	16,8%
Factor de inundación para heptano a 20°C	0,593 x 1,2 kg /m ³
Concentración de diseño para clase A superficial	16,5%
Factor de inundación para clase A superficial	0,581 x 1,2kg./m ³
NOAEL	50%
LOEL	50%
Poder destructor del ozono	0
Potencial de efecto invernadero	11,700
Aprobaciones y reconocimientos	EPA–NFPA, UL –FM

Como todos los agentes fluorados que sustituyen al Halón 1301, el FE-13 extingue los incendios principalmente por absorción al calor.

El FE-13 no deja residuos tras su aplicación, ya sea por una descarga fortuita, por falsa alarma o por la existencia de un fuego y permite la evacuación del local en 5 minutos.

El FE-13 es totalmente seguro para aplicaciones en áreas ocupadas, en la actualidad no existe ningún agente extintor con este margen de seguridad tan amplio, siendo el NOAEL de 50%.

Preferentemente debe diseñarse mediante un software de cálculos hidráulicos y certificado, a ser posible, por laboratorios acreditados, con ello se garantiza que en ningún caso el tiempo de descarga necesario para alcanzar el 95% de la concentración de diseño será superior a 10 segundos, según la norma UNE 23570:2000.

3.2.2. Certificaciones LPG



3.2.3. Tubería

La presión máxima de trabajo en tuberías es de 137 bar (ISO 14520). Se aconseja utilizar la que cumple la norma ASTM/ ANSI B. 36.10-XS o equivalente, con el siguiente grueso de pared: hasta 3/4" Sch.40, y para diámetros mayores Sch. 80.

Hasta 2" es recomendable roscar la tubería con accesorios forjados de 3000Lb ANSI B.16.11, pero a partir de 2 1/2" se aconseja soldar la tubería con accesorios ANSI B. 16.9 y B 16.28.

Diámetro tuberías		FE -13tm
Factor de concentración		0.581Kg/m3 + 20% máximo
Cobertura max.	por difusor	9m x 9m
Diámetro Nominal	Diámetro Pulgadas	CAUDAL
10	3/8"	Hasta 10
15	1/2"	11-20
20	3/4"	21-30
25	1"	31-50
32	1 1/4"	51-80
40	1 1/2"	81-120
50	2"	121-190
65	2 1/2"	191-280
80	3"	281-450
100	4"	+

3.2.4. Ejemplo de cálculo para sistema modular

Tipo de riesgo

Superficie: 25m²

Volumen : 75m³

Concentración de diseño: 16.5%

(Aprobado por LPCB para LPG según protocolo LPS 1230. La norma UNE 23573:2000 erróneamente indica una concentración de 18% cuando debería figurar 19.9%. Solo LPG *esta autorizado a utilizar el 16.5%*).

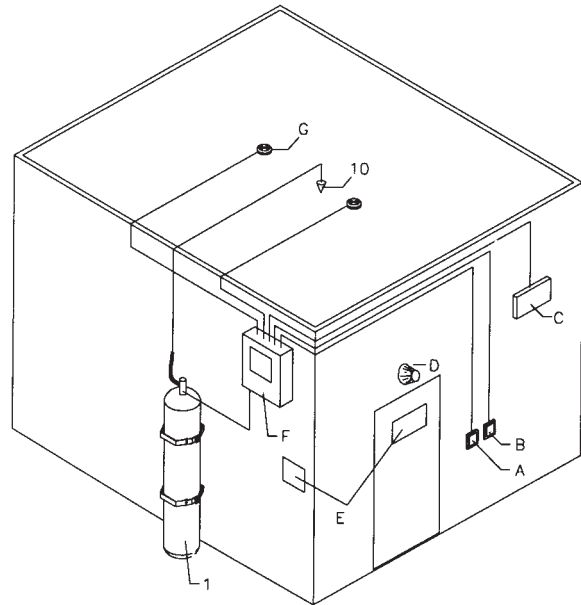
Factor de inundación para el

16.5% = 0.581Kg/m³

Factor de incremento=de 11 a 20% sobre cálculos hidráulicos.

75m³ x 0.581 Kg/m³ = **44 Kg de FE 13 de carga efectiva**, que multiplicado por el 20% de factor de incremento presenta una carga total de: 44 kg. 1.2 = **53 Kgs. de carga total**.

Estos datos SIEMPRE estarán a expensas de los resultados de los cálculos hidráulicos.



Un difusor protege una cobertura máxima de 9 x 9 m. Se aconseja una distribución equilibrada y en potencias de 2, como en este caso la superficie es pequeña, trabajaremos con un solo difusor.

3.2.5. Ejemplo de cálculo para grandes Riesgos (sistema con batería)

Tipo de riesgo

Centro proceso de datos de: 18x18x3m

Superficie: 324 m³

Volumen: 972 m³

Concentración de diseño: 16.5% **(Aprobado por LPCB para LGP según protocolo LPS 1230)** La norma UNE 23573:2000 erróneamente indica una concentración del 18% cuando debería figurar 19.5%. **Solo LPG esta autorizado a utilizar el 16.5%.**

Factor de inundación para el

16.5% = 0.581Kg/m³.

Factor de incremento = de 11 a 20%. Sobre cálculos hidráulicos.

972m³ x 0.581 Kg /m³=565 kilos de FE 13 de carga efectiva.

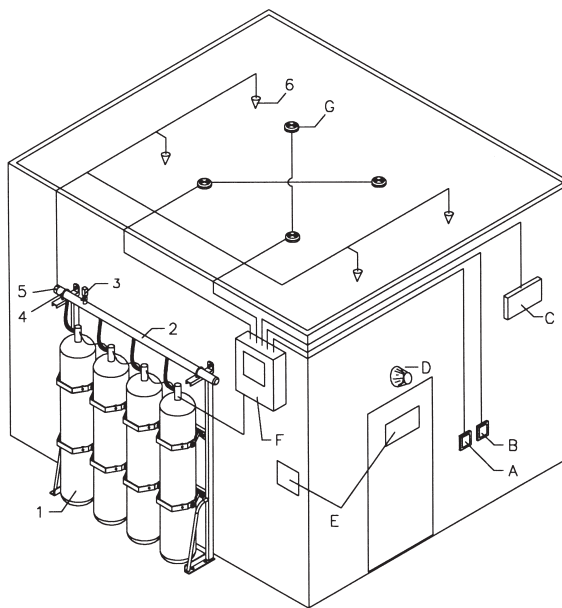
565x1.20= 678 KILOS de carga total.

Seleccionaremos de las páginas que describen las baterías qué capacidad y nº de cilindros pueden contener los kilos que necesitamos. Observamos que hay varias posibilidades, así pues escogemos la que consideramos más conveniente. Por más económica en este caso, se selecciona una batería de cilindros de 120 litros.

Sabemos que un difusor protege una superficie máxima de 9x9m. LPG aconseja una distribución equilibrada y en potencias de 2, lo primero que haremos es:

324m²/81m²=4 difusores, iríamos a la tabla de "Diámetros de tubería" y escogeríamos según el caudal, el diámetro del difusor, es decir:
 565Kg: 4 difusores = 141,25=4 difusores de 1^{1/2"}.

Estos resultados iniciales SIEMPRE estarán a expensas del resultado de los cálculos hidráulicos.



Normativa: UNE 23573:2000, NFPA 2001:2000, ISO 14250

Descripción técnica: HFC23

Bases de diseño en fuegos clase A: 0.581kg./m³

Concentración de diseño: 16.5% (Aprobado por LPCB para LPG según protocolo LPS 1230)

Factor de incremento: s/ cálculos hidráulicos 18/20%.

Densidad máxima de llenado: 0.85Kg./litro

Indicado para:

- Salas de ordenadores
- Archivos
- Equipos eléctricos

Ventajas principales:

- Adecuado para techos altos (hasta 7.5m)
- Adecuado para bajas temperaturas (-40°C)
- Amplio margen de seguridad en zonas ocupadas (NOAEL 50%)
- Los cilindros pueden ubicarse lejos del riesgo a proteger .
- No deja residuos tras su aplicación
- Descarga en 10 segundos.

3.3. HFC 125 / NAF S 125® /FE-25 Propiedades

El NAF S 125 / FE-25 es físicamente similar al Halón 1301 por lo cual es una excelente y eficaz alternativa, con la ventaja de que no es destructor de la capa de ozono.

Es adecuado como agente extintor en sistemas por inundación total en áreas ocupadas, protegiendo bienes tales como ordenadores, archivos, equipos eléctricos y de telecomunicaciones, entre otros.

Estudios realizados según el modelo PBPK (physiologically based pharmacokinetic model), incluido en NFPA 2001, han demostrado que la exposición de las personas al NAF S 125® durante un tiempo máximo de 5 minutos y la concentración de hasta el 11.5% , no producen un nivel de NAF S 125 en la sangre asociado a una sensibilización cardiaca permitiendo la evacuación del local en 5 minutos.

El NAF S 125® de LPG, tiene una pequeña cantidad de un aditivo patentado llamado d-limonene (0,15% en peso) que permite reducir los productos de descomposición generados durante el proceso de extinción.

El NAF S 125® está identificado en la NFPA 2001 Estándar como un agente limpio para sistemas de extinción de incendios y es marca registrada de Safety Hi-Tech.



Como principales ventajas podemos destacar:

- Máxima reducción de los daños del incendio/ mayor rapidez de intervención
- Máxima seguridad en el ambiente
- Mejor relación coste/ beneficio
- Menor coste de mantenimiento
- Menor espacio ocupado/ menor peso de la instalación
- Máxima seguridad para las personas
- Máxima flexibilidad de utilización/ mejor distribución

3.3.1. Características físicas

Debido a su bajo punto de ebullición también es adecuado su uso a bajas temperaturas. Es un gas incoloro, inodoro, y eléctricamente no conductor.

Extingue por absorción del calor y no deja residuos tras su aplicación

La concentración típica de diseño de los sistemas LPG para el NAF S 125 es del 8.7% con un tiempo de descarga de 10 segundos.

Características Físicas

Nombre químico	Pentafluoroetano
Formula química	CF ₃ CHF ₂
Designación según ISO 14520, UNE 23570 y NFPA 2001	HFC-125
Peso molecular	120.0
Punto de ebullición a 1.013 bar	-48.3°C
Densidad de líquido a 20°C	1189.7 Kg ./m ³
Temperatura crítica	66.3°C
Presión crítica	35.95 bar abs
Presión de vapor a20°C	12.09bar abs
Resistencia eléctrica relativa a 1atm 25°C (N2 =1.0)	0.955
Densidad de llenado máxima	0.93 Kg /l
Concentración típica de diseño para heptano	11.3%
Factor de inundación para heptano a 20°C	0.648 kg /m ³
Concentración de diseño para clase A superficial	8.7%
Factor de inundación para clase A superficial	0.485 kg./m ³
NOAEL	7.5%
LOEL	10%
Poder destructor del ozono	0
Potencial de efecto invernadero	2800
Aprobaciones y reconocimientos	EPA ,NFPA

3.3.2. Tuberías

La máxima presión de trabajo en tubería en sistemas de Baja presión (24bar) es de 75 bar (ISO 14520). Se aconseja utilizar tubería según norma ASTM/ANSI B.36.10-XS (Sch 40, en toda la instalación). Para ambas presiones, accesorios de 300lb en diámetros de hasta 3" y de 1000lb para diámetros superiores. Para Baja presión (24 bar) uniones brindadas de 300lb, para ALTA presión (42bar) uniones brindadas de 600lb.

3.3.3. Certificaciones LPG

Los sistemas y componentes de LGP para NAF S 125 están certificados por la LPCB (Loss Prevention Certification Board) de Inglaterra N°108640/BC9933, APCI (Asociación Protección Contra Incendios de Cuba) N°SS 4004040-1102.Válvulas LPG con tipo concedido por el Ministerio de Industria y Energía con contraseña 05/FAL/0040.



3.3.4. Ejemplo de cálculo para NAF S 125

Tipo de riesgo

Sala de Ordenadores de: 18x18x3m

Superficie: 324 m²

Volumen: 972 m³

Factor de inundación para una concentración del 8.7%=0.483Kg/m³

972 m³ x 0.483 Kg/m³= 470kilos de NAF S 125. Miraremos en la página anterior las cargas máximas por batería (Para los sistemas de Baja presión el nº de cilindros está limitado a 3 unidades). Observamos que los kilos obtenidos nos caben en un sistema de 3 x 175 ya que es más económico. (Para los sistemas de ALTA PRESIÓN el nº de cilindros está limitado al resultado de los cálculos hidráulicos)

Observamos que los kilos obtenidos nos caben en varios equipos, si no tuviésemos ninguna limitación de anchura escogeríamos un sistema de 8x 67 ya que es más económico.

Sabemos que un difusor protege una superficie máxima de 9x9m. LPG aconseja una distribución equilibrada y en potencias de 2, lo primero que haremos es: 324m²/81m²= difusores, iríamos a la tabla 2 y escogeríamos un caudal, el 470 kilos /4 difusores =117.5= 4difusores de 11/4".

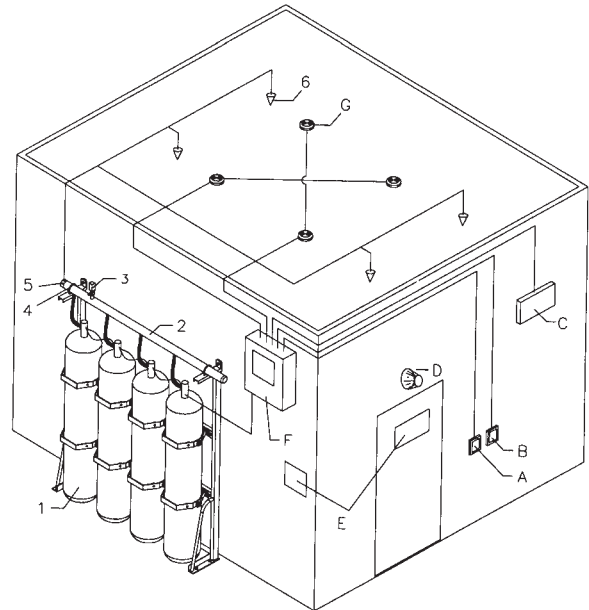
Tuberías NAF S 125

Factor de concentración 0.483 Kg/m³

Cobertura máx. por difusor 9 m x 9 m

Diámetro Nominal	Diámetro Pulgadas	CAUDAL
10	3/8"	Hasta 9
15	1/2"	10-18
20	3/4"	19-31
25	1"	32-47
32	1 1/4"	48-117
40	1 1/2"	118-147
50	2"	148-279
65	2 1/2"	280-337
80	3"	378-577
100	4"	+

Estos resultados iniciales SIEMPRE estarán a expensas del resultado de los cálculos hidráulicos.



Normativa: UNE 23571:2000, NFPA2001:2000, ISO14520

Descripción técnica: HFC125

Bases de diseño en fuegos clase A: 0.485 kg /m³

Concentración de diseño: 8.7%

Densidad máxima de llenado: 0.93Kg/l

Indicado para:

- Áreas ocupadas
- Equipos electrónicos Informáticos
- Archivos
- Museos
- Bienes de alto valor.

Ventajas principales:

- Un solo cilindro de 240lt. conteniendo 223kg. Protege riesgos de hasta 460m³.
- Es el agente HFC más rentable del mercado.
- Excelente sustituto del H-1301 (amplias posibilidades de aprovechamiento de la tubería existente)
- Eficaz a bajas temperaturas (-20°C)
- No deja residuos tras su aplicación
- Disminución de los productos de descomposición al contacto con las llamas,
- Descarga en 10 segundos
- Buena relación Precio /Eficacia.

3.4. HFC-227 ea (heptafluoropropano)

El agente extintor HFC-227ea es un gas limpio ampliamente aceptado como sustituto del Halón. El HFC-227ea, o heptafluoropropano (CF₃CHF₂CF₃), es apto para la protección de la mayoría de los riesgos donde anteriormente se tenía que aplicar el Halón 1301.

3.4.1. Características físicas

Por su cualidad de no ser conductor de la electricidad, a la vez que inodoro e incoloro, es efectivo tanto en protección de todo tipo de riesgos eléctricos, así como las salas de ordenadores. Es apto tanto para fuegos de clase A (materiales sólidos con base de carbono), como para fuegos de clase B o sea líquidos inflamables.

Estudios realizados según el modelo PBPK (physiologically based pharmacokinetic model), incluido en NFPA 2001, han demostrado que la exposición de las personas al HFC-227ea durante un tiempo máximo de 5 minutos y a concentraciones de hasta el 10.5% v/v, no producen un nivel en la sangre suficiente como para ser asociado a una sensibilización cardiaca.

El HFC-227ea actúa principalmente por medios físicos, debilitando y extinguiendo el fuego por absorción de calor. Extingue rápidamente el fuego con total seguridad para las personas, además de minimizar los daños a los equipos de alto valor.

Características Físicas

Nombre químico	Heptafluoropropano
Formula química	CF ₃ CHF ₂ CF ₃
Designación según ISO 14520, UNE 23570 y NFPA 2001	HFC-227ea
Peso molecular	170
Punto de ebullición a 1.013 bar	-16.4°C
Densidad de líquido a 20°C	1407 Kg ./m ³
Temperatura crítica	101.7°C
Presión crítica	29.12bar
Presión de vapor a 20°C	3.91bar
Resistencia eléctrica relativa a 1atm 25°C (N ₂ =1.0)	2.0
Densidad de llenado máxima	1.15Kg /l
Concentración típica de diseño para heptano	8.6%
Factor de inundación para heptano a 20°C	0.686kg /m ³
Concentración de diseño para clase A superficial	7.5%
Factor de inundación para clase A superficial	0.591kg./m ³
NOAEL	9%
LOEL	10.5%
Poder destructor del ozono	0
Potencial de efecto invernadero	2900

3.4.2. Tubería

La máxima presión de trabajo en tubería en sistemas de Baja presión (24bar) es de 40 bar y para sistemas de Alta presión (42 bar) es de 75 bar (ISO 14250). Se aconseja utilizar tubería según norma ASTM/ANSI B. 36.10XS (Sch.40, en toda la instalación). Para ambas presiones, accesorios de 300lb. Para alta presión (42bar) uniones brindadas de 600 lb.

Tabla 2		HFC 227ea
Factor de concentración	0.581Kg/m ³	
Cobertura max.	por difusor	9m x 9m
Diámetro Nominal	Diámetro Pulgadas	CAUDAL
10	3/8"	Hasta 12
15	1/2"	13-24
20	3/4"	25-35
25	1"	36-48
32	1 1/4"	49-120
40	1 1/2"	121-203
50	2"	204-318
65	2 1/2"	319-517
80	3"	518-682
100	4"	+

3.4.3. Certificaciones



3.4.4. Ejemplo de cálculo para HFC 227 ea

Tipo de riesgo

Sala de Ordenadores de: 18x18x3m

Superficie: 324m²

Volumen: 972m³

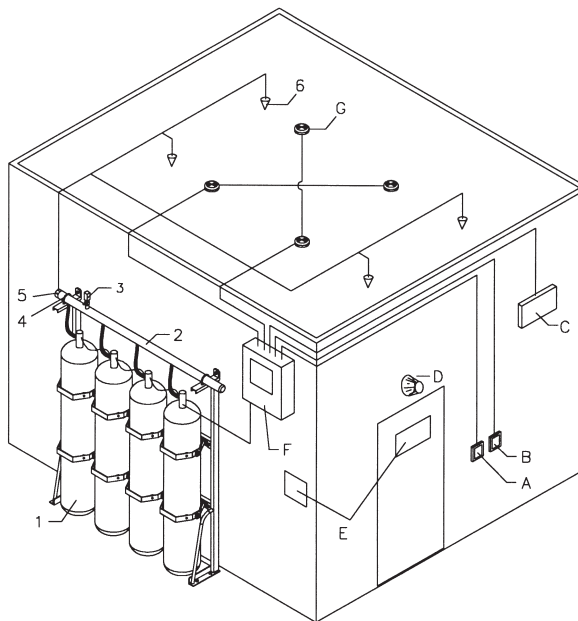
Factor de inundación para una concentración del 7.5%=0.591Kg/m³

972m³ x 0.591Kg./m³=575 kilos de HFC227ea.

Miraremos en el apartado de baterías las cargas máximas (para sistemas de BAJA PRESIÓN el nº de cilindros está limitado a 3 unidades). Observaremos que los kilos obtenidos nos caben en un sistema de 3 x 175.

(Para los sistemas de ALTA PRESIÓN el nº de cilindros está limitado al resultado de los cálculos hidráulicos.) Observamos que los kilos obtenidos nos caben en varios equipos, si no tuviésemos ninguna limitación de anchura escogeríamos según el caudal, el diámetro del difusor, es decir: 575kilos/4 difusores =143.6= difusores de 1 1/2"

Estos resultados iniciales SIEMPRE estarán a expensas del resultado de los cálculos hidráulicos.



Normativa: UNE 23572:2000, NFPA2001:2000, ISO14520

Descripción técnica: HFC 227ea

Bases de diseño (fuegos clase A) Factor de inundación: 0.591 Kg/m³

Concentración de diseño: 7.5%

Densidad máxima de llenado en sistemas moduladores: 1.15 Kg/l

En sistemas centralizados: 0,9 Kg/l

Indicado para:

- Áreas ocupadas
- Equipos electrónicos
- Informáticos telecomunicación
- Archivos
- Museos
- Bienes de alto valor

Ventajas principales:

- Ampliamente aceptado como sustituto de H-1301.
- Cilindros de hasta 240 lt. de capacidad.
- No deja residuos tras su aplicación. Descarga en 10 segundos.

3.5. Inertes, propiedades

Los gases inertes son incoloros, inodoros, no conductores de la electricidad con una densidad cercana a la del aire.

IG-01 (Aragón)	IG-55 (Argón /nitrogeno)	IG-100 (Nitrogeno)
Normativa UNE23575: 2000 NFPA2001: 2000 ISO14520-12	Normativa UNE23575: 2000 NFPA2001: 2000 ISO14520-14	Normativa NFPA 2001:2000 ISO14520-13
Bases de diseño Fuegos clase a (Madera): Factor de inundación 0.470.m ³ /m ³ 0.794 kg/m ³ Concentración de diseño 38%	Bases de diseño Fuegos clase a (Madera): Factor de inundación 0.467 m ³ /m ³ 0.659 kg/m ³ Concentración de diseño: 37.8%	Bases de diseño Fuegos clase a (Madera): Factor de inundación: 0.486 m ³ /m ³ 1.185 kg/m ³ Concentración de diseño:39%

Los gases inertes están presentes en el aire de forma natural, no dejan residuos tras su aplicación no generan productos de descomposición en contacto con llamas, no destruyen la capa de ozono ni contribuyen al efecto invernadero. Facilidad de recarga.

En una descarga, los gases inertes son rápida y uniformemente distribuidos en el recinto, alcanzando la concentración de diseño en 60 segundos, su uso si está debidamente calculado, es seguro en áreas ocupadas y durante la descarga se mantiene una excelente visibilidad, no genera productos de descomposición con llamas.

Es imprescindible la consideración de las sobre presiones en las paredes (prever venteos en función de los datos que facilitará LPG mediante soporte informático)

Para garantizar la concentración básica del oxígeno dentro del recinto protegido LPG dispone de software aprobado.

Designación según ISO14520, UNE 23570 y HFGA 2001	IG-01	IG-55	IG-100
Nombre químico	Argón	Nitrógeno/ Argón	Nitrogeno
Formula química	Ar	N2/Ar	N2
Peso molecular	39.9	33.95	28.02
Punto de ebullición a 1.013 bar	-185.9°C	-196°C	-195.8
Temperatura crítica	-122.3°C	-	-
Presión crítica	49 bar	-	-
Máxima presión de llenado	300 bar	300bar	300Bar
Concentración típica de diseño para heptano	48.8%	42.0%	43.7%
Factor de inundación para heptano 20°C	0.658m ³ /m ³	0.535m ³ /m ³	0.564m ³ /m ³
Concentración de diseño para la clase A superficial	38%	37.8%	39%
Factor de inundación para la clase A superficial	0.470m ³ /m ³	0.467m ³ /m ³	0.486m ³ /m ³
NOAEL	43%	43%	43%
LOAEL	52%	52%	52%
Poder destructor del ozono	0	0	0
Potencialde efecto invernadero	0	0	0

3.5.1. Tuberías

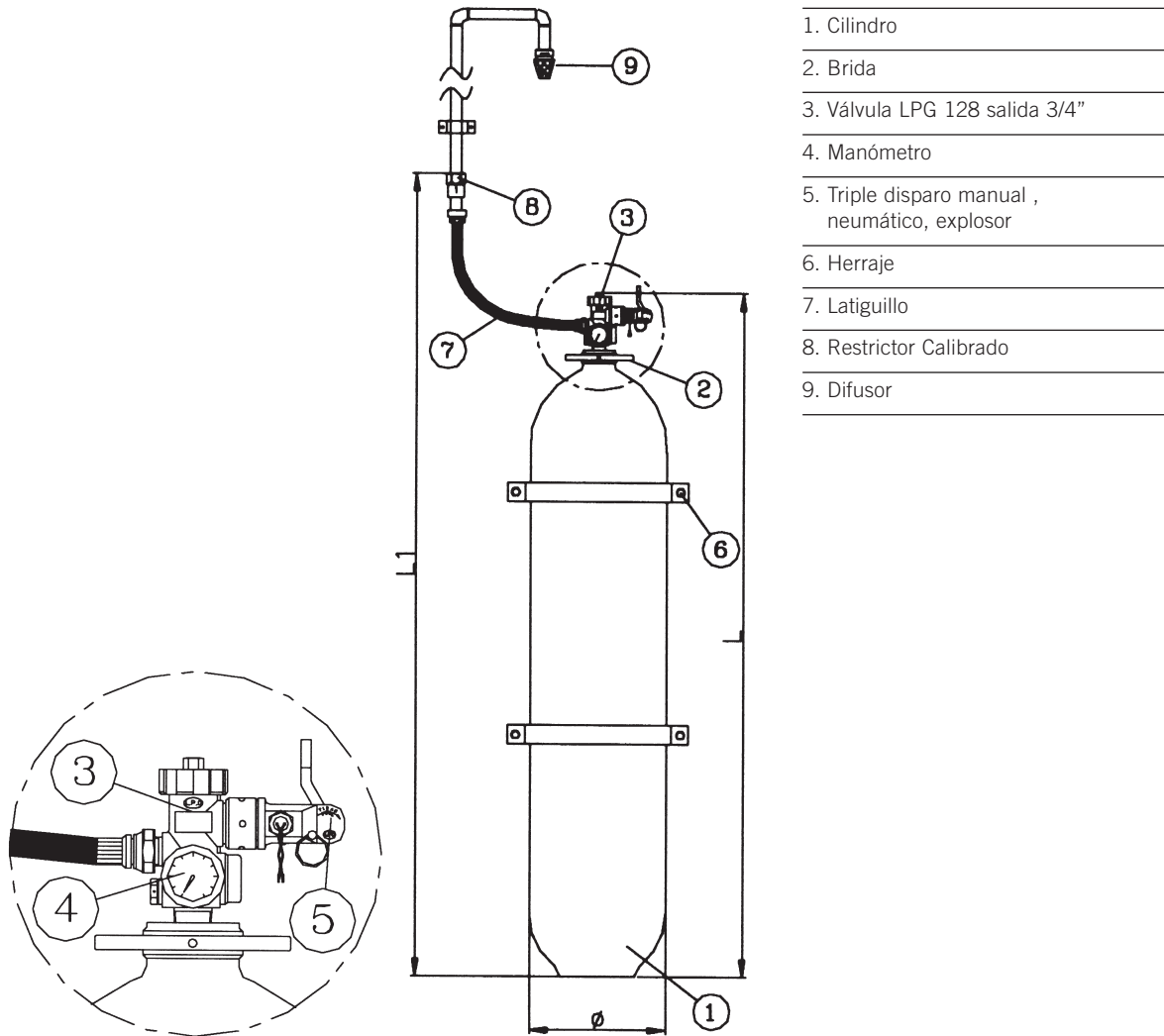
La máxima presión de trabajo en tubería después del restrictor es de 60 bar @ 20°C para los sistemas a 200 bar y 384 bar para los sistemas de 300 bar (ISO 14520). Después del restrictor se aconseja utilizar tubería según norma ASTM/ANSI B. 36.10-XS. Hasta 3/4"Sch.40, para diámetros mayores Sch.80. Hasta 2" puede ser roscada con accesorios forjados de 3000lb. ANSI B.16.11, a partir 2 1/2" será soldada con accesorios ANSI B. 16.9 y B. 16.28.

3.5.2. Certificaciones



Los sistemas y componentes de LPG para gases inertes están certificados por la Vds (Verband der Schadenversicherer) de Alemania N°: G300018,G300020,G30018 Y G30017,por la LPCB (Loss Prevention Certification Board) de Inglaterra N°446 a/01 y 446 a/02, por la CNPP (Centre National de Prevention et Protection) de Francia (en curso), por la VNIPO DE Rusia según NPB-54-96(hardware) y por la APCI (Asociación Protección Contra Incendios) de Cuba N° 4004039-1102.Válvulas LPG con tipo concedido por el Ministerio de Industria y Energía con contraseña 05/FAL/0040.

3.5.4 Sistemas moduladores para gases inertes IG-55 (50% argón 50% nitrógeno)



- 1. Cilindro
- 2. Brida
- 3. Válvula LPG 128 salida 3/4"
- 4. Manómetro
- 5. Triple disparo manual , neumático, explosor
- 6. Herraje
- 7. Latiguillo
- 8. Restrictor Calibrado
- 9. Difusor

		CARGA 300BAR @15°C					
CAPACIDAD	L	L1	PESO	0	IG-01	CÓDIGO	PERCIO
140litros	1990	2260	221	358	42.3m3	76120000	1.313.95
80litros	1860	2130	109	267	24.2m3	73120000	618.05
		CARGA 200BAR @15°C					
CAPACIDAD	L	L1	PESO	0	IG-01	CÓDIGO	PERCIO
140 litros	1830	2100	154	358	28.4m3	761190000	1.079.84
80litros	1785	2055	76	267	16.2m3	731190000	556.35
	METRO	CUBICO	DE	IG-01	(ARGÓN)	400ARGFR	5.85

3.5.5. Ejemplo de cálculo para gases inertes (Modular)

Comparativa entre gases

Tipo de riesgo

Sala de archivos de: 7x4x3m

Superficie: 28m²

Volumen: 84m³

Miraremos en al TABLA 2 las cargas por cilindro y seleccionaremos para el ejemplo que nos ocupa: IG-01 a 300bar

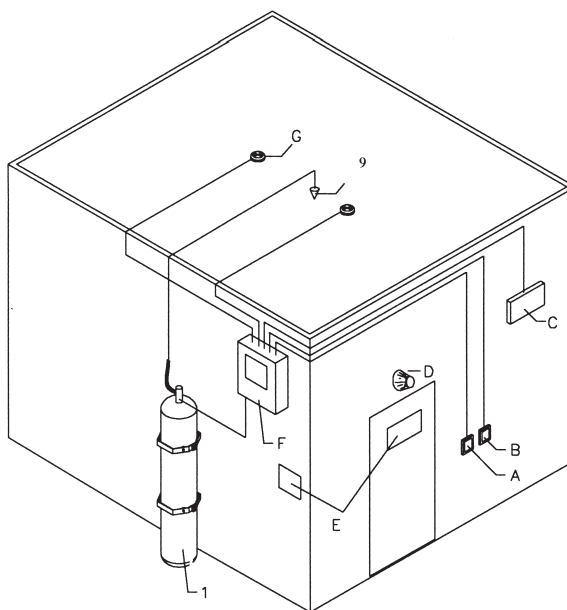


Tabla 1

Factor de inundación IG-01	0,470 m ³ /m ³ 30,794Kg/m ³
Factor de inundación IG-55	0,467m ³ /m ³ 0,659,
Factor de inundación IG-100	0,486 m ³ /m ³ 1,185Kg/m ³
Cobertura máxima por difusor	7 m x 7m

Díámetro nominal	Díámetro pulgadas	Caudal
10	3/8"	Hasta 8
15	1/2"	sep-16
20	3/4"	17-32
25	1"	33-48
32	1 1/4"	49-80
40	1 1/2"	81-128
50	2"	129-240
65	2 1/2"	241-385
80	3"	386-610
100	4"	+

Tabla 2

Capacidad cilindro	Carga 300BAR a 15°C		
	Carga IG-01	Carga IG-55	Carga IG-100
140.0	41.7m ³	42.3m ³	36.7m ³
80.0	23.m ³	24.2m ³	21.0m ³
Capacidad cilindro	Carga 200BAR a 15°C		
	Carga IG-01	Carga IG-55	Carga IG-100
140.0	29.2m ³	28.4m ³	26.4m ³
80.0	16.7m ³	16.2m ³	45.1m ³

2.10

Protección activa
Gases extintores

**COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA**

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona

Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net
www.cetib.net



Servei de Visat
Serveis Col·legials
Col·legiació



3.1

Autoprotección y emergencias

Planes de autoprotección y emergencias



COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA

MANUAL
Seguridad
contra incendios

Autoprotección
y emergencias
3.1 Planes de autoprotección
y emergencias

Autor
Redacción:
Pau Gavarró Buscà

Revisión:
Comisión de Medio
Ambiente,
Energía y Seguridad
Área de incendios

Edición
Octubre de 2005

Edita
Colegio de Ingenieros
Técnicos Industriales
de Barcelona

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona
Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net

Coordinación
David Altimira de Maria

Propuesto por
Comisión de Medio
Ambiente, Energía
y Seguridad
Área de incendios

Corrección y asesoramiento
lingüístico
Traducciones Técnicas
de Ingeniería Metzger

Diseño gráfico
Georgina Miret

Fotografías
Cedidas por Art-Ser SL

3.1

Autoprotección y emergencias Planes de autoprotección y emergencias

Índice

1.	Objetivos	3
2.	Definiciones	3
3.	Contenido del plan de autoprotección	4
4.	Legislación y normativa	14

1. Objetivos

La presente Guía Técnica ha sido elaborada como manual de ayuda para la elaboración del Plan de autoprotección y consiste, básicamente, en una recopilación de los aspectos de mayor interés de la normativa vigente. Tiene como finalidad, atendiendo básicamente al riesgo de incendios, garantizar la evacuación de los ocupantes y la intervención inmediata para la limitación de los daños. Comprende la organización de los medios humanos y materiales disponibles para la prevención del riesgo de incendios o de cualquier otro equivalente.

La Ley 31/95 de Prevención de riesgos laborales establece en su artículo 20 **Medidas de emergencia:**

*“El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá **analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores**, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento. El citado personal **deberá poseer la formación necesaria, ser suficiente en número y disponer del material adecuado, en función de las circunstancias antes señaladas.**”*

Para la aplicación de las medidas adoptadas, el empresario deberá organizar las relaciones que sean necesarias con servicios externos a la empresa, en particular en materia de primeros auxilios, asistencia médica de urgencia, salvamento y lucha contra incendios, de forma que quede garantizada la rapidez y eficacia de las mismas.”

Objetivos del Plan de autoprotección:

- a) Conocer los edificios y sus instalaciones (continente y contenido), la peligrosidad de los distintos sectores y los medios de protección disponibles, las carencias existentes según la normativa vigente y las necesidades que deban ser atendidas prioritariamente.
- b) Garantizar la fiabilidad de todos los medios de protección y las instalaciones generales.
- c) Evitar las causas origen que puedan dar origen a una emergencia.
- d) Disponer de personas organizadas, formadas y adiestradas que garanticen rapidez y eficacia en las acciones a emprender para el control de las emergencias.
- e) Informar y formar a todos los ocupantes y usuarios del edificio acerca del Plan de autoprotección.
- f) Mantener el plan actualizado.

2. Definiciones

Sector de incendio

Recinto totalmente delimitado por superficies resistentes al fuego.

Salida de recinto

Salida de sector de incendio.

Salida de planta

Puerta de salida a otro sector (si hay otro recorrido alternativo). Arranque de escalera sectorizada a salida del edificio.

Salida del edificio

Puerta o hueco a espacio exterior seguro que conduzca a una distancia superior a 15 m del edificio (si el espacio exterior no es seguro ya que tiene una superficie insuficiente, el recorrido exterior no deberá superar los 50 m).

Salida para evacuación

Se definen dos tipos de salidas para evacuación:

Salida habitual: utilizada generalmente con carácter público para la circulación funcionalmente necesaria en el edificio o local, según el uso del mismo.

Salida de emergencia: utilizada con carácter público solamente en caso de emergencia de evacuación.

Origen de evacuación

Todo punto ocupable. Cuando la superficie del local es $< 50 \text{ m}^2$, se acepta la puerta como origen en el caso de viviendas, recintos de densidad no elevada y en establecimientos en centros comerciales. También se acepta como origen la calle de circulación en garajes.

Altura de evacuación

Diferencia de cotas entre origen de evacuación y salida del edificio.

3. Contenido del plan de autoprotección

Se prepararán los siguientes ejemplares:

- Uno para el Cuerpo de Bomberos.
- Uno para la Dirección del establecimiento.
- Uno para colocar a la entrada principal del edificio, armario o similar, «uso exclusivo de Bomberos».

El Plan de autoprotección comprenderá cuatro documentos:

- Evaluación del riesgo
- Medios de protección
- Plan de emergencias
- Implantación

3.1. Evaluación del riesgo

3.1.1. Identificación de los riesgos

Previamente a la evaluación del riesgo se deberán identificar los posibles riesgos en base a la actividad, ocupantes, características y entorno natural del edificio e instalaciones.

Los riesgos que, en principio, pueden generar una emergencia en las instalaciones, son:

a) Riesgos externos

- Tormentas, inundaciones, nevadas, heladas, terremotos, accidentes nucleares, etc.
- Accidentes químicos de industrias del entorno.
- Incendios de vegetación, forestal o procedente de instalaciones o edificios del entorno.

b) Riesgos internos

- Incendios en el propio edificio o instalaciones
- Explosión
- Fugas y/o derrames de productos químicos
- Riesgos sanitarios y accidentes laborales, incluidos riesgos de personas ajenas a la empresa (intoxicación, ahogo, hemorragia, electrocución, caídas, aplastamientos, etc.)

c) Riesgos intencionados

- Intrusión y/o toma de rehenes
- Amenaza de bomba
- Incendio o explosión intencionado
- Otros actos intencionados que pudieran afectar a la integridad de las personas

Las emergencias producidas por riesgos internos se pueden presentar en prácticamente cualquier tipo de actividad, especialmente incendios y accidentes, con lo cual deben estar sistemáticamente contemplados en el Plan de autoprotección.

Los riesgos laborales deberán quedar identificados y evaluados en el correspondiente Plan de Prevención de Riesgos Laborales de la empresa. Los que puedan generar cualquier tipo de emergencia, deberán contemplarse en el Plan de autoprotección en lo que se refiere a intervención, evacuación y primeros auxilios.

El Plan de autoprotección deberá ajustarse a lo dispuesto en las disposiciones legales específicas aplicables a la actividad considerada. Este sería el caso de empresas a las que les sea de aplicación las disposiciones legales sobre accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, hospitales, escuelas, locales de espectáculos, etc.

3.1.2. Evaluación del riesgo de incendio

Se efectuará un cálculo de la evaluación del riesgo de incendio, identificando previamente las zonas potencialmente más peligrosas y adoptando las medidas de protección y de emergencias acordes a dicho riesgo.

El Plan de autoprotección deberá garantizar el cumplimiento de la normativa vigente en seguridad contra incendios (riesgo intrínseco) y, en su caso, cumplir con un sistema de seguridad equivalente evaluando el riesgo de incendio mediante un método de reconocido prestigio que deberá tener en cuenta la ocupación, superficie de la actividad, altura de los edificios y condiciones de evacuación de cada planta del edificio, entre otros (Gretnener, Gustav Purt, etc). Asimismo enunciará y valorará las condiciones de riesgo y evacuación de los edificios en relación con los medios disponibles.

Se efectuará un inventario de las instalaciones con riesgo potencial de ser la causa de activación de un incendio.

3.1.3. Características de los ocupantes

Se deberán considerar las características y número de ocupantes de los edificios:

- Se describirán las actividades que se desarrollen en cada planta del edificio, indicando la ubicación y superficie ocupadas por las mismas.
- Se deberá concretar el número máximo de personas a evacuar en cada área, calculando la ocupación según el uso de que se trate. Se tendrá en cuenta el hecho de que se trate de personas ajenas a la empresa y con un conocimiento escaso de los edificios.

Es necesario tener en cuenta los colectivos con algún tipo de minusvalía o dificultades de movilidad, cuyas limitaciones hacen aumentar su riesgo en caso de incendio.

La cuestión se hace más evidente y necesaria cuando se trata de instalaciones en las que la mayor parte de los ocupantes pertenecen a dichos colectivos. Los problemas de incendios y evacuación en edificios en los que residan personas disminuidas (permanente o temporalmente), enfermos (físicos o mentales), ancianos, niños u ocupantes incapacitados por cualquier razón, se deben resolver sobre la base de proteger a los ocupantes en el edificio hasta que sea posible su evacuación mediante:

- diseño del edificio (guarderías, hospitales, residencias de la tercera edad; etc.)
- establecimiento de unos protocolos específicos de actuación en caso de emergencia y evacuación que incluyan, además, una formación adecuada del personal de emergencias

Incluso en empresas en las que sólo algún puesto de trabajo esté ocupado por alguna persona de dichos colectivos será necesario tener una especial consideración del hecho, estableciendo el correspondiente protocolo específico de evacuación en caso de emergencia.

Los ascensores no se considerarán a efectos de recorridos de evacuación.

3.2. Medios de protección

3.2.1. Inventario

Se efectuará una descripción, inventario y ubicación de los sistemas de autoprotección disponibles:

- Accesos, ancho de las vías públicas y privadas, calificando la accesibilidad de los vehículos pesados de los servicios públicos.
- Emplazamiento del establecimiento respecto a su entorno y medios exteriores de protección (hidrantes, fuentes de abastecimiento, etc.).
- Características constructivas y condiciones generales de diseño arquitectónico (sectores de incendio: tipo de compartimentación y su resistencia al fuego, etc.).
- Instalaciones de detección, alarma y alumbrado especiales (señalización, emergencia, pulsadores de alarma, etc.).
- Los medios humanos disponibles para participar en las acciones de autoprotección. El inventario se efectuará para cada lugar y para cada tiempo que implique diferentes disponibilidades humanas (día, noche, festivos, vacaciones, etc.).
- Vías de evacuación y salidas (habituales y de emergencia).
- Medios de extinción de incendios (extintores, bocas de incendio, rociadores, etc.).
- Almacén de materias inflamables y otros locales de riesgo especial.
- Características de las instalaciones y servicios.
- Descripción de la clasificación de los materiales de revestimiento de paredes, suelos y techos, especialmente respecto a los recorridos de evacuación y zonas clasificadas con un riesgo medio o alto.

3.2.2. Documentación gráfica

La documentación gráfica reunirá las siguientes condiciones:

- Formato DIN A-3.
- Escala no inferior a 1/100, o, excepcionalmente, más reducida si las dimensiones del dibujo lo exigieran.
- Símbolos gráficos según la norma UNE 23-032.

Los **planos constructivos** anexados al Plan de autoprotección deberán incorporar las siguientes indicaciones:

- La información recopilada y evaluada del riesgo.
- Emplazamiento de la finca con respecto a las vías públicas o particulares que delimiten la manzana en que se sitúa, acotando las distancias de los edificios a ejes de vía pública y anchura de las mismas.
- Ubicación de almacenes de productos peligrosos.
- Compartimentación y resistencia al fuego.
- Vías de evacuación.
- Medios de extinción de incendios (extintores, bocas de incendio, etc.).
- Sistemas de alerta, alarma y detección (pulsadores de alarma).
- Almacén de materias inflamables y otros locales de especial peligrosidad.
- Número de ocupantes.
- Interruptores generales de la electricidad.
- Hidrantes y bocas de incendio en la vía pública dentro de un radio de 200 metros respecto del edificio.
- Edificios públicos y riesgos especiales dentro de un radio de 100 metros u otros que por sus especiales características se consideren significativos.
- Altura máxima de las edificaciones, con expresión del número de plantas.
- Orientación N-S.
- Un juego de planos completo colocado dentro de un armario ignífugo con un rótulo (USO EXCLUSIVO DE BOMBEROS) ubicado en los accesos al establecimiento.

En los planos y **esquemas de evacuación destinados a uso público**, se seguirán los siguientes criterios:

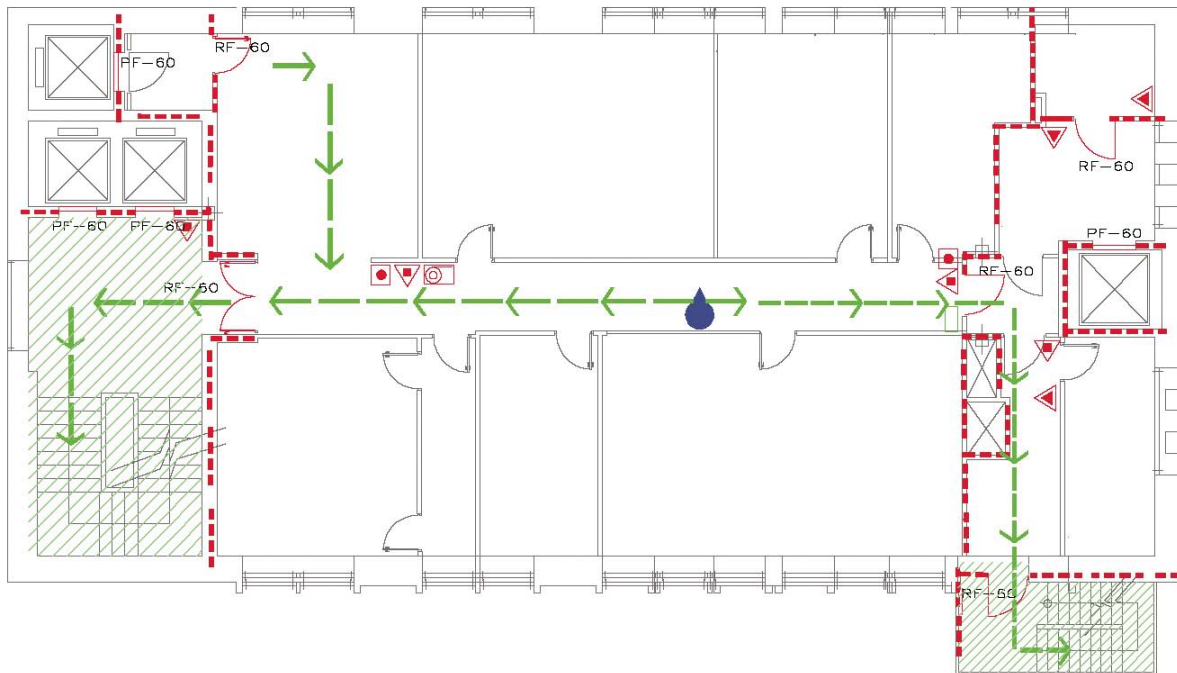
- Se emplearán trazos de color verde para indicar los recintos en cuyo interior las vías de evacuación deben estar despejadas.
- La situación del lector del plano se indicará mediante el símbolo

**Símbolo de situación
del lector del plano**



- Se emplearán trazos de color rojo para indicar los límites de los sectores de incendio del edificio.
- Se indicará la resistencia al fuego de cada sector de incendio mediante abreviatura.
- Se indicará la ubicación de los medios de extinción y alarma de incendio.
- Se incluirán consignas para informar al usuario y visitantes del establecimiento sobre el comportamiento a seguir en caso de emergencia.

Ejemplo de esquema de evacuación destinado a uso público



Leyenda instalaciones

	BIE-25
	Pulsador de alarma
	Extintor de polvo ABC
	Extintor CO ₂
	"Usted esta aquí"
	Recorrido de evacuación principal
	Recorrido de evacuación secundario
	Resistencia al fuego. Sector de incendios

En caso de incendio o emergencia:

Si descubre un incendio o un olor extraño comuníquelo rápidamente a recepción. No pierda la serenidad. No corra. Diríjase a la salida de emergencia. Siga las indicaciones de la señalización y de los responsables de evacuación.

En cas d'incendi o emergència:

Si descubreix un incendi o un olor estrany comunicuï'l ràpidament a recepció. No perdi la serenitat. No corri. Dirigeixi's a la sortida d'emergència. Segueixi les indicacions de la senyalització i dels responsables d'evacuació

3.3. Plan de emergencia

3.3.1. Clasificación de emergencias

El plan de emergencia deberá definir la secuencia de acciones a desarrollar para el control inicial de las emergencias e incidencias que puedan producirse, planificando la organización humana con los medios necesarios que la posibilite. Contemplará las diferentes hipótesis de emergencias y los planes de actuación para cada una de ellas.

Por su gravedad, las emergencias se clasificarán en función de las dificultades existentes para su control y sus posibles consecuencias en:

Conato de emergencia

Es el accidente que puede ser controlado y dominado de forma sencilla y rápida por el personal y medios de protección del local, dependencia o sector.

Emergencia parcial

Es el accidente que para ser dominado requiere la actuación de los equipos especiales de emergencia del sector. Los efectos de la emergencia parcial quedarán limitados a un sector y no afectarán a otros sectores colindantes ni a terceras personas.

Emergencia general

Es el accidente que precisa la actuación de todos los equipos y medios de protección del establecimiento y la ayuda de medios de socorro y salvamento exteriores. La emergencia general comportará la evacuación de las personas de determinados sectores.

Por las disponibilidades de medios humanos los planes de actuación en emergencia podrán clasificarse en:

- Diurno. A turno completo y en condiciones normales de funcionamiento.
- Nocturno
- Festivo
- Vacacional

Se enunciarán los factores de riesgo más importantes que definen la situación de emergencia y que puedan precisar diferentes acciones para su control, como mínimo se tendrá en cuenta la gravedad y la disponibilidad de medios humanos.

Las distintas emergencias requerirán la intervención de personas y medios para garantizar en todo momento:

- La alerta, que de la forma más rápida posible pondrá en acción a los equipos del personal de primera intervención interiores e informará a los restantes equipos del personal interiores y a las ayudas exteriores.
- La alarma para la evacuación de los ocupantes.
- La intervención para el control de las emergencias.
- El apoyo para la recepción e información a los servicios de ayuda exterior.

3.3.2. Equipos de emergencia

Los equipos de emergencia constituyen el conjunto de personas especialmente entrenadas y organizadas para la prevención y actuación en accidentes dentro del ámbito del establecimiento.

La misión fundamental de prevención de estos equipos es tomar todas las precauciones útiles para impedir que se encuentren reunidas las condiciones que puedan originar un accidente.

Se analizará y definirá la composición mínima de los equipos de emergencia para cada establecimiento y se diseñarán esquemas operacionales y protocolos que establezcan las secuencias de actuación a llevar a cabo por los equipos de emergencias.

Los equipos se adaptarán a cada organización y se denominarán en función de las acciones que deban desarrollar sus miembros:

Jefe de emergencia

Desde el Centro de comunicaciones del establecimiento dirigirá y coordinará las actuaciones. Enviará, en función de la información facilitada por el jefe de intervención, al área siniestrada las ayudas internas disponibles y recabará las externas que sean necesarias para el control de la emergencia.

Jefe de intervención

Valorará la emergencia y asumirá la dirección y coordinación de los equipos de intervención. Dependerá del jefe de emergencia.

Equipo de alarma y evacuación (EAE)

Realizará acciones encaminadas a asegurar una evacuación total y ordenada de su sector y a garantizar que se ha dado la alarma. Podrá incluir un equipo de comunicación.

Equipo de primeros auxilios (EPA)

Prestará los primeros auxilios a los lesionados por la emergencia.

Equipo de intervención

(EPI): Primera intervención. Acudirá al lugar donde se haya producido la emergencia con objeto de intervenir para intentar su control.

(ESI): Segunda intervención. Actuará cuando, dada su gravedad, la emergencia no pueda ser controlada por los equipos de primera intervención. Prestarán, apoyo a los servicios de ayuda exterior cuando su actuación sea necesaria.

3.4. Implantación

3.4.1. Gestión de la autoprotección

Es responsabilidad del titular de la actividad la implantación del Plan de autoprotección, pudiendo delegar la coordinación de las acciones necesarias para la implantación y mantenimiento del plan de autoprotección en el jefe de emergencia.

Cuando por su importancia así se considere preciso, se creará el Comité de Autoprotección, cuya misión consistirá en asesorar sobre la implantación y mantenimiento del Plan de autoprotección.

Para la implantación del Plan de autoprotección será necesario:

1. La realización de la formación específica del personal incorporado a los equipos de emergencia que les capacite para desarrollar las acciones que tengan encomendadas en el Plan de Emergencia programado, al menos una vez al año, cursos de formación y adiestramiento para equipos de emergencia y sus responsables.
2. La divulgación general del Plan entre el resto de empleados mediante reuniones informativas u otros procedimientos que se considere.
Las consignas generales se referirán, al menos, a:
 - Las precauciones a adoptar para evitar las causas que puedan originar una emergencia.
 - La forma en que debe informar cuando detecten una emergencia interior.
 - La forma en que se les transmitirá la alarma en caso de emergencia.
 - Información sobre lo que se debe hacer y lo que no se debe hacer en caso de emergencia.
3. La realización de simulacros al menos una vez al año del que se deducirán las conclusiones precisas encaminadas a lograr una mayor efectividad y mejora del Plan.
4. Se tendrá en cuenta la posible intervención de los recursos y medios exteriores en caso de emergencia (Bomberos, Ambulancias, Policía, etc.).
5. La revisión del Plan para su actualización cuando proceda.
6. Los sistemas de protección contra incendios, así como las instalaciones susceptibles de ocasionar un incendio, serán sometidas a las condiciones generales de mantenimiento y uso establecidas en la legislación vigente. Para ello se deberá dotar al establecimiento de todas las instalaciones de prevención precisas. Los cuestionarios de chequeos suponen una herramienta muy útil para el control periódico del posible riesgo de inicio y propagación de un incendio.

3.4.2. Programa de implantación

Se establecerá un programa de implantación, atendiendo a las prioridades y con el calendario correspondiente, en el que se incluirá:

- Actuaciones pendientes por la propia elaboración del Plan de autoprotección: evaluación del riesgo, inventario, planos.
- Actuaciones pendientes de subsanación de deficiencias o mejora de los sistemas de protección contra incendios y evacuación de las instalaciones, incluido el sistema de señalización.
- Estado de redacción y actualización del Manual, planes de actuación y consignas de actuación del personal de emergencia y resto de personal.
- Selección del personal de emergencias.
- Cursos periódicos de formación especializada y reuniones informativas.
- Actuaciones para el mantenimiento de las instalaciones susceptibles de provocar un incendio (calderas, cocinas, etc.).
- Actuaciones para el mantenimiento de los sistemas de protección contra incendios según lo establecido en las disposiciones legales vigentes.
- Auditorías e inspecciones de seguridad.
- Simulacros de emergencia.

3.4.3. Señalización

Las señales de los medios de protección, primeros auxilios e indicaciones para evacuación y salidas se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos. La señal deberá colocarse en la proximidad inmediata que deba señalizarse.

Se definen a continuación algunas señales en forma de paneles más importantes en lo que concierne a las emergencias:

a) Las señales relativas a los equipos de lucha contra incendios serán de forma rectangular o cuadrada con pictograma blanco sobre fondo rojo:



Boca de incendio



Extintor
de incendio



Pulsador de alarma

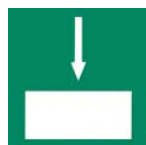
b) Las señales relativas a las salidas y vías de evacuación serán de pictograma blanco sobre fondo verde:



Señalización de salida habitual



Salida de emergencias



Señalización de tramos de recorridos de evacuación



Flecha adicional que indica el sentido de evacuación

c) Las señales relativas a primeros auxilios serán de pictograma blanco sobre fondo verde:



Primeros auxilios



Camilla



Ducha
de seguridad



Lavado de ojos

d) Señalización de comunicación de emergencias:



Teléfono a utilizar en caso de urgencia

e) La señalización de dispositivos destinados a evitar la propagación del fuego puede adoptar diferentes formatos:



Señalización de puertas resistentes al fuego que deben permanecer cerradas durante un incendio

3.4.4. Investigación de siniestros

Si se produce una emergencia o incendio en el establecimiento, se investigarán las causas que posibilitaron su origen, propagación y consecuencias, se analizará el comportamiento de las personas y los equipos de emergencia y se adoptarán las medidas correctoras precisas.

Esta investigación se deberá concretar en un informe que se remitirá al órgano competente de la comunidad autónoma. Cualquier incendio que se produzca en un establecimiento industrial en el que concurra, al menos, una de las siguientes circunstancias:

- Que se produzcan daños personales que requieran atención médica externa.
- Que ocasione una paralización total de la actividad industrial.
- Que se ocasione una paralización parcial superior a 14 días de la actividad industrial.
- Que resulten daños materiales superiores a 30.000 euros.

Deberá comunicarse en un plazo máximo de 15 días.

4. Legislación y normativa

Ámbito estatal

- ORDEN 29-11-1984, Manual de autoprotección: Guía para desarrollo del plan de emergencia contra incendios y de evacuación de locales y edificios.
- RD 2.177/1996, Norma Básica de la Edificación “NBE-CPI/96”: Condiciones de protección contra incendios en los edificios
- RD 2.267/2004, Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales
- RD 1.942/1993, Reglamento de instalaciones de protección contra incendios
- RD 312/2005, Clasificación de los productos de la construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y resistencia al fuego
- RD 2.816/1982, Reglamento General de Policía de Espectáculos y Actividades Recreativas
- RD 1.254/1999, Medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas
- LEY 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales
- LEY 2/1985, Ley de Protección Civil
- RD 407/1992, Norma Básica de Protección Civil
- RD 485/1997, Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
- RD 486/1997, Seguridad y salud en los lugares de trabajo
- RD 1.196/2003, Directriz Básica de Protección Civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancia peligrosas
- RD 387/1996, Directriz Básica de planificación de Protección Civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril

Generalitat de Catalunya / Ajuntament de Barcelona

- Llei d’Intervenció Integral de la Administració Ambiental
- D 241/1994 de 26 de juliol, Condicions urbanístiques i de protecció contra incendis en els edificis, complementari de la Norma Bàsica de l’Edificació NBE-CPI-91
- ORDENANÇA MUNICIPAL de Condicions de Protecció contra Incendis – Ajuntament de Barcelona (BOP 03-10-97)
- LLEI 4/1997 de 20 de maig, Llei de Protecció Civil de Catalunya
- D 161/1995 de 16 de maig – Departament Governació (DOGC 02-06-95), Aprova el Pla de Protecció Civil de Catalunya
- D 174/2001 de 26 de juny – Presidència (DOGC 10-07-01), Regula l’aplicació a Catalunya del Reial Decret 1.254/1999 de 16 de juliol, relatiu a mesures de control dels riscos inherents als accidents greus en els que intervinguin substàncies perilloses
- D 210/1999 de 27 de juliol – Departament Governació (DOGC 04-08-99), Per la que s’aprova l’estructura del contingut per a l’elaboració i l’homologació dels plans de protecció civil municipals.
- Llei 5/2003, Mesures de Prevenció d’incendis forestals en les urbanitzacions sense continuïtat immediata amb la trama urbana.
- D 123/2005, de Desplegament de la Llei 5/2003.

Otras

- UNE 23 032: Símbolos gráficos para su utilización en los planos de construcción y planes de emergencia
- UNE 23 033: Señalización
- UNE 23034: Señalización de seguridad. Vías de evacuación
- UNE 23035: Señalización fotoluminiscente
- Notas Técnicas de Prevención del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

3.1

Autoprotección y emergencias

Planes de autoprotección y emergencias

**COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA**

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona

Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net
www.cetib.net



Servei de Visat
Serveis Col·legials
Col·legiació



3.2

Autoprotección y emergencias

Señalización de seguridad



MANUAL
Seguridad
contra incendios

Autoprotección
y emergencias

3.2 Señalización
de seguridad

Autor
Redacción:
Salvador Morral Esteve
Albert Ferrer Masagué

Revisión:
Comisión de Seguridad
Contraincendios y
Emergencias

Edición
Marzo 2007

Edita
Colegio de Ingenieros
Técnicos Industriales
de Barcelona

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona
Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.cat

Coordinación
David Altimira de Maria

Propuesto por
Comisión de Seguridad
Contraincendios y
Emergencias

Corrección y asesoramiento
lingüístico
Traducciones L'Apostrof

Diseño gráfico
Sergi Freixes

Fotografías
Cedidas por:
Salvador Morral Esteve

3.2

Autoprotección y emergencias Señalización de seguridad

Índice

1.	Objeto	5
2.	Definiciones y tipología de señalización	6
3.	Criterios para el uso de la señalización	8
4.	Ejemplos de señalización	12
5.	Legislación y normativa	18

1. Objeto

Esta ficha técnica pretende recoger las disposiciones mínimas en materia de señalización relativa a la seguridad y salud en todo centro de trabajo, de acuerdo con las disposiciones establecidas en el Real Decreto 485/1997.

El objetivo es garantizar que exista una adecuada señalización, siempre que no sea posible evitar o limitar suficientemente los riesgos existentes a través de medios técnicos de protección colectiva o de medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

¿Cuándo se presenta la necesidad de señalizar?

- a. Cuando, como consecuencia de la evaluación de riesgos y las acciones requeridas para su control, no existan medidas técnicas u organizativas de protección colectiva, de suficiente eficacia.
- b. Como complemento a cualquier medida implantada, cuando la misma no limite el riesgo en su totalidad.

¿Qué se debe señalar?

La señalización es una información y como tal un exceso de la misma puede generar confusión.

Son situaciones que se deben señalar, entre otras:

- El acceso a todas aquellas zonas o locales para cuya actividad se requiera la utilización de un equipo o equipos de protección individual (dicha obligación no solamente afecta a quien realiza la actividad, sino a cualquiera que acceda durante la ejecución de la misma: señalización de obligación).
- Las zonas o locales que, para la actividad que se realiza en los mismos o bien por el equipo o instalación que en ellos exista, requieran de personal autorizado para su acceso (señalización de advertencia de peligro de la instalación o señales de prohibición a personas no autorizadas).
- Señalización en todo el centro de trabajo, que permita conocer a todos sus trabajadores situaciones de emergencias y/o instrucciones de protección en su caso (La señalización de emergencia puede ser mediante señales acústicas o comunicaciones verbales, o bien en zonas donde la intensidad de ruido ambiental no lo permita o las capacidades físicas auditivas estén limitadas, mediante señales luminosas).
- La señalización de los equipos de lucha contra incendios, las salidas y recorridos de evacuación y la ubicación de primeros auxilios (señalización en forma de panel), tal como establece el RD 485/1997, en el Anexo III, puntos 4º y 5º. La señalización de los equipos de protección contra incendios (extintores) debe señalizarse por un doble motivo: en primer lugar para poder ser vistos y utilizados en caso necesario y en segundo lugar para conocer su ubicación una vez utilizados.
- Cualquier otra situación que, como consecuencia de la evaluación de riesgos y las medidas implantadas (o la no existencia de las mismas), así lo requiera, en cuyo caso se deberá recurrir al Anexo VII de este Real Decreto “disposiciones mínimas relativas a diversas señalizaciones”, por si las situaciones presentes se corresponden con situaciones contempladas en dicho Anexo

La señalización de protección contra incendios y de emergencias viene recogida con mayor detalle en la ficha referida a Planes de autoprotección y emergencias de este Manual.

2. Definiciones y tipología de señalización

Señalización de seguridad y salud en el trabajo	Señalización que, referida a un objeto, actividad o situación determinadas, proporcione una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual, según proceda.
Señal de prohibición	Prohíbe un comportamiento, susceptible de provocar un peligro.
Señal de advertencia	Advierte de un peligro o un riesgo
Señal de obligación	Obliga a un determinado comportamiento.
Señales de salvamento o socorro	Proporciona indicaciones relativas a las salidas de socorro, a los primeros auxilios o a los dispositivos de salvamento.
Señal indicativa	Señal que proporciona otras informaciones distintas a las previstas en las definiciones anteriores.
Señal en forma de panel	Señal que, por la combinación de una forma geométrica, de colores y de un símbolo o pictograma, proporciona una determinada información, cuya visibilidad está asegurada por una iluminación de suficiente intensidad.
Señal adicional	Utilizada junto a otra señal de las contempladas en la definición anterior y que facilita informaciones complementarias.
Color de seguridad	Color al que se le atribuye una significación determinada en relación con la seguridad y salud en el trabajo.
Símbolo o pictograma	Es una imagen que describe una situación u obliga a un comportamiento determinado, utilizada sobre una señal en forma de panel o sobre una superficie luminosa.
Señal luminosa	Señal emitida por medio de un dispositivo formado por materiales transparentes o translúcidos, iluminados desde atrás o desde el interior, de tal manera que aparezca por sí misma como una superficie luminosa.

Señal acústica	Señal sonora codificada, emitida y difundida por medio de un dispositivo apropiado, sin intervención de voz humana o sintética. Deberá tener un nivel sonoro superior al ambiental, de forma que sea claramente audible, sin llegar a ser excesivamente molesta. (Ej.: zumbadores, timbres, avisadores acústicos o cláxones, sirenas electrónicas, sirenas electromecánicas, sistemas de megafonía). La norma UNE EN 457 recomienda que, para que una señal de peligro sea claramente audible, el nivel sonoro ponderado A de la señal, debe superar el nivel de ruido ambiente en 15 dB (A) o más y la señal debe tener un nivel superior a 65 a dB (A).
Comunicación verbal	Es un mensaje verbal predeterminado en el que se utiliza la voz humana o sintética. (Ej.: sistema de megafonía)
Señal gestual	Movimiento o disposición de los brazos o de las manos en forma codificada para guiar a las personas que estén realizando maniobras que constituyan un riesgo o peligro para los trabajadores.
Señal olfativa	Se basa en la difusión de olores predeterminados que son apreciados por el sentido del olfato. Este sistema de señalización queda relegado a servir de sistema de alarma ante fugas de gases incoloros no detectables por los otros sentidos del cuerpo.
Señalización táctil	Rugosidades en elementos o recipientes para determinar la presencia del peligro al contactar con el elemento o recipiente que contiene sustancias peligrosas.

Consideraciones varias:

- Una señal luminosa o acústica indicará, cuando se ponga en funcionamiento, la necesidad de realizar una determinada acción y se mantendrá mientras persista la necesidad.
- La luz emitida por la señal deberá provocar un contraste luminoso apropiado respecto a su entorno, en función de las condiciones de uso previstas. Su intensidad deberá asegurar la percepción, sin producir deslumbramientos.
- El conjunto de gestos codificados que se incluyen en esta ficha técnica no priva que se puedan utilizar otros tipos de códigos.
- Una señal gestual deberá ser precisa, sencilla, amplia, fácil de realizar y comprender, y claramente distinguible de cualquier otra señal gestual.

3. Criterios para el uso de la señalización

Funcionalidad para la que deben ser implantados los sistemas de señalización:

- Llamar la atención de las personas con relación a la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a las personas cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requieran medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o de primeros auxilios.
- Orientar o guiar a las personas que estuvieran realizando determinadas maniobras específicas de tipo peligroso.

Con carácter general, la señalización no deberá considerarse una medida sustitutoria de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva, y deberá utilizarse cuando mediante estas últimas no haya sido posible eliminar los riesgos o reducirlos adecuadamente. Tampoco deberá considerarse una medida sustitutoria de la formación e información de las personas en materia de seguridad y salud.

3.1. Colores de seguridad

COLOR	SIGNIFICADO	INDICACIONES
ROJO	Señales de prohibición	Comportamientos peligrosos
	Peligro - Alarma	Alto - Parada de dispositivos de desconexión de emergencia – Evacuación
	Material y equipos de lucha contra incendios	Identificación y señalización
AMARILLO o AMARILLO NARANJA	Señales de advertencia	Atención – Precaución Verificación
AZUL	Señales de obligación	Comportamiento o acción específica Obligación de utilizar un equipo de protección individual (EPI)
VERDE	Señales de salvamento o auxilio	Puertas – Salidas Puestos de salvamento o socorro
	Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad

3.2. Colores de contraste

COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DE CONTRASTE
Rojo	Blanco
Amarillo o Amarillo naranja	Negro
Azul	Blanco
Verde	Blanco

3.3. Efectos fisiológicos de los colores

COLORES	EFFECTOS
Azules / Verdes	SEDANTES Y REFRESCANTES
Amarillos	ESTIMULANTES
Rojos / Naranjas	EXCITANTES
Grises	NEUTROS
Violetas / Morados	DEPRESIVOS

3.4. Forma de los paneles

FORMA GEOMÉTRICA	COLOR	SIGNIFICADO
	ROJO	Prohibición
	AZUL	Obligación
	AMARILLO	Advertencia
	ROJO	Información sobre equipos de lucha contra incendios
	VERDE	Información sobre situación de salvamento

3.5. Dimensiones de las señales

Las dimensiones de las señales, así como sus características colorimétricas y fotométricas, garantizarán su buena visibilidad y comprensión.

Se puede considerar, según la norma UNE-1115-85, que la relación entre el área mínima A, de la señal de seguridad, y la distancia máxima L, a la que debe poder comprenderse, se expresa por la fórmula:

$$A \geq L^2 / 2000$$

donde A y L se expresan respectivamente en metros cuadrados y en metros lineales. Esta fórmula se aplica para distancias inferiores a 50 m.

3.6. Emplazamiento, mantenimiento y supervisión de las señales

Para que toda señalización sea eficaz y cumpla su finalidad debería emplazarse en el lugar adecuado a fin de que:

- Atraiga la atención de quienes sean los destinatarios de la información.
- Dé a conocer la información con suficiente antelación para poder ser cumplida.
- Sea clara y con una interpretación única.
- Informe sobre la forma de actuar en cada caso concreto.
- Ofrezca posibilidad real de cumplimiento.

La señalización debería permanecer en tanto persista la situación que la motiva.

La eficacia de la señalización no deberá resultar disminuida por la concurrencia de señales o por otras circunstancias que dificulten su percepción o comprensión. Cuando en una determinada área de trabajo, de forma generalizada, concorra la necesidad de señalar diferentes aspectos de seguridad, podrán ubicarse las señales de forma conjunta en el acceso a dicha área, agrupándolas por tipos de señales, por ejemplo, las de prohibición separadas de las de advertencia de peligro y de las de obligación.

Los medios y dispositivos de señalización deberían ser mantenidos y supervisados de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento. Cuando la señal para su eficacia requiera de una fuente de energía debería disponer de una fuente de suministro de emergencia para el caso de interrupción de aquella.

Debería establecerse un programa de revisiones periódicas para controlar el correcto estado y aplicación de la señalización, teniendo en cuenta las modificaciones de las condiciones de trabajo. Todo podría estar incluido en un programa de revisiones generales periódicas de los lugares de trabajo.




Previamente a la implantación se deberá formar e informar a todos los trabajadores, con el fin de que sean conocedores de la misma.

La formación e información que ha de realizarse para la correcta aplicación de la señalización en ningún caso suple la obligación que el empresario tiene sobre la formación y la información a los trabajadores sobre los riesgos que la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales establece en sus [artículos 18](#) y [19](#).

4. Ejemplos de señalización

4.1. Señalización gestual

Movimiento vertical:

SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN	SEÑAL
Izar	Brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia adelante, describiendo lentamente un círculo	
Bajar	Brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia adelante, describiendo lentamente un círculo	
Distancia vertical	Las manos indicando la distancia	

4.2. Señales en forma de panel

4.2.1. Señales de advertencia

Tienen forma triangular. El pictograma es de color negro sobre fondo amarillo con el borde también de color negro. Como excepción, el fondo de las señales relativas a “*materias nocivas o irritantes*” ha de ser de color naranja en lugar de amarillo, para evitar que se confunda con otras señales.



Materias inflamables



Materias explosivas



Materias tóxicas



Materias corrosivas



Materias radiactivas



Paso de carretillas



Cargas suspendidas



Riesgo eléctrico



Peligro en general



Radiaciones láser



Materias comburentes



Radiaciones no ionizantes



Campo magnético intenso



Riesgo de tropezar



Caída a distinto nivel



Riesgo biológico



Bajas temperaturas



Materias nocivas o irritantes



Caída a mismo nivel



Atención espacios abiertos



Superficie frágil



Maniobrar lentamente



Comprobar eslingado



Partes en movimiento



Zona de robots



Riesgo de proyecciones



Radiaciones ultravioleta



Área de ruido peligroso



Ácido de baterías



Riesgo atrapamiento en general



Riesgo atrapamiento de manos



Comprobar altura de la carga

4.2.2. Señales de prohibición

Son de forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, con los bordes y banda transversal descendente de izquierda a derecha a 45° de color rojo.



Prohibido fumar



Prohibido fumar y encender fuego



Prohibido paso a personas



Prohibido apagar con agua



Agua no potable



Entrada prohibida a personas no autorizadas



Prohibido paso a vehículos de manutención



No tocar



Prohibido el transporte de personas



Prohibida la manipulación sin autorización



Prohibido conectar



Prohibido el paso por debajo carga suspendida



Prohibido trabajar sin protecciones de la máquina



Prohibido dejar carga suspendida sin vigilancia



Prohibición en general (acompañada de señal adicional)

4.2.3. Señales de obligación

Son de forma redonda. Pictograma de color blanco sobre fondo azul.



Uso de gafas de protección



Uso de casco de protección



Uso de protectores auditivos



Uso de calzado de protección



Uso de guantes de protección



Uso de pantalla facial



Uso de arnés de seguridad



Paso obligatorio para personas



Obligación general (acompañada de señal adicional)



Uso de protector vías respiratorias



Uso de papelerera



Paso de personas



Apagar cuando no se use



Uso de ropa de protección



Uso de protector ajustable

4.2.4. Señales de equipos de lucha contra incendios

De forma rectangular o cuadrada. Pictograma de color blanco sobre fondo rojo.



Manguera para incendios



Extintor



Teléfono aviso de incendio



Escalera de mano



Equipo de lucha contra incendios



Pulsador de alarma



Sirena de alarma



Extintor de carro



Puerta cortafuego



Hidrante



Teléfono para aviso de incendio



Zona protegida extinción automática



Dirección a seguir para localizar equipo de extinción (acompañada de señal adicional)

4.2.5. Señales de salvamento o socorro

De forma rectangular o cuadrada. Pictograma de color blanco sobre fondo verde.



Puertas o salidas de emergencia



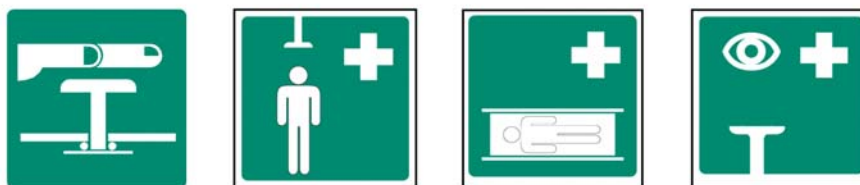
Direcciones a seguir en caso de emergencia

Teléfono de emergencia



Salidas de emergencia (escaleras)

Puesto de auxilio



Pulsador de emergencia

Ducha de emergencia

Camilla de socorro

Lava ojos

4.3. Señales por pictogramas o colores (no forma de panel)

4.3.1. Señales de advertencia mediante etiqueta o serigrafiadas en envases y recipientes de productos químicos.



Materias explosivas



Materias comburentes



Materias inflamables



Materias tóxicas



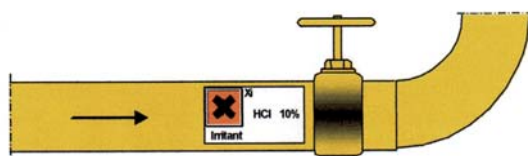
Materias nocivas o irritantes



Materias corrosivas



Peligro para el medio ambiente



Ejemplo de señalización de una tubería que contiene una solución de ácido clorhídrico al 10%, de acuerdo con la legislación vigente

4.3.2. Señalización de riesgos de caída, tropiezos y golpes, pintadas sobre bases y bordes de superficies constructivas.

Para la señalización de desniveles, obstáculos, riesgos de caída de personas, choques o golpes, así como para delimitar zonas de lugares de trabajo donde son persistentes los riesgos mencionados, se utilizarán franjas alternadas amarillas y negras, con una inclinación de 45°.



5. Legislación y normativa

- **Real Decreto 485/1997**, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- **Real Decreto 363/1995**, Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificaciones, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y RD 255/1993 para preparados.
- **UNE 81-501-81**, señalización de seguridad en lugares de trabajo.
- **UNE 23-033-81**, parte 1 sobre seguridad contra incendios, señalización.
- Manual práctico "Clasificación de zonas en atmósferas explosivas", CETIB.
- **RD 681/2003**, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar del trabajo (directiva ATEX)
- **UNE 72502**. Octubre 1984: Sistemas de iluminación. Clasificación general.
- **UNE 111519-85**: Colores y señales de seguridad.

Nota: Con independencia de las normativas específicas, existen otras reglamentaciones específicas en las que se contemplan aspectos de señalización (ver tabla siguiente).

DISPOSICIONES LEGALES
RD 1244/1979 Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril de 1979, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión. BOE núm. 128, de 29 de mayo de 1979.
RD 664/1997 REAL DECRETO 664/1997, de 12 de mayo, protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. BOE núm. 124 de 24 de mayo.
RD 665/1997 REAL DECRETO 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. BOE núm. 124 de 24 de mayo.
Ley 10/1998 Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. BOE número 96 de 22 de abril de 1998.
RD 952/1997 Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la Ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio. BOE número 160 de 5 de julio de 1997.
RD 314/2006 REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE nº 74, de 28 de marzo.
REAL DECRETO 1215/1997 , de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. BOE núm. 188 de 7 de agosto.
LEY 31/1995 , de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales. BOE nº 269, de 10 de noviembre.
REAL DECRETO 486/1997 , de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
REAL DECRETO 1627/1997 Nota: Con independencia de las normativas específicas, existen otras reglamentaciones específicas en las que se contemplan aspectos de señalización (ver tabla siguiente).

3.2

Autoprotección y emergencias

Señalización de seguridad

**COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA**

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona

Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net
www.cetib.net



Servei de Visat
Selecció i
Orientació
Professional
Servei a Empreses
Formació i
Activitats
Serveis Col·legials
i Col·legiació



4.1

Instalaciones y reglamentación específica

Zonas clasificadas e instalaciones en atmósferas explosivas



MANUAL
Seguridad
contra incendios

Instalaciones
y reglamentación específica
4.1 Zonas clasificadas
e instalaciones
en atmósferas explosivas

Autores

Javier García Torrent;
Angel Vega Remesal
Laboratorio Oficial J.M.
Madariaga. Universidad
Politécnica de Madrid

Francesc Escuer Ibars
Centre de Seguretat
i Condicions de Salut
en el Treball, Lleida

Edición

Marzo de 2005

Edita

Colegio de Ingenieros
Técnicos Industriales
de Barcelona

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona
Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net

Coordinación

David Altimira de Maria

Propuesto por

Comisión de Medio
Ambiente, Energía
y Seguridad
Área de incendios

Corrección y asesoramiento
lingüístico

Traduccions Tècniques
de Ingeniería Metzger

Diseño gráfico

Georgina Miret

4.1

**Instalaciones
y reglamentación específica**
**Zonas clasificadas
e instalaciones
en atmósferas explosivas**

Documento de referencia:

“Manual práctico para la clasificación de zonas en atmósferas explosivas”.

CETIB

Autores
Francesc Escuer Ibars
Javier García Torrent

MANUAL PRÁCTICO

Clasificación de zonas en atmósferas explosivas



COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA

4.1

Instal·lacions y reglamentaci3n especifca

Zonas classificades e instal·lacions en atm3sferas explosives

**COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA**

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona

Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net
www.cetib.net



Servei de Visat
Serveis Col·legials
Col·legiaci3



5.1

Causas e investigación de incendios y explosiones

Guía básica de investigación de incendios



MANUAL
Seguridad
contra incendios

Causas e investigación
de incendios y explosiones

5.1 Guía básica de
investigación de incendios

Autor

Redacción:
Josep Boixadé i Martínez
Pau Gavarró Buscà

Revisión:
Comisión de Medio
Ambiente,
Energía y Seguridad
Área de incendios

Edición

Octubre 2006

Edita

Colegio de Ingenieros
Técnicos Industriales
de Barcelona

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona
Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.org

Coordinación

David Altimira de Maria

Propuesto por

Comisión de Medio
Ambiente,
Energía y Seguridad
Área de incendios

Corrección y asesoramiento
lingüístico

Traducciones Lexic

Diseño gráfico

Georgina Miret

Fotografías

Cedidas por:
Julio Hato Morejón
Perdejordi SL

5.1

Causas e investigación
de incendios y explosiones
Guía básica de investigación
de incendios

Índice

1.	Objeto	7
2.	Definiciones	8
3.	Investigación del incendio	13
4.	Estructura del informe	22
5.	Legislación y normativa	26



Prólogo

Nos complace presentar la publicación de la presente **Guía básica de investigación de incendios**, entendiendo que la misma es una primicia en España y cuyo objetivo principal ha sido modestamente sembrar las bases de una profesión especializada y asimismo estamos convencidos que será un beneficio para todos los que, de alguna manera, participan en las investigaciones y tramitaciones posteriores en caso de incendio, como los cuerpos de seguridad, investigadores de causas, peritos-tasadores, bomberos, tramitadores de Compañías aseguradoras, inspectores de trabajo, técnicos de seguridad y de prevención, Juzgados, abogados, entre otros.

Una atención especial merecen los agradecimientos a todas aquellas personas que han formado parte del Comité técnico de revisión, ya que sin su colaboración no hubiera sido posible la realización de la Guía.

Si la publicación de la presente guía es motivo de referencia o consulta para los interesados y profesionales en el tema de la investigación de causas de incendios, nos daremos por satisfechos.

A continuación hacemos mención de los miembros del Comité técnico de revisión:

Coordinación de la guía

Josep Boixadé i Martínez

Ingeniero Técnico Industrial.
Postgrado de pericia forense UPC,
Curso superior de seguridad contra incendios.
Subinspector de Mossos d'esquadra e Investigador de incendios estructurales de la División de Policía Científica.
Profesor de la Escola de Policia de Catalunya en investigación de incendios estructurales.

Pau Gavarró Buscà

Ingeniero Técnico Industrial.
Diplomado en investigación de incendios por la DGP.
Técnico superior en prevención de riesgos laborales.
Investigador de incendios y explosiones de PERADEJORDI SL.
Técnico en excedencia voluntaria del grupo de investigación de incendios del Area Central de Policía Científica de Mossos d'esquadra.

Colaboración y revisión

Antoni Abad i Morros

Ingeniero técnico industrial y Psicólogo industrial.
Técnico superior en prevención de riesgos laborales y Licenciado en Psicología industrial.
Subinspector del Cos de Bombers de la Generalitat de Catalunya.
Técnico del Servicio de prevención de la Direcció General d'Emergències i Seguretat Civil.

Jordi Bone Castellet

Ingeniero Técnico Industrial.
Técnico superior en prevención de riesgos laborales.
Miembro en excedencia voluntaria del Area Central de Policía Científica de Mossos d'esquadra.
Técnico de seguridad del Centre de Seguretat i Condicions de Treball del Departament de Treball i Indústria.

Ricard Bosch Tous

Dr. Ingeniero industrial.
Profesor titular del Departamento de ingeniería eléctrica y responsable de los laboratorios de Alta tensión , corrientes fuertes y máquinas eléctricas de la Escola Tècnica Superior d'Enginyers Industrials de Barcelona (UPC).
Jefe de sección del Departamento de Electricidad de la Facultad de Náutica.



Mª del Carmen Dacosta Fernández

Inspectora del Cuerpo Nacional de policía. Jefa del grupo de Investigación de incendios de la BPPC de Cataluña. Licenciada en derecho. Diplomada en investigación de incendios por la DGP. Diploma europeo de la CFPA

Xavier Escriche i Segú

Ingeniero industrial. Gerente de la consultoría de Seguridad contra incendios de la División de construcción de APPLUS. Ex-gerente del laboratorio del Fuego y Termotecnia del LGAI Technological Center.

Oscar García Diéguez

Ingeniero Técnico Industrial. Diplomado en investigación de causas de incendios y en investigación de incendios de origen eléctrico. Ex-consultor del departamento de seguridad contra incendios del LGAI Technological Center. Investigador de incendios y explosiones de PERADEJORDI SL

Juan Diego González Piñatel

Ex-agente de Policía científica del grupo de Investigación de Incendios de la Guardia Civil de Barcelona. Criminalista por la Universidad Autónoma de Barcelona. Diplomado en investigación de incendios por la Universidad de Sevilla. Investigador de incendios y explosiones de IGNIS-SINISTER, S.L.

Julio Hato Morejón

Inspector Jefe del Cuerpo Nacional de Policía, en segunda actividad voluntaria. Especialista en Policía científica. Diplomado en investigación de incendios por la Secretaría de Estado y por la Universidad de Sevilla. Presidente de la Asociación Nacional de investigadores de incendios de España.

Joan Carles López López

Ingeniero Industrial. Titulado Superior en seguridad contra incendios. Profesor de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona (Universitat Politècnica de Catalunya). Director del Servei d'Extinció d'incendis i Salvaments del Ajuntament de Barcelona entre 1989 y 1996.

Xavier Navalón Nonell

Licenciado en Ciencias ambientales por la Fairleigh Dickinson University, New jersey (USA), Responsable del programa de prevención de incendios forestales en Urbanizaciones. Oficina Técnica de Prevención Municipal de Incendios Forestales de la Diputación de Barcelona.

Josep Peradejordi Guañabens

Ingeniero Industrial. Profesor del Instituto de Criminología de la Facultad de derecho de Barcelona. Ex-ingeniero Jefe del Laboratorio textil y de ignifugación de Barcelona (antiguo LGAI). Investigador de incendios y explosiones de PERADEJORDI SL.

José Mª Vázquez Moya

Subinspector del cuerpo Nacional de policía. Aparejador. Diplomado en investigación de incendios por la DGP. Grupo de Investigación de incendios de la BPPC de Cataluña.



1. Objeto

El objetivo de esta guía es orientar y mostrar los procedimientos básicos para que, durante la investigación de un incendio, podamos hacer uso de una metodología con la finalidad de conocer y poder demostrar el origen y la causa del mismo.

La metodología utilizada deberá tener suficiente carácter técnico o científico, como para permitir que las conclusiones obtenidas y plasmadas en los informes correspondientes, puedan mantenerse tras ser sometidas a contra peritajes o exámenes posteriores.

De igual manera, tras el análisis de los datos y resultados de la investigación, se podrán adoptar determinadas medidas preventivas que permitan evitar siniestros similares.

1.1. Método de investigación

La investigación de un incendio o explosión es una actividad compleja y multidisciplinar. En primer lugar requiere un proceso, comprendido de una parte por la aplicación de determinados conocimientos técnicos y científicos (la ciencia del fuego se basa principalmente en principios de Física y Química) y de otra parte, por la aplicación de las propias experiencias, que nos irán facilitando el hallazgo de los indicios, evidencias y su posterior interpretación.

Esta guía pretende establecer un método básico de sistematización de los procesos de análisis y organización necesarios para la realización de una correcta investigación de un incendio. Dichos proce-



Los investigadores deberán posibilitarnos la elaboración de una hipótesis final que pueda responder contrastadamente a los hechos ocurridos. Esta hipótesis deberá estar basada principalmente en los datos demostrables recogidos por el investigador en el escenario del siniestro.

En definitiva, en la aplicación práctica de esta metodología durante la investigación de un incendio o explosión, tendremos en cuenta la observación, el establecimiento de modelos o hipótesis y el posterior contraste de las hipótesis formuladas.

Con este objetivo, se establecen los procedimientos básicos de actuación en el lugar del siniestro para determinar la trayectoria de desarrollo del incendio, que nos permitirá la localización del lugar de origen, la identificación de la fuente de calor inicial y la causa por la que se ha producido.

2. Definiciones

Término	Definición
Acelerante de la combustión	Agente, generalmente líquido inflamable, que se usa para iniciar o acelerar la propagación de un incendio.
Arder	Encontrarse en estado de combustión.
Backdraft	Una ventilación limitada puede llevar un incendio hasta acotarlo en un compartimiento y con la producción de gases en proporciones significativas en base a los productos parciales de combustión y productos de una pirólisis no quemados. Si estos se acumulan, entonces la admisión de aire cuando se produce una abertura en el compartimiento puede provocar una combustión súbita generalizada o deflagración. Esta deflagración se traslada a lo largo del compartimiento y se expande por las aberturas.
Bleve	Explosión de vapores en expansión procedentes de líquidos en ebullición
Calcinar	Someter al calor las sustancias inorgánicas de cualquier clase provocando cambios en la estructura molecular con defecto de oxígeno.
Calor	Forma de energía que se caracteriza por la vibración de moléculas, capaz de mantener cambios químicos y de estado.

Carbonizar	Reducir a carbón, más o menos puro, un cuerpo orgánico por la acción de una combustión incompleta.
Carga calorífica	Energía calorífica de la totalidad de los materiales combustibles contenidos en un recinto incluyendo los revestimientos de muros, suelos techos y tabiques.
Carga de fuego	Energía calorífica aportada por todos los materiales combustibles contenidos en un espacio definido (puede presentarse por unidad de superficie o de volumen).
Ceniza	Residuo inorgánico pulverulento resultante de una combustión completa.
Chamuscar	Modificar la superficie de un material por una carbonización limitada producida por calor.
Combustible	Cualquier sustancia que pueda experimentar una combustión. Capaz de arder en presencia de un comburente (generalmente en el aire) y en condiciones normales de temperatura y presión ambientales.
Sólido combustible	Sólido que contribuye al incendio y mantiene la inflamación, cumpliendo con los criterios de ensayo establecidos en el RD 312/2005. La contribución al incendio puede ser en diferentes grados: muy limitada, limitada, media o alta.
Líquido combustible pero no inflamable	Líquido con punto de inflamación igual o superior a 38°C, según se establece en el RD 1427/1997.
Combustión	Reacción exotérmica de una sustancia, llamada combustible, con un oxidante llamado comburente; el fenómeno viene acompañado generalmente por una emisión lumínica en forma de llamas o incandescencia con desprendimiento de productos volátiles y/o humos, y que puede dejar residuo de cenizas.
Combustión espontánea	Combustión que empieza sin aporte externo de calor. Autoinflamación.

Comburente	Componente que reacciona con el combustible en toda mezcla de gases capaz de producir una combustión (el comburente más asiduo es el oxígeno del aire). Activa la combustión.
-------------------	---

Conducción	Transmisión de calor por el interior de un cuerpo y de molécula a molécula sin desplazamiento visible de las mismas. La transmisión se desarrolla desde las moléculas de mayor energía interna hasta aquellas de menor energía.
-------------------	---

Convección	Propagación del calor por masas móviles de materia, tales como las corrientes de gases y líquidos producidas por las diferencias de densidad.
-------------------	---

Deflagración	Reacción de combustión en la que la velocidad del frente de reacción a través del medio combustible que no ha reaccionado es menor que la del sonido y superior a 1 m/sg.
---------------------	---

Detonación	Explosión que se propaga a velocidad supersónica y que lleva asociada una onda de choque.
-------------------	---

Encender	Iniciar una combustión.
-----------------	-------------------------

Explosión	Conversión instantánea de la energía potencial, química o mecánica, en energía cinética con la consiguiente producción y liberación de un gas que estaba a presión. Esos gases a presión realizan un trabajo, como mover, cambiar o empujar los materiales que hay alrededor.
------------------	---

Exotérmica	Dicho de un proceso: que va acompañado de desprendimiento de calor.
-------------------	---

Flash-over	Cambio súbito a un estado de combustión generalizada en la superficie del conjunto de los materiales combustibles en un recinto.
-------------------	--

Foco de incendio	Lugar de donde emergen las llamas.
-------------------------	------------------------------------

Foco primario	Foco de origen del incendio. Puede haber más de uno.
----------------------	--

Foco secundario	Foco de incendio que es una consecuencia del desarrollo del incendio desde otro foco primario. No se trata de un foco de origen del incendio.
Fuego	Combustión caracterizada por una emisión de calor acompañada de humos o de llamas o de ambos.
Fuego latente	Combustión lenta de un material sin poder apreciarse luz y generalmente revelado por un aumento de temperatura o por el humo.
Hollín	Residuo pulverulento rico en carbono que resulta de una combustión incompleta de material orgánico.
Humo	Productos en suspensión en el aire, derivados de la combustión incompleta de gases, vapores, sólidos o aerosoles líquidos.
Ignición	Proceso de iniciación de una combustión auto-mantenida.
Ignífugo	Sustancia que tiene la cualidad de suprimir, disminuir o retardar la combustión de ciertos materiales.
Incandescente	Metal enrojecido o blanqueado por la acción del calor.
Incendio	Fuego que se desarrolla sin control en espacio y tiempo.
Líquido inflamable	Líquido con punto de inflamación inferior a 38°C según se establece en el RD 1427/1997.
Llama	Zona de combustión en fase gaseosa con emisión de luz.
Sólido no combustible	Producto que no contribuye al incendio. No permite la inflamación cumpliendo con los criterios de ensayo establecidos en el RD 312/2005.

Pirólisis	Descomposición química irreversible de un material debida exclusivamente al calor, generalmente en ausencia de oxígeno.
------------------	---

Propagación	Desplazamiento del fuego, llama o humo.
--------------------	---

Quemar	Destruir por combustión o pirólisis.
---------------	--------------------------------------

Radiación térmica	Es una radiación electromagnética con un intervalo de longitudes de onda que va de 0,1 a 100 micras, en la que de alguna manera se transforma la energía interna de las substancias, se desarrolla de manera óptima en el vacío y resulta imposible a través de según qué cuerpos por las frecuencias de la radiación. El calor se transmite sin necesidad de medio material.
--------------------------	---

Rango de inflamabilidad explosividad	Límite inferior y superior, en tantos por ciento, de volumen de gas que tiene que existir en el aire para que se produzca una explosión si se le aplica una fuente de calor suficiente, sólo se produce en líquidos y gases inflamables
---	---

Reacción en cadena	Autoalimentación, capacidad que tiene un incendio para mantenerse y seguir progresando hasta que las ausencias de combustible o comburente acaba por extinguirlo
---------------------------	--

Temperatura de inflamación	Temperatura a partir de la cual una sustancia, en presencia de aire, desprende gases en cantidad suficiente para generar una mezcla inflamable. Al acercar una fuente de calor por llama se encienden los gases y cuando se retira la fuente no se apagan.
-----------------------------------	--

Temperatura de ignición	Mismo significado que la temperatura de inflamación. Se diferencia en que al acercar una fuente de calor se encienden los gases y cuando se retira la fuente se apagan. No debe confundirse con el término "ignition temperature" en inglés que se refiere a la temperatura de auto-ignición.
--------------------------------	---

Temperatura de autoinflamación/autoignición	Es la mínima temperatura a la cual una sustancia sólida, líquida o gaseosa, en contacto con el aire, se inflamará espontáneamente sin necesidad de dar energía extra a la mezcla. Dicho de otra manera, es la mínima temperatura a la que se debe calentar un combustible en presencia de aire para que se produzca la combustión espontánea, sin necesidad de una energía de activación externa o un foco de ignición.
--	---

Tostar	Modificar un material aislante de la electricidad por una carbonización limitada producida por calor. Este calor puede proceder de sobrecargas eléctricas acumuladas u otras exposiciones prolongadas a fuentes de calor. El tostado disminuye la vida útil de los aislantes eléctricos a medida que se intensifica.
---------------	--

3. Investigación del incendio

3.1. Información previa del incidente

Durante y después del incendio pueden concurrir en el lugar del siniestro:

- Funcionarios de la Administración pública (bomberos, policías, etc.)
- Propietarios y afectados
- Peritos e investigadores privados, designados por las Compañías aseguradoras.
- Medios de comunicación
- Otros

Todo lo cual puede representar una pérdida de indicios y huellas, que en definitiva podría influir en la alteración del escenario, interfiriendo y dificultando la propia investigación.

Por todo lo expuesto, es conveniente balizar y proteger la zona siniestrada para que no accedan a ella personas no autorizadas o ajenas a la investigación y en su caso, las estrictamente necesarias, ya que existe el riesgo de que se eliminen huellas, señales, restos, cenizas y se modifique la situación de los diferentes objetos y elementos, tal como quedaron inmediatamente después del incendio. Pueden, incluso llegar a desaparecer o ser desplazados de su lugar de origen, bien deliberadamente o bien de forma casual, sin intención de provocar desorientaciones a quienes tienen la reconocida capacidad para investigar el incendio. Se deberá, por tanto, limitar al máximo la presencia de personas en el lugar siniestrado hasta la llegada de los equipos de investigación, ya sean nombrados por la Administración pública, por los propietarios o afectados, o por las Compañías Aseguradoras.

Algunas consideraciones a tener en cuenta antes del inicio de las investigaciones:

- Localización y entorno del lugar del siniestro
- Fecha y hora en que se produjo
- Finalidad de la investigación
- Dimensiones del siniestro
- Magnitud de los daños causados
- Condiciones atmosféricas
- Tipo de edificio e instalaciones
- Actividad, uso del edificio u otro
- Balizamiento y protección de la zona y de los indicios
- Prevención de riesgos en las actuaciones a desarrollar en el lugar del siniestro
- Equipos, herramientas e instalaciones necesarias.
- Tareas de desescombro
- Posibles testigos

3.2. Investigación en el lugar del siniestro

3.2.1. Línea de investigación

Para poder definir la pauta y la línea de investigación a seguir, debemos primero concretar cuál es el problema principal a resolver y la finalidad de la investigación. Sin poder esclarecer este punto no podremos seguir en la investigación y establecer una hipótesis contrastada.

Por ejemplo, en determinados siniestros nuestro primer problema a resolver es conocer si el fuego siguió una trayectoria desde el exterior del edificio hacia el interior, o si bien recorrió el camino inverso; o también si se trata de un incendio consecuencia de una explosión o a la inversa, etc.

3.2.2. Inspección exterior

En esta fase se efectúa una inspección del exterior del lugar siniestrado, se recogen los datos objetivos para su posterior análisis y se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- Observación del entorno: accesos de salida/entrada, ventanas, aparcamientos, etc.
- Observar la posición en que se encontraban los accesos de entrada/salida. Utilización de la fuerza en los accesos.
- Observación de la afectación de las estructuras exteriores.
- Marcas de humo en fachadas exteriores.
- Búsqueda de objetos que puedan estar relacionados con el incendio.



Edificio con afectación en planta baja visible desde el exterior

3.2.3. Inspección interior

Se realiza una inspección en el interior del lugar siniestrado y se recogen los datos objetivos para su posterior análisis.

Se practicará la inspección ocular interna en el lugar del siniestro, empleando los elementos de seguridad adecuados al trabajo de campo.

Inicialmente se deberá examinar la edificación y conocer los aspectos de diseño en cuanto a la compartimentación, evacuación y accesibilidad.

Se deberá conocer el tipo de estructura, los productos de la construcción y los elementos constructivos empleados en la edificación, así como los elementos decorativos y de mobiliario fijo. También las instalaciones de protección contra incendios (detección, control y extinción), conductos de ventilación, patinillos y pasos de instalaciones.

Una vez se ha esclarecido el escenario previo al siniestro, se deberá investigar la dinámica de la producción de las marcas o señales de fuego, lo cual supone conocer:

- los efectos provocados por los mecanismos de transmisión del calor (conducción, convección y radiación)
- la naturaleza del movimiento de las llamas, del calor y de los humos dentro de un edificio y
- las sinergias de todo ello.

De todo ello se deberá investigar su influencia en la propagación.

Algunos de los aspectos a tener en cuenta y que nos pueden proporcionar señales e indicios sobre la evolución del incendio son:

Líneas o zonas de delimitación de la afectación. Con el desarrollo del incendio se crean unas marcas, principalmente por los efectos del humo y del calor, sobre los elementos presentes en el escenario del siniestro.

Los bordes de estas marcas definen las diferencias de la afectación producidas por el humo (horizontes de humo) y las generadas por la afectación del calor del fuego (horizontes térmicos o de calor) en los distintos materiales presentes. La observación y el análisis de estos horizontes nos ayudarán a delimitar la zona de origen del incendio:

- **Horizonte de humo.** Comprende todas las superficies a las que ha llegado el humo y sus máximas alturas.



En la mitad superior de la pared, se observa el horizonte de humo, mostrándose la densidad y el espesor que alcanzó la capa de humo en este lugar, durante el incendio

- **Horizonte de calor.** Está compuesto por las superficies afectadas por el calor y las llamas, marcado en forma de destrucción de la materia.



Fachada exterior de un edificio siniestrado sobre la que se observan líneas de demarcación generadas por los efectos de las llamas, el calor y el humo

- **Observación de las diferencias de afectación, carbonización y pérdida de material.** En casi todos los fuegos estructurales, es probable que encontremos restos de madera carbonizada. Este fenómeno es debido a una exposición a elevadas temperaturas en que la combustión de la madera, deja un residuo sólido en forma de carbón agrietado y abombado sobre su superficie.

El análisis de la profundidad de la parte carbonizada ofrece una gran fiabilidad para evaluar la propagación del fuego, efectuando un estudio comparativo con otros materiales de naturaleza similar en el mismo escenario del siniestro.

Midiendo la profundidad y la extensión de la parte carbonizada se puede determinar que parte del combustible estuvo más tiempo expuesta a la fuente de calor y, por consiguiente, se podría establecer una dirección de propagación o una proximidad a la fuente de calor.

- **Oxidación de los diferentes elementos:** Los efectos de la oxidación son, entre otros, el cambio de color y de textura del material oxidado. Cuanto mayor sea la temperatura y tiempo de exposición, mayor serán los efectos de la oxidación y puede que incluso observemos una línea de delimitación de la afectación.
- **Fusión de los diferentes materiales - determinación de la temperatura:** Conociendo la temperatura de fusión aproximada de un material, se puede hacer una aproximación de la temperatura mínima a la que ha estado sometido. El análisis de este dato nos puede ayudar a evaluar la intensidad y la duración del calor, su movimiento o la cantidad de calor liberado por los distintos combustibles.

- **Marcas de protección.** Son marcas producidas sobre una superficie, en la que el contacto directo con otro objeto ha evitado que se produzcan en ella efectos de combustión o bien que se depositen sobre ella los productos de la combustión. Generalmente reproduce la morfología de la cara de contacto de dicho objeto.



La señal de protección efectuada por el cenicero sobre la mesa, nos indicaría entre otros, que éste se hallaba en ese mismo lugar durante el incendio

- **Sombra de calor.** Son marcas que podemos encontrar cuando un objeto se interpone y protege una superficie, con la que no se encuentra en contacto directo, de la transmisión del calor generada durante un incendio. En esa superficie no se ha producido la afectación que se da en la misma zona expuesta directamente al calor.
- **Deformación orientada:** A menudo los elementos metálicos de alto punto de fusión nos pueden dar información sobre qué zona ha estado más expuesta al calor. El calor puede provocar ciertas deformaciones y dilataciones en determinados elementos o materiales (metales, vidrios, plásticos,...) que nos pueden orientar sobre el sentido de desarrollo del fuego,
- **Marcas y roturas en los cristales.** El estudio de efectos tales como el tipo de roturas, las marcas y los depósitos de hollín en sus superficies, así como de ciertos efectos de fusión, en las ventanas acristaladas, habitualmente suelen aportar datos de interés a la investigación del incendio.



Roturas producidas en el vidrio de una ventana, por el efecto del calor, durante un incendio. En los fragmentos que permanecen adheridos al marco, se aprecian sus bordes curvos o redondeados



Fragmentos del vidrio de una ventana de un domicilio incendiado, fracturado por efecto de un impacto o de un golpe, ajeno a la acción del calor. En ellos se pueden apreciar ciertas formas poligonales y bordes rectos y cortantes

- **Efectos de propagación.** Los incendios se propagan fácilmente por el interior de falsos techos, patinillos de instalaciones y otros espacios ocultos cuando se emplean materiales inflamables en dichos espacios y, además, no incorporan los principios de la sectorización. Debido a ello, se puede presentar una rápida propagación del incendio y una mayor extensión de los daños que dificulte la investigación del origen del incendio.
- **El confinamiento** del incendio dentro de un espacio completamente cerrado o sectorizado sin atravesar los paramentos verticales y horizontales puede producir una lenta propagación del incendio, pudiendo incluso llegar hasta la auto-extinción si el humo es capaz de ocupar todo el espacio. En ese caso el foco de origen del incendio podría permanecer inalterado.
- **Desescombro por capas.** Generalmente es necesario retirar los escombros generados durante el incendio para que queden visibles las marcas que haya dejado el fuego en su desarrollo. Esta retirada de los escombros debe hacerse lenta y metódicamente, por estratos o capas horizontales. Si el desescombro no se efectúa adecuadamente, podrían alterarse o llegar a desaparecer numerosas pruebas o indicios, que nos deberían haber proporcionado datos fundamentales para el esclarecimiento de las causas del incendio.
- **Cono de calor, marcas en forma de "V",** o cono invertido, en las superficies verticales. Estas marcas nos pueden conducir desde su parte superior a la inferior, hacia un foco de calor ya que el punto inferior o vértice nos orienta hacia la base de un foco de incendio.



Perspectiva de cono de calor proyectado sobre el paramento vertical, con la base mayor en el techo

- **Reconstrucción del lugar de un incendio.** Una vez se ha extinguido el fuego, comprobamos que en muchas ocasiones y por diferentes causas, como hemos mencionado en apartados anteriores, los restos del incendio han sido alterados. Esta alteración puede deberse a la misma dinámica del fuego, a la propia intervención de los bomberos o a acciones negligentes o deliberadas. En este último caso podríamos encontrarnos ante un posible indicio de ocultación o manipulación de pruebas. Con frecuencia estas modificaciones son consecuencia del método de extinción utilizado por los bomberos. Por tanto, se deberá intentar reconstruir la zona de manera aproximada, según la posición en que se encontraban originariamente los elementos, para así poder analizar correctamente las marcas de afectación que presenten dichos restos.

3.2.4. Recogida de pruebas físicas

En muchas ocasiones, durante el transcurso de la investigación del incendio, será necesario efectuar una recogida de diferentes tipos de muestras e indicios, para su posterior estudio, análisis y/o ensayo con la finalidad de obtener datos complementarios que puedan añadir información sobre las circunstancias del siniestro.

Estudios específicos que pueden considerarse durante la investigación de un incendio:

1. Ensayos de comportamiento al fuego y de las instalaciones de protección contra incendios:

- Comportamiento al fuego de los materiales (reacción al fuego y velocidad de propagación de la llama)
- Resistencia al fuego de los elementos constructivos.
- Ensayos de comportamiento a escala real (reproducción del escenario del incendio)
- Instalaciones de protección activa contra incendios

2. Ámbito de electricidad: aparatos, equipos e instalaciones.

- Especificar datos de la instalación como, por ejemplo, tensiones, corrientes, potencias nominales y de cortocircuito y comentar previamente las circunstancias de las muestras.
- Especificar también, dentro de lo posible, tipos y tarado de las protecciones existentes.
- Identificar elementos de conexión permanente (neveras, ordenadores, televisores, aire acondicionado, baterías en carga, etc.).
- En la zona de máxima afectación, si alcanza una instalación eléctrica, buscar muestras de fusión por arco eléctrico en los conductores. Forma unas estructuras esferoidales o perlas de cobre características, que permiten determinar la presencia de tensión entre conductores durante el incendio.

Se deberá recoger una muestra blanca, de medio metro en la zona sana, en la medida de lo posible, para verificar la calidad de los dieléctricos. Estos suelen quedar destruidos en la zona del incendio.

En algunos casos, podría ser necesaria la recogida de muestras del especialista del laboratorio en el lugar del siniestro.

3. Búsqueda de acelerantes de la combustión: muestreos sobre el terreno o recogida de muestras y solicitud de análisis en laboratorios homologados o entidades especializadas. Se deberá recoger una muestra blanca cuando sea posible.

4. Daños a las personas: informes médicos y forenses.

5. Otros estudios especializados como:

- Vehículos automotores
- Estudios metalúrgicos
- Aparatos a presión
- Elementos estructurales (acero, hormigón, madera y mixtos)
- Explosiones y atmósferas explosivas
- Materias peligrosas y procesos químicos
- Estudios sobre máquinas, aparatos o equipos
- Legalidad de la actividad
- Datos meteorológicos

Marcaje

Marcaje mínimo que deben incluir las etiquetas en las muestras o efectos recogidos:

Información de las muestras

Descripción de la muestra

Referencia de la muestra

Dirección del siniestro

Responsable

Hora / Fecha de recogida

Cadena de custodia

Recibida de

Entregada por

Fecha / Hora de recepción

Solicitud de análisis o ensayos

Cada laboratorio tiene su propio procedimiento para la recepción de muestras, pero, básicamente la solicitud debe incorporar la siguiente información:

Información general

Razón social Laboratorio

Departamento

Dirección

Código postal, ciudad

Escenario del incendio

Escenario del incendio

Dirección

Código postal, ciudad

Efectos y muestras recogidas

Fecha siniestro

Investigación

Muestras

Referencias de las muestras

Finalidad de la investigación, análisis o ensayo

Fecha de recepción en laboratorio

Responsable de la investigación

Investigador

Referencia siniestro

Fecha de recogida de efectos

Testigos presenciales en el escenario durante la recogida de las muestras

3.2.5. Análisis de los datos recogidos

Una vez tengamos los datos del siniestro recogidos directamente en la inspección exterior e interior, tal como se hace referencia en el punto 3.2, llegamos a esta fase en la cual tenemos que analizar todos los datos recogidos empírica y objetivamente.

El análisis de estos datos se hará sobre la base de los conocimientos y la experiencia de cada investigador.

Como el diagrama inicial en el punto 1 nos indicaba, hemos de observar las marcas de la trayectoria de desarrollo del incendio para localizar la zona de origen y contrastar con la trayectoria lógica de desarrollo del incendio.

Es posible que tengamos que esperar a conocer el resultado de las pruebas físicas recogidas para posterior ensayo y análisis con el objetivo de disponer de todos los datos necesarios.

Nuestro fin es considerar la causa del incendio y, si no es posible, hacer un planteamiento de hipótesis de explicación del siniestro.

Planteamiento y contraste de las hipótesis para explicar el siniestro

Del análisis de los datos comentados anteriormente es preciso plantear una o varias hipótesis que puedan explicar el origen y la causa del incendio o de la explosión. Estas hipótesis estarán sólo basadas en datos empíricos y objetivos recogidos por el investigador.

Se deberán analizar las diferentes hipótesis planteadas y contrastar con todos los hechos conocidos, para poder descartar los orígenes y causas que pueden ser razonables pero que no dan respuesta a esos mismos hechos.

Tenemos que considerar como hipótesis contrastada la que comparada con todos los hechos conocidos puede establecer, sin lugar a dudas, el lugar de origen y la causa de inicio.

Si no es así, tendremos que considerar otra hipótesis más adecuada o clasificar la causa del incendio como desconocida.

3.2.6. Recogida de datos subjetivos del lugar del siniestro

Podemos obtener la información de las siguientes fuentes:

- Información de testigos directos.
- Información de bomberos, policía local, etc.
- Información de compañías aseguradoras y empresas contratadas de detectives, policía judicial, etc.
- Información del propietario, inquilino, etc.

Ninguna información se puede considerar exacta y fiable si no se ha evaluado previamente la fiabilidad de la fuente. En general, cualquier información que solicite u obtenga el investigador durante la investigación de un siniestro, sólo es tan fiable como lo sea la fuente de que procede.

Para evaluar la fiabilidad de la fuente se tiene que tener en cuenta factores como los intereses particulares que la fuente de información puede tener en los resultados de la investigación, la objetividad de la fuente teniendo en cuenta la tensión sufrida en el momento del incendio, etc. Por tanto, es esencial que el investigador de un incendio considere la fiabilidad de su fuente de información.

Eso no quiere decir que no tengamos en consideración la información subjetiva facilitada por los diferentes testigos, pero será necesario evaluar los testigos como fuente de información para que podamos considerar sus declaraciones fiables para ser contrastadas también con la información, datos objetivos y empíricos obtenidos del lugar del siniestro durante la investigación del incendio.

La hipótesis más probable podrá ser contrastada con la información obtenida de los testigos y que hemos evaluado previamente dependiendo de su grado de fiabilidad y confirmar o descartar una hipótesis.

4. Estructura del informe

Si bien cada investigador tiene su propio modelo de informe, en esta guía se establecen unos criterios básicos recomendados en la estructura del informe:

4.1. Antecedentes (ver punto 3.1)

4.2. Descripción general del siniestro

Informe de la inspección ocular realizada en el escenario del siniestro, con referencias fotográficas, planos y croquis si ello hace más comprensible el informe.

Diferenciar entre:

- investigación exterior
- investigación interior

Planos/croquis:

- plano de localización,
- croquis general de afectación,
- croquis de la/s zona/s de origen,
- croquis de la evolución del incendio



Indicación
del Norte

Indicación
del viento

Puertas

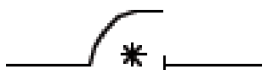


Abierta en
la posición
indicada

Cerrada

Posición
desconocida

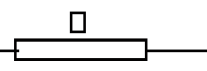
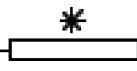
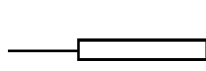
Forzada por
bomberos



Forzada antes
del incendio

Doble puerta: una parcialmente
abierta, la otra en posición desconocida

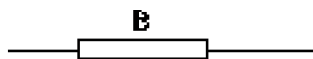
Ventanas



Intacta o situación
desconocida

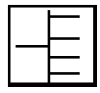
Rota antes
del incendio

Abierta antes o
durante el incendio



Abierta durante
el incendio

Eléctrica



Cuadro general de distribución



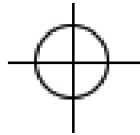
Cuadro eléctrico o subcuadro



Lámpara/luminaria



Contador



Caja de derivación



Base para toma de corriente



Base con enchufe conectado



Enchufe/clavijas



Motor



Resistencia



Bobina/transformador reactancia



Interruptor

Se efectuará un reportaje fotográfico con descripción de los datos de mayor interés en las ilustraciones, que puede ir acompañado de un reportaje audiovisual. El proceso de desescombro es importante que se fotografíe y se documente para poder identificar la zona de donde se han retirado los restos.

4.3. Recogida de muestras y otros datos complementarios de interés

Debe incluir información sobre la protección jurídica de la prueba (acta notarial, acta entre partes, acta policial,...).

Se solicitará un informe por escrito y firmado con el resultado de los análisis y/o ensayos.

4.4. Discusión de resultados

Consideraciones básicas a tener en cuenta respecto al origen, la fuente de inicio y el desarrollo del incendio.

a) Descripción del siniestro.

Descripción de los elementos constructivos y materiales afectados, superficie activa de llamas, superficie afectada de manera indirecta (humo y calor), gravedad del incendio, etc.

b) Origen del incendio.

Describir los focos de incendio: diferenciar entre foco/s primario/s y foco/s secundarios. Delimitar el origen/es del incendio. Describir el desarrollo del incendio y otros aspectos de interés respecto al origen.

c) Fuente de calor que dio origen al incendio.

Aparatos, equipos o sustancias que alcanzan la temperatura y energía suficiente y que están en contacto con el combustible el tiempo necesario para transmitir dicha energía e iniciar su combustión.

d) Causa del incendio.

Las circunstancias, condiciones o hechos que dan lugar al origen del fuego, constituirían la causa a consecuencia de la cual se ha producido el mismo. Se debe tener en cuenta que para poder establecer la existencia o no de responsabilidad es necesaria la determinación de la causa que da origen al incendio o, en su caso, descartarla.

Clasificación de las causas:



Naturales: aquellas en que no hay intervención humana directa en el origen del incendio, como por ejemplo, los incendios por rayos, volcanes.



Accidentales: son aquellas en que el origen del incendio no es consecuencia de un acto humano deliberado, entre otros, ciertos fallos en el sistema eléctrico, soldaduras, negligencia humana, etc.



Provocadas: aquellas en que el inicio del incendio es consecuencia directa de un acto humano deliberado y con la intención de originarlo.



Desconocidas: cuando se ignoran las circunstancias que han confluído en su origen. Si las investigaciones continúan, estas podrían llegar a ser determinadas posteriormente.

Para que la causa se pueda demostrar se deberá identificar la fuente. A veces, esa fuente únicamente se puede suponer y la causa hallada será solo la más probable.

4.5. Conclusiones de la investigación

Para que el Informe sobre la investigación dé respuesta a lo que se le demanda, es imprescindible que en las conclusiones finales se reflejen al menos los tres aspectos siguientes:

- Origen del incendio
- Fuente de calor
- Causa (provocado, accidental, natural o desconocido).

5. Legislación y normativa

RD 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

RD 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Incluye el Real Decreto y la Parte I del CTE. DB-SI.

RD 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.

RD 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios. BOE número 298 de 14 de diciembre de 1993

RD 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. BOE núm. 224 del miércoles 18 de septiembre.

RD 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.

RD 1427/1997, de 15 de septiembre por el que se aprueba la instrucción técnica complementaria MI-IP 03 "Instalaciones petrolíferas para uso propio"

UNE 23026, Tecnología de fuego. Terminología.

NFPA 921, Guía para la investigación de incendios y explosiones.

5.1

Causas e investigación de incendios y explosiones
Guía básica de investigación
de incendios

**COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA**

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona

Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net
www.cetib.net



Servei de Visat
Serveis Col·legials
Col·legiació



5.2

Causas e investigación de incendios y explosiones

Guía básica para la investigación de explosiones



MANUAL
seguridad
contra incendios

Causas e investigación
de incendios y explosiones

5.2 Guía básica
para la investigación
de explosiones

Autor

Redacción:
Josep Boixadé i Martínez

Revisión:
Pau Gavarró Buscà

Comisión de Seguridad
Contraincendios y
Emergències

Edición

Octubre 2007

Edita

Colegio de Ingenieros
Técnicos Industriales
de Barcelona

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona
Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.cat

Coordinación

David Altimira de Maria
Pili Adámez Almoril

Propuesto por

Comisión de Seguridad
Contraincendios y
Emergències

Corrección y asesoramiento
lingüístico

Traducciones L'Apòstrof

Diseño gráfico

Sergi Freixes

Fotografías

Cedidas por:
Perdejordi, SL

5.2

Causas e investigación de incendios y explosiones Guía básica para la investigación de explosiones

Índice

1.	Objeto	5
2.	Definiciones	6
3.	Clasificación de las explosiones por su origen	8
4.	Efectos de las explosiones	14
5.	Investigación de siniestros provocados por explosiones	20
6.	Estructura del informe	26
7.	Bibliografía	27
8.	Legislación y normativa	28



1. Objeto

Esta guía trata de identificar los mecanismos básicos que pueden intervenir durante los efectos de una explosión. Su objetivo es dar a conocer las circunstancias que intervienen en una explosión para evitar que se produzcan o bien minimizar las consecuencias de sus efectos.

En caso de producirse una explosión es fundamental conocer el origen y la causa de la misma. Tras el análisis de los datos y resultados de la investigación, se podrán adoptar determinadas medidas preventivas que permitan evitar siniestros de similares características en el futuro.

Esta guía es una ampliación de la ficha 5.1 *Guía básica de investigación de incendios*, editada por el Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona. En esta ficha no se incluyen los procedimientos de actuación necesarios para investigar las explosiones relacionadas con atentados terroristas de cualquier clase. La investigación de estas explosiones está reservada a las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad y a los jueces y fiscales.

2. Definiciones

Teniendo en cuenta las definiciones que ya constan en la *Guía básica de investigación de incendios* y en el *Manual práctico de clasificación de zonas en atmósferas explosivas* editado por el Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona, los conceptos importantes en la investigación de explosiones son los siguientes:

Término	Definición
Atmósfera de gas explosiva:	Mezcla de una sustancia inflamable en estado de gas o vapor con el aire, en condiciones atmosféricas, en la que después de la ignición, la combustión se propaga a toda la mezcla no consumida.
Atmósfera pulverulenta explosiva:	Es una mezcla con aire en condiciones atmosféricas de sustancias inflamables en forma de polvo o fibras en las cuales, tras una ignición, la combustión se expande hacia el exterior utilizando la mezcla no consumida.
Cráter de una explosión:	Hueco o agujero en la tierra, suelo o paredes que se crea en el punto de origen de una explosión y que delimita claramente el lugar donde se ha producido.
Deflagración:	Propagación de una combustión a una velocidad inferior a la del sonido en el medio en el que se propaga (a 20 °C, en el aire, la velocidad del sonido es de 344 m/s).
Detonación:	Propagación de una combustión a una velocidad superior a la del sonido en el medio en el que se propaga (a 20 °C, en el aire, la velocidad del sonido es de 344 m/s).
Explosión:	Liberación brusca de energía que genera una onda de sobrepresión.
Explosión de humo (backdraft):	La ventilación limitada de un incendio en un compartimiento, puede llevar a la producción de gases que contienen proporciones significativas de productos parciales de combustión y productos de pirólisis no quemados. Si en estas condiciones se reintroduce aire, por ejemplo con la abertura del compartimiento, se puede producir una deflagración súbita.
Gas o vapor inflamables:	Es un gas o vapor que, mezclado con el aire en ciertas proporciones, formará una atmósfera de gas explosiva.
Gas inerte:	Gas no inflamable ni reactivo que mantiene al material combustible en una situación incapaz de soportar la combustión.

Inertizar:	Técnica mediante la cual se evita la ignición de una mezcla combustible por aplicación de un gas inerte o polvo incombustible.
-------------------	--

Limite Inferior de Explosividad (LIE):	Es el límite inferior del intervalo de concentraciones de la sustancia en el aire, para el que la mezcla es explosiva. En la mayoría de sustancias coincide con el de límite inferior de inflamabilidad, pero hay algunas excepciones como por ejemplo el metano, el hidrógeno, etc.
---	--

Limite Superior de Explosividad (LSE):	Es el límite superior del intervalo de concentraciones de la sustancia en el aire, para el que la mezcla es explosiva. En la mayoría de sustancias coincide con el del límite superior de inflamabilidad, pero hay algunas excepciones como por ejemplo el metano, el hidrógeno, etc.
---	---

Líquido sobrecalentado:	Líquido que se encuentra a presión en un recipiente a una temperatura bastante superior a su temperatura normal de ebullición.
--------------------------------	--

Niebla inflamable:	Son gotas pequeñas de líquido inflamable dispersas en el aire de forma que originen una atmósfera explosiva (también se usa el término nebulizaciones).
---------------------------	---

Onda expansiva de una explosión:	Frente de expansión de una reacción por explosión que separa una gran diferencia de presión entre la presión ambiente delante de la onda, la alta presión producida en la misma, y detrás de ella, que es potencialmente dañina. Utilizamos como sinónimos de la onda expansiva la onda de choque y la onda de sobrepresión, entre otros.
---	---

Polvo combustible:	Es polvo que puede arder o deflagrar en el aire y formar mezclas explosivas con el aire a presión atmosférica y temperatura normal.
---------------------------	---

Presión máxima de explosión:	Máxima sobrepresión obtenida en un recipiente cerrado durante la explosión de una atmósfera explosiva en condiciones de ensayo determinadas.
-------------------------------------	--

Velocidad máxima de aumento de presión:	Es el valor máximo del incremento de presión por unidad de tiempo, obtenido en un recipiente cerrado durante las explosiones de todas las atmósferas explosivas en el rango de explosividad de la sustancia combustible, en condiciones de ensayo determinadas.
--	---

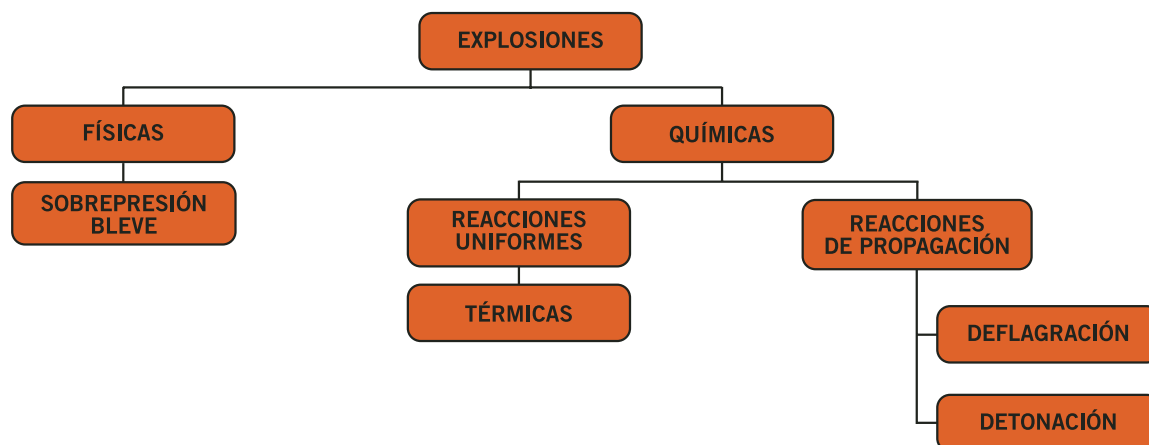
3. Clasificación de las explosiones por su origen

Una explosión es una súbita liberación de gas a alta presión en el ambiente. La liberación tiene que ser lo suficientemente rápida para que la energía liberada, contenida en los gases, se disipe en forma de onda de expansión o choque.

La presión del gas en el instante en que se libera, al inicio de la explosión, es muy superior a la presión ambiental.

La explosión también puede deberse a la sobrepresión en un recipiente que no tiene por qué contener un líquido o gas combustible. Nos podemos encontrar con la explosión por sobrepresión de una caldera sin tener nada más que agua en su interior.

La clasificación más habitual de las explosiones causadas por un gas a presión se hace en relación con su origen. Una explosión puede tener un origen físico o químico.



3.1. Explosiones físicas

Hay determinados casos en los que el gas a alta presión ha sido generado por medios mecánicos sin producirse un cambio fundamental en la sustancia química. El gas puede alcanzar la alta presión de forma mecánica; por aportación de calor al gas, líquido o sólido. También un líquido sobrecalentado se puede liberar de forma súbita por medios mecánicos y generar una alta presión por evaporación repentina.

Este tipo de explosiones se denominan “explosiones físicas”, ya que todo el proceso de generación de alta presión, la descarga de ésta y sus efectos se pueden entender de acuerdo con las leyes fundamentales de la física y, además, las sustancias involucradas no sufren ningún cambio en su naturaleza química.

La mayoría de las explosiones físicas involucran a un contenedor que puede ser una caldera, cilindro de gas, etc. En el interior del contenedor se genera alta presión mediante una compresión mecánica, el calentamiento del contenedor y del contenido o la introducción de un gas a alta presión desde otro recipiente.

Cuando la presión se incrementa por encima del límite de resistencia del contenedor, se produce un fallo por la parte más débil y el contenedor puede reventar con extremada violencia liberando la presión acumulada. Las afectaciones y daños que produce este fallo del recipiente dependen del tipo de fallo que se ha producido.

Si se trata de un fallo en elementos pequeños del recipiente y se crean pequeñas aberturas sin llegar a reventar el recipiente, los efectos que se producirán probablemente serán por la metralla de las partes que han fallado y han sido proyectadas por la liberación de la presión.

En cambio, si se trata de un fallo por sobrepresión en las paredes del recipiente, éste se romperá y reventará. La proyección de metralla será mayor probablemente en distancia y en tamaño. Los efectos de la onda de sobrepresión tendrán un potencial destructivo mucho mayor, que dependerá del volumen del gas contenido y de la presión en el momento de la explosión.

La onda de expansión del incremento de sobrepresión será muy direccional, es decir, sus efectos serán más intensos en la dirección del fallo. También se producirá en muchas ocasiones una reacción de desplazamiento del recipiente en la dirección opuesta a la de la propagación de la onda expansiva.

Si el recipiente almacena un líquido sobrecalentado, cuando el contenedor se rompe, se produce un cambio masivo del estado líquido a vapor y se produce una vaporización súbita. Este fenómeno es conocido como BLEVE.

Bleve: El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, en su Nota Técnica de Prevención (NTP) 293 que trata de las explosiones BLEVE, nos define el BLEVE (abreviación del inglés de Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) como un estallido catastrófico de un recipiente a presión en el que ocurre un escape súbito a la atmósfera de una gran masa de líquido o gas licuado a presión sobrecalentados.

La traducción literal del inglés sería la expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición.

Como se hace constar en la NTP, el BLEVE es una explosión de origen físico y no se produce ninguna reacción química ni de combustión originariamente. Puede darse en cualquier recipiente hermético con un líquido en su interior, incluso en calderas de agua.

Pero no todas las explosiones de recipientes herméticos son consecuencia de un BLEVE; éstos solo se dan en líquidos o gases licuados en determinadas condiciones. Si la sustancia involucrada es combustible, esta explosión tendrá efectos térmicos.

En los siniestros en que se da el fenómeno del BLEVE es habitual que nos encontremos un incendio previo al fenómeno que incida sobre la superficie exterior del recipiente que contiene el líquido. El incendio debilita el contenedor y éste puede tener un fallo con lo que se produce una rotura brusca. El contenido que inicialmente se encuentra en estado líquido se escapa rápidamente y cambia de forma masiva a vapor. Si el contenido es inflamable, se produce una bola de fuego (*fireball*) por deflagración del vapor liberado que produce efectos térmicos intensos.

Este fenómeno, provoca una explosión que produce una gran cantidad de energía que proyecta los fragmentos del recipiente a considerables distancias. Es una expansión explosiva de toda la masa del líquido que, evaporada súbitamente, le hace aumentar de volumen. Éste puede aumentar hasta 1700 veces en el caso del agua y unas 250 en el caso del propano.



El BLEVE originado por un fuego exterior, provocó el estallido de un recuperador de calor por agua (foto izquierda), causando daños por efecto de la onda expansiva y la metralla (foto derecha).

Para que se produzca un BLEVE tiene que haber un líquido sobrecalentado por encima de una temperatura crítica y registrarse una bajada súbita de la presión en el contenedor. Este descenso de presión puede ser debido a una ruptura del recipiente por pérdida de resistencia, impacto mecánico sobre el recipiente, ruptura de válvulas de seguridad incorrectamente diseñadas, etc.

3.2 Explosiones químicas

Hay otras explosiones en las que el gas a alta presión ha sido generado por reacciones químicas. Es decir, que el producto que causa la explosión es diferente de la sustancia o sustancias que lo han originado.

Las explosiones químicas más frecuentes son las causadas por la combustión. Un combustible (por ejemplo el metano) se mezcla con el comburente (por ejemplo el aire) y se inflama y arde generando monóxido de carbono, vapor de agua y otros subproductos.

Aunque la combustión sea la reacción más común presente en las explosiones, la descomposición de sustancias puras, la hidratación, la corrosión y en general cualquier reacción química, puede provocar una explosión si se emiten productos gaseosos que liberan energía.

Las reacciones químicas, termodinámicamente pueden ser exotérmicas o endotérmicas, es decir, liberan calor o absorben calor. Prácticamente todas las explosiones químicas son debidas a reacciones exotérmicas. Las reacciones endotérmicas solo pueden provocar explosiones en circunstancias muy especiales.

Las explosiones químicas se clasificarán por la clase de reacción química. Por un lado, tendremos las reacciones uniformes y, por el otro, las de propagación. Las reacciones uniformes son aquellas en que las transformaciones químicas abarcan toda la masa reactiva y las reacciones de propagación son las que tienen un frente de propagación claramente definido, que separa el material sin reacción de los productos de la reacción avanzando a través de toda la masa.

3.2.1. Reacciones uniformes

Una explosión química es uniforme cuando tiene lugar simultáneamente en toda la masa de la sustancia o mezcla. La velocidad de reacción es homogénea en toda la masa y depende de la temperatura y la concentración de los agentes de la reacción.

A medida que aumenta la temperatura de la masa, la reacción se acelera y finalmente alcanza el punto de autocalentamiento. En este punto, el calor generado supera al disipado en el ambiente por la masa de la reacción. Normalmente el calor se disipa por las paredes del recipiente.

3.2.1.1. Explosiones térmicas: Las explosiones térmicas y las reacciones incontroladas (*runaway reactions*) comienzan como reacciones uniformes en contenedores de almacenamiento, estanques o pilas de material.

En todos los casos, se produce el mismo modelo de acumulación de calor y aceleración de la reacción. A medida que la temperatura aumenta puede aparecer un proceso auto térmico; la velocidad de reacción se incrementa exponencialmente hasta valores muy elevados. Este proceso puede ser lento al principio, pero muy rápido en su fase final.

La formación de gas o el incremento de la presión de vapor originados por la reacción química provocan un aumento de la presión del sistema. Si el sistema es cerrado, este aumento de presión originará la explosión del recipiente si no se dispone de un sistema de seguridad adecuado (disco de rotura, válvula de seguridad, etc.).

Los procesos de polimerización, halogenación, oxidación, son reacciones altamente exotérmicas y son potencialmente peligrosas.

3.2.2. Reacciones de propagación

Una reacción de propagación se inicia en un punto concreto y se propaga a través de la masa de reacción. Las velocidades de propagación pueden ir desde cero hasta varias veces la velocidad del sonido dependiendo de, la composición de la sustancia o mezcla, temperatura, presión, grado de confinamiento, etc.

Las reacciones de propagación se clasifican en deflagraciones y detonaciones, en función de la velocidad de propagación del frente de expansión de la reacción, es decir, puede ser una reacción subsónica o supersónica.

Las deflagraciones y detonaciones se propagan en gases, sólidos, líquidos, compuestos puros y mezclas.

Las detonaciones (para una determinada cantidad de energía) son siempre más destructivas que las deflagraciones, ya que pueden llegar a tener picos de presión cercanos a 20 bar, mientras que en las deflagraciones los valores máximos son de unos 8 bar.

En determinadas situaciones una deflagración puede llegar a convertirse en una detonación (por ejemplo, en el caso de un frente de llama que se propaga dentro de una tubería).

Las explosiones químicas más habituales con las que se encontrará el investigador son reacciones de propagación en las que han intervenido gases, vapores o polvos mezclados con el aire. Estas reaccio-

nes de propagación se producen por combustiones que se expanden progresivamente a través del reactivo (combustible), con un frente de llamas bien definido que separa la parte del combustible que ha reaccionado de la que no lo ha hecho.

En las explosiones químicas de propagación por combustión, según el combustible afectado, podemos distinguir entre:

3.2.2.1. Gases inflamables, vapores de líquidos inflamables y combustibles

En el caso general de combustión de un gas combustible (como el butano) y otro oxidante (como el aire), las mezclas son sólo inflamables al aplicarles una fuente de calor en un cierto rango de composiciones. Es necesaria una mínima proporción de combustible para iniciar una combustión. Hay también una proporción máxima de combustible por encima de la cual la combustión tampoco se puede producir.

En consecuencia, para que se inicie la deflagración de los gases o vapores, tienen que encontrarse en concentraciones por encima del límite inferior de explosividad (LIE) y por debajo del límite superior de explosividad (LSE); es decir, dentro de un rango de explosividad. Estos límites se determinan experimentalmente para cada producto químico o sustancia.

Las explosiones que se producen por mezclas de gases o vapores próximas a sus límites superior o inferior, son menos violentas que las que se producen en concentraciones óptimas (mezcla estequiométrica).

Estas mezclas, en su concentración óptima, producen una combustión más eficaz, con mayor rapidez de llama, más velocidad de aumento de la presión, más presión y más daños.

Las mezclas explosivas próximas a su LIE no suelen producir incendios importantes después de la explosión, ya que casi todo el combustible se consume en la deflagración.

Por el contrario, las mezclas explosivas próximas a su LSE pueden producir incendios después de su explosión, ya que no se consume todo el combustible en la deflagración.



Los daños producidos por las deflagraciones de gas combustible se pueden ver agravados por el tipo de construcción utilizado.

La mayor parte de las mezclas de gases combustibles son estables a presiones y temperaturas ambientales.

Para que se inicie la explosión es necesario que la inflamación del gas o vapores se inicie por medios externos.

Una vez iniciada la combustión ésta se auto mantiene, transfiriendo calor desde el gas quemado al gas sin quemar en el frente de llama (zona de reacción) y se propaga desde el punto de ignición hasta los límites de la mezcla de combustible.

Los gases y vapores más pesados que el aire tienden a acumularse en zonas bajas y los más ligeros que el aire en las zonas altas.

3.2.2.2.- Polvos y nieblas inflamables

Las explosiones de polvos y nieblas pueden producirse por la combustión de materiales combustibles sólidos finamente divididos (polvos) y de líquidos combustibles en estado pulverizado (nebulizaciones o nieblas), generando gases a elevada presión.

La reacción de combustión en las partículas de polvo o las nieblas solo puede producirse en la superficie en contacto entre las gotas o partículas dispersas y el aire circundante. Entonces, para una masa dada de polvo o niebla, a medida que disminuye el diámetro de las partículas o gotas, aumenta la superficie de contacto con el aire y por ello aumenta la intensidad de la combustión.

En general, para partículas de más de 0,5 mm la posibilidad de explosión es mínima.

La inflamación de atmósferas pulverolentas y nebulizaciones dispersas en el aire es similar a la de las mezclas de aire y gas inflamable; para que se inflamen al aplicarles una fuente de calor, es necesaria una mínima concentración de polvo o nebulización.

A diferencia de los gases, el límite superior de explosividad no se puede determinar de forma fiable, pero, igual que en los gases y vapores, la velocidad de aumento de presión y la presión máxima producida por la explosión son mayores al aproximarse la concentración al punto de mezcla óptimo.

En las explosiones de polvos se pueden dar explosiones consecutivas. La explosión primaria, por sus efectos de onda de sobrepresión, puede provocar que partículas de polvo depositadas en el suelo pasen a dispersarse en la atmósfera, las cuales a su vez inician una nueva combustión con la consiguiente explosión.

Las explosiones de polvos se pueden originar en una gran cantidad de atmósferas pulverolentas, como por ejemplo de harina, cereales, azúcar, serrín, carbón, aspirinas, ácido ascórbico (vitamina C), leche en polvo, cacao, colorantes, plásticos, titanio, magnesio, aluminio, etc. Como consecuencia de ello, las disposiciones legales exigen la adopción de medidas de protección en atmósferas potencialmente explosivas y también para ambientes de polvos nebulizados.

En los siniestros en industrias que durante los procesos de fabricación, manipulación, almacenaje u otros puedan producirse atmósferas pulverolentas o nebulizaciones accidentales, se debe considerar la posibilidad que su explosión sea el origen del siniestro.

3.2.2.3. Humo y productos inflamables de la combustión incompleta (*backdraft*)

En el desarrollo de un incendio en un recinto con el adecuado aporte de aire, éste continuará creciendo mientras quede combustible con el consiguiente aumento progresivo de la temperatura. Pero si el suministro de aire se restringe, el incendio no podrá consumir más aire del recinto y se reducirá progresivamente la concentración de oxígeno en los gases de incendio del interior del recinto.

Esto, inicialmente causará un incremento de la temperatura en el recinto y, a medida que el oxígeno disminuye, provocará que la llama disminuya de intensidad al igual que el calor irradiado por ella. Sin embargo, los gases inflamables se seguirán produciendo y distribuyendo por todo el compartimiento hasta que la temperatura haya disminuido.

En esta fase del incendio, tendremos acumulados y dispersos en el recinto una proporción significativa de productos parciales de combustión y productos de pirólisis no quemados por falta de oxígeno.

Si en ese momento hay una admisión de aire (al abrir una puerta o ventana), se puede generar una deflagración de todos los productos intermedios de la combustión acumulados en el ambiente y generados durante el incendio que carecían de oxígeno para combustionar.

Esta deflagración se conoce como explosiones de humo o de contratiro, o más comúnmente con el término inglés *backdraft*.

La onda de presión generada puede alcanzar valores de 0,1 bar dependiendo del punto del rango de inflamabilidad en que se produzca, pero normalmente sólo ocasiona daños leves.

En estas investigaciones se observarán indicios de un fuego inicial y la deflagración posterior.

4. Efectos de las explosiones

Si la explosión no encuentra obstáculos materiales, se puede expandir uniformemente de forma simultánea en todas las direcciones, con lo cual la onda de presión y calor se propaga en forma de esfera y produce los daños característicos de las explosiones.

Si en condiciones ideales la onda de expansión se propaga en forma de esfera, en condiciones no ideales, como sucede en la mayoría de siniestros, la onda expansiva se refleja en los diferentes obstáculos sólidos que encuentra durante su expansión y que pueden cambiar su dirección de propagación.

Esto puede provocar un significativo aumento o disminución de la presión en función de las características del obstáculo encontrado, sea de tipo estructural o de otro tipo.

Los efectos de la onda expansiva disminuyen a medida que ésta se aleja del punto de origen y la reacción de propagación no encuentra combustible.

Los daños causados por la onda expansiva generada por la explosión no dependen únicamente de la cantidad total de energía generada, sino de cómo se libera esta energía y produce una onda de expansión con una velocidad determinada de aumento de la presión durante su propagación.

Las explosiones producen básicamente efectos por la onda expansiva, la metralla y el calor.

4.1. Efecto de la onda expansiva de la explosión

La gran cantidad de gases en expansión producidos por la explosión que se alejan del punto de inicio producen una onda expansiva de sobrepresión que es la responsable de la mayoría de los daños producidos.

Esta onda expansiva tiene dos fases claramente definidas teniendo en cuenta la dirección de las fuerzas de la onda respecto al punto de origen de la explosión, la fase de presión positiva y la negativa.

4.1.1. Fase de presión positiva

Es la parte de la onda expansiva durante la cual los gases se alejan del punto de origen. La presión aumenta de forma brusca en el origen de la explosión y se propaga en esta fase con el frente de la onda en expansión, desplazando, comprimiendo y calentando el aire que rodea el punto de origen.

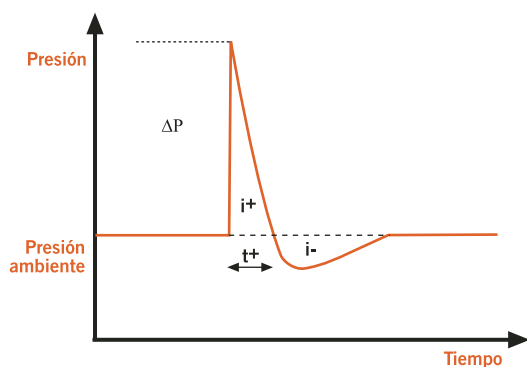
La fase de presión positiva es la más potente y causa la mayoría de los daños de la explosión. En una detonación, la onda de sobrepresión muestra un incremento de presión casi instantáneo hasta el pico de máxima presión.

4.1.2. Fase de presión negativa

Al alejarse del punto de origen, detrás de la onda expansiva se crea una zona de bajas presiones y el aire vuelve rápidamente a ocupar la zona de origen donde existía menos presión, iniciándose la fase de presión negativa.

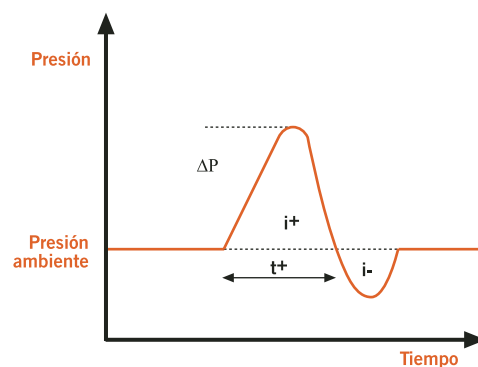
Esta fase puede causar daños secundarios y desplazar restos o indicios hacia el punto de origen que previamente habían sido alejados durante la fase de presión positiva.

El gráfico presión-tiempo de una onda de sobrepresión en una explosión es significativamente distinto si se trata de una propagación en detonación o en deflagración como se observa a continuación.



Esquema de una onda de choque propagándose en detonación. (ΔP = incremento de presión; i^+ , i^- = fase de impulso positivo y negativo respectivamente; t^+ = duración de la fase positiva).

Fuente: Casal, J; Análisis del riesgo en instalaciones industriales



Esquema de una onda de choque propagándose en deflagración. (ΔP = incremento de presión; i^+ , i^- = fase de impulso positivo y negativo respectivamente; t^+ = duración de la fase positiva).

Fuente: Casal, J; Análisis del riesgo en instalaciones industriales

4.1.3. Velocidad de aumento de presión

Los daños causados por la onda expansiva generada con la explosión no dependen únicamente de la cantidad total de energía generada, sino de cómo se libera esta energía y produce una onda de expansión con una velocidad determinada de aumento de la presión durante su propagación.

Si en una explosión la energía es liberada de una forma relativamente lenta, se producirá un incremento de la sobrepresión por la onda expansiva también relativamente lento y se tratará probablemente de una deflagración.

Un incremento de la onda de sobrepresión relativamente lento permite que algunos elementos estructurales realicen cierta función de amortiguación de la onda expansiva y tengan ciertas deformaciones, se abomben o se desplacen, como por ejemplo puede ocurrir con paredes, techos y cerramientos. *(Ver esquema de la onda de choque propagándose en deflagración).*

En este tipo de siniestros se pueden reducir los efectos por elementos diseñados para el alivio de las sobrepresiones u otros que, sin estar específicamente diseñados para este uso, pueden realizar funciones de alivio y llegar a minimizar de forma notable las afectaciones de la explosión.

Los elementos que pueden ayudar a este alivio pueden ser las puertas, ventanas, paredes débiles o separadoras (de yeso o ladrillo), exutorios, conductos para canalizaciones, uniones estructurales, soldaduras en recipientes, etc.

Por el contrario, si la energía liberada por una explosión provoca un incremento de la presión rápido y súbito posiblemente nos encontraremos con una detonación. Los efectos de esta onda de sobrepresión que se propaga casi de forma instantánea serán muy diferentes a los producidos por un incremento de presión relativamente lento. *(Ver esquema de la onda de choque propagándose en detonación).*

Como sus definiciones nos indican, si la onda de expansión se propaga por encima de la velocidad del sonido se define como una detonación y si por el contrario se propaga a una velocidad inferior como deflagración.



Los efectos de las detonaciones pueden provocar daños estructurales irrecuperables.

En estos incrementos rápidos o súbitos de la onda de sobrepresión los efectos que se producen son más destructivos y muchos de los elementos estructurales pueden sufrir una destrucción total.

En los casos de velocidad alta de aumento de presión, los medios mecánicos diseñados para el alivio de sobrepresiones no son efectivos, salvo para gases y líquidos en tuberías. De igual forma, la amortiguación de la onda de expansión por los diferentes elementos constructivos tampoco se da, ya que, antes de poder amortiguar la propagación de la sobrepresión, se fracturan.

4.1.4. Daños causados por la onda expansiva

Como anteriormente se ha comentado, en la mayoría de siniestros la onda se propaga de forma no ideal. Como consecuencia de la presencia de objetos materiales que obstaculizan la expansión de la onda de sobrepresión, ésta se refleja en dichos obstáculos sólidos al expandirse y modifica bruscamente su dirección, sentido e intensidad de propagación.

Esto puede provocar un significativo aumento o disminución de la presión en función de las características del obstáculo encontrado, sea de tipo estructural u otro, y causar daños más intensos.

Los efectos de la onda expansiva disminuyen a medida que ésta se aleja del punto de origen.

Las afectaciones se pueden clasificar como daños estructurales menores o daños leves, y daños estructurales importantes o daños graves.

Como ejemplo de daños estructurales menores o daños leves se pueden citar:

- Cielos rasos cuarteados.
- Roturas de ventanas de vidrio.
- Juntas o uniones torcidas.
- Tabiques o mamparas desencajadas.
- Rotura de algunas jácenas, viguetas y montantes.
- Daños reparables.

En general, las deformaciones, abombamientos o desplazamientos de elementos estructurales, mobiliario o cerramientos se clasifican como daños estructurales menores.



Si los daños estructurales son menores, en la inspección exterior puede no observarse ningún indicio de explosión.

En las explosiones donde encontramos esta tipología de daños, los elementos fracturados por la onda de sobrepresión generalmente se encuentran en fragmentos relativamente grandes.

Los daños estructurales importantes o daños graves se corresponderían con afectaciones como:

- Cubiertas parcial o totalmente destruidas.
- Al menos un muro exterior dañado gravemente.
- Elementos portantes de carga o tabiques destruidos.
- Daños no reparables.

En las explosiones donde se encuentren daños estructurales importantes por lo general se puede producir una destrucción de los elementos estructurales y de todo tipo de elementos de interiorismo, cerramientos u otros, quedando generalmente gran cantidad de materiales reducidos a escombros en pedazos muy pequeños y fragmentados.

Los daños producidos por los efectos de la onda de expansión dependen también del tipo de construcción, del recipiente, de su geometría y de los materiales de los que están hechos, así como de la cantidad de energía liberada por la explosión.

Se debe tener en consideración que el reflejo de la onda de expansión puede provocar que en una explosión se encuentren daños estructurales importantes y daños estructurales menores en zonas relativamente próximas.

Según la Nota Técnica de Prevención NTP 321: *Explosiones de nubes de vapor no confinadas: evaluación de la sobrepresión* (editada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), para evaluar las consecuencias de la onda expansiva, se puede partir de tablas comparativas de daños y sobrepresiones, como se indica a continuación:

DAÑOS PERSONALES	SOBREPRESIONES	DAÑOS ESTRUCTURALES	SOBREPRESIÓN
Umbral de muerte por lesiones de pulmón	70000 Pa (0,70 bar)	Demolición total	0,80 bar
Umbral de rotura de tímpano	35000 Pa (0,35 bar)	Daños irrecuperables	0,40 bar
Umbral de zona de intervención	12500 Pa (0,125 bar)	Daños estructurales importantes	0,18 bar
Umbral de zona de alerta	5000 Pa (0,050 bar)	Daños graves reparables Daños estructurales menores Cristales rotos al 90%	0,15 bar 0,047 bar 0,040 bar

Consecuencias de las sobrepresiones

4.2 Efecto metralla

La propagación de la onda expansiva resultante de una explosión puede provocar la rotura en muchos fragmentos de diferente tamaño de los recipientes o estructuras que impiden su propagación.

Estos fragmentos, llamados metralla, pueden ser proyectados a grandes distancias y causar daños materiales y personales también a grandes distancias del lugar de la explosión. La metralla se proyecta con una trayectoria asimilable al tiro parabólico y depende de la velocidad inicial y del ángulo con que el fragmento es proyectado.

Hemos de considerar también la posibilidad de que los fragmentos reboten contra alguna superficie y modifiquen su trayectoria original.

4.3. Efecto térmico

El efecto térmico sobre los materiales próximos al inicio de la explosión como consecuencia del aumento de temperatura debido a la liberación de energía, es otro de los efectos que se producen.

Normalmente el humo resultante de la explosión, al ser una combustión prácticamente completa, es mínimo. Los efectos térmicos generados pueden ser en gran medida consecuencia de los incendios secundarios que se pueden originar por la explosión inicial.

Los fragmentos proyectados pueden estar candentes o ardiendo y provocar efectos térmicos a relativas distancias del epicentro.

Los efectos térmicos dependerán de la naturaleza de la explosión, del tiempo de afectación, de la temperatura máxima alcanzada y, según en qué casos, del diámetro de la bola de fuego asociado a según qué tipo de explosiones, que prolongará el tiempo de exposición a altas temperaturas.



En esta explosión por deflagración sí hubo efectos térmicos por incendio posterior.



Como se observa, no siempre se producen efectos térmicos por la explosión de una sustancia combustible.

En el caso de que la sustancia involucrada en la explosión sea combustible se producirán efectos térmicos.

4.4. Explosiones con cráter

Si en el lugar de origen de la explosión se observa un cráter de explosión, ello es indicativo de que había un combustible concentrado en contacto o muy próximo con la zona donde se localiza la depresión del cráter.

La zona del cráter es la zona donde hay la máxima afectación por la proximidad a la explosión y sus efectos posteriores.

El cráter, en una situación ideal, estaría en el centro de esta zona de máxima afectación. Los materiales que estaban inicialmente en el lugar donde se localiza el cráter salieron proyectados por el efecto de la explosión.

No en todas las explosiones localizaremos un cráter en la zona de origen. La tipología de las explosiones que nos generarán un cráter estará asociada normalmente a un rápido o súbito incremento de la presión por la onda de expansión consecuencia de una gran cantidad de energía liberada por la explosión y una gran proximidad o en contacto con el lugar donde se ha originado el cráter.

De forma general, podemos encontrarnos cráteres de explosión en siniestros que tengan por causa materiales explosivos, BLEVES (en los casos en que el efecto de la onda expansiva afecte a una zona muy concreta), calderas de vapor, gases y vapores combustibles a presión, aunque son las explosiones debidas a materiales explosivos las que causan un cráter más localizado y delimitado.

4.5. Explosiones sin cráter

Por el contrario, las explosiones sin cráter son debidas a la explosión de un combustible que no está concentrado en un lugar determinado.

En estas explosiones el combustible está disperso, expandido, ocupando un volumen relativamente grande. Generalmente estas explosiones causarán una onda de expansión con un incremento de la presión que se propagará en deflagración.

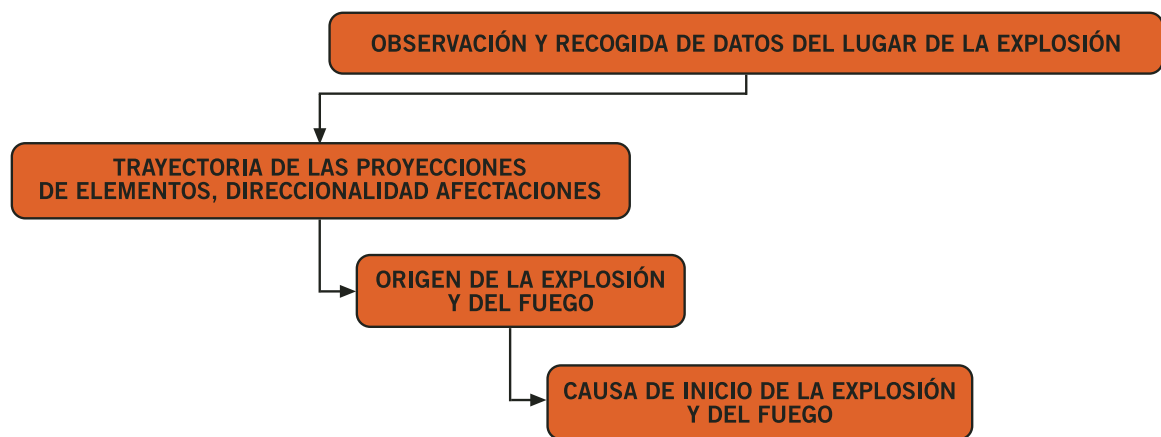
Podemos encontrarnos explosiones sin cráter en siniestros originados por explosiones de polvos, explosiones de humo (*backdraft*), explosiones de gases combustibles, de vapores combustibles.

Los BLEVE de grandes depósitos contenedores de gases combustibles pueden no generar cráter de explosión.

5. Investigación de siniestros provocados por explosiones

Los métodos de investigación de una explosión y de un incendio no son significativamente distintos. El objetivo principal de la investigación es el mismo, encontrar la causa de inicio del fuego o de la explosión.

Los procedimientos básicos de actuación en el lugar de la explosión y el posible incendio tendrán por finalidad determinar la trayectoria de las proyecciones, el origen del fuego o de la explosión y la causa de inicio de los mismos.



Teniendo en cuenta esta similitud, la metodología para investigar los siniestros en los que se ha producido una explosión se compone de las mismas etapas que la investigación de incendios estructurales descritas en el punto 3º de la ficha 5.1 “*Guía básica de investigación de incendios*”, por lo tanto en esta ficha solo se tratarán las particularidades de la investigación de los siniestros donde se han producido explosiones.

En muchos casos, el incendio y la explosión los encontramos juntos, en otros casos la explosión ha sido previa al incendio y en otros posterior. En muchos siniestros, establecer qué ha sido primero es donde radica la verdadera dificultad de la investigación.

Pero no siempre aparece un incendio asociado a una explosión; nos podemos encontrar con una explosión sin un incendio posterior.

En una explosión, generalmente las marcas e indicios que encontramos son debidos a los efectos mecánicos asociados a una sobrepresión en un corto instante de tiempo, sin olvidar los efectos térmicos producidos por una posible bola de fuego u otros efectos secundarios.

Si bien, como se ha dicho, la investigación de un incendio y una explosión tienen elementos comunes, la investigación de la explosión posee ciertas especificidades que conducen a adaptar la metodología de la investigación a este tipo de siniestros, tal como se describirá a continuación.

5.1. Información previa del incidente

Antes de iniciar la investigación, es necesario recoger la información relacionada con: las canalizaciones de gas combustible existente en la zona, materiales explosivos que pudieran haber, procesos industriales que se llevaban a cabo (producción de atmósferas pulverulentas, etc), materiales relacionados con los procesos industriales, almacenamiento de combustibles (sólido, líquido o gas), rociado de líquidos inflamables, recipientes con algún líquido o gas en su interior aunque no sea combustible (incluyendo los que estuvieran vacíos).

También se deberá solicitar el registro de datos históricos de accidentalidad en la industria, o sobre incidencias anteriores al siniestro (olores, sonidos, trabajos de mantenimiento realizados, etc.) que nos puedan aportar algún indicio para iniciar la investigación.

5.2. Investigación en el lugar del siniestro

Cualquier investigación en el lugar del siniestro tiene que ser sistemática y metódica. En los siniestros donde nos encontramos los efectos de las explosiones en la zona afectada pueden tener una superficie considerable y es habitual que participen varias personas en la fase inicial; por lo tanto, estos dos principios toman mucha importancia para realizar una correcta investigación.

En estas investigaciones se debe tener en cuenta las medidas preventivas adecuadas con el objetivo de minimizar el riesgo de accidente laboral en el lugar en que ha ocurrido la explosión, ya que se pueden producir afectaciones estructurales con el riesgo de derrumbes de las paredes, techos o suelos, etc. Estas afectaciones podrían también encontrarse en un incendio estructural; pero de forma general, en el caso de una explosión, es más habitual que los edificios sufran mayores afectaciones estructurales.

También podría existir un riesgo añadido debido a la posibilidad de segundas explosiones si no se toman las precauciones adecuadas; como podría darse en el caso de la fuga de un gas combustible.

5.2.1. Línea de investigación

En los siniestros donde se producen explosiones e incendios en un mismo escenario, es primordial situar entre los objetivos de la investigación el esclarecimiento de si se trata de un incendio consecuencia de una explosión o a la inversa.

De forma general, para poder hacer una valoración previa y rápida del siniestro, se observarán las proyecciones exteriores y deformaciones de materiales y elementos con la finalidad de centrar el posible epicentro de forma aproximada.

Es importante también conocer con celeridad si existe cráter o no en la zona de origen de la explosión, lo cual podrá dar una orientación sobre el tipo de explosión de que se trata.

En la metodología a utilizar para iniciar la investigación, inicialmente exterior y luego del interior, se empezará por las zonas más alejadas hasta las zonas próximas al epicentro de la explosión.

La observación de los diferentes efectos se puede realizar en diferentes círculos concéntricos, en espiral o en cuadrículas. Las dos primeras opciones son generalmente más fiables pues nos aportan una visión global de la posición de los restos que permite una mayor facilidad de análisis.

5.2.2. Inspección exterior

Para evitar la pérdida de pruebas, puede ser necesaria la intervención de un equipo de apoyo debido a la dimensión del lugar de la explosión y a la dispersión de indicios, como consecuencia de los efectos característicos de este tipo de siniestros.

Estas actuaciones deben desarrollarse de forma coordinada y supervisada por el director de la investigación.

En la inspección exterior, se situará la posición final de las proyecciones de los elementos estructurales y objetos, con la finalidad de delimitar el lugar de origen de la explosión, acumulación de gases, vapores, polvos, etc.

Según el tipo de explosión podrán permanecer restos proyectados a cierta distancia del lugar de origen, por lo tanto, no se limitará la inspección exterior sólo a las zonas próximas al epicentro de la explosión. Se ampliará a todo el radio de proyección de los restos y fragmentos de la explosión.



Las partes más débiles de la estructura del edificio son las que ceden aliviando la onda de sobrepresión en una deflagración.

La posición donde se encontraron las proyecciones de los diferentes materiales, junto con la observación de las deformaciones estructurales producidas por la explosión, son pruebas esenciales para establecer las diferentes direcciones e intensidad de la explosión por zonas y así poder orientar la ubicación de la zona de origen e identificar la fuente de la explosión y su causa.

La observación de la afectación por calor y fuego que presentan los elementos proyectados nos puede indicar si había un incendio anterior a la explosión.

A las diferentes direcciones de propagación de la onda expansiva y la intensidad de los efectos de la onda expansiva les llaman “vectores de fuerza”.

La plasmación de estos vectores en un plano del lugar del siniestro es muy útil para analizar la dinámica de la explosión.

5.2.3. Inspección interior

La inspección interior se iniciará desde las zonas más alejadas al lugar de origen de la explosión hasta su epicentro con la metodología descrita anteriormente.

En la inspección interior se buscarán los indicios suficientes para determinar si el siniestro se originó por una explosión o un incendio.

Se deberán observar los restos estructurales y del interior para encontrar afectaciones que sean indicativas de cualquier tipo de sobrepresión en el lugar de siniestro.

Los desplazamientos, abombamientos, afectaciones, de paredes o techos y otros elementos estructurales se analizarán para poder situar los llamados “vectores de fuerza”, es decir, se trataría de ir identificando las pruebas que indican la dirección, sentido e intensidad de la onda expansiva, con el objetivo de poder realizar el recorrido inverso y localizar el epicentro.



Los desplazamientos de los elementos estructurales nos indicarán la dirección, sentido e intensidad de la onda expansiva, que se analizarán para situar correctamente los *vectores de fuerza*.

En el análisis de los datos objetivos y subjetivos recogidos durante la investigación, se han de relacionar las afectaciones y daños observados con los efectos de la onda expansiva en fase positiva y negativa, con las afectaciones que son consecuencia de la metralla, los efectos térmicos de la explosión o un posterior incendio, así como establecer si se observa cráter o no.

Es conveniente efectuar una aproximación sobre la velocidad de aumento de la presión para conocer si se trató de una deflagración o una detonación, así como delimitar el epicentro de la explosión para finalmente esclarecer la causa.

5.2.4. Recogida de pruebas físicas y análisis de los datos recogidos

En esta fase de recogida de pruebas, muestras, indicios para su posterior estudio, análisis y/o ensayo, con la finalidad de obtener datos complementarios que nos puedan ayudar a esclarecer las circunstancias del siniestro, tendremos en cuenta el punto 3.2.4 y 3.2.5 de la *Guía básica de investigación de incendios*.

A veces, para establecer qué combustible ha generado la explosión, podremos recoger muestras de los escombros, la tierra, para su análisis químico, con la finalidad de facilitar la identificación de materiales explosivos, combustibles líquidos, etc.

Se analizarán todos los datos recogidos para formular las hipótesis que expliquen el siniestro.

Puede ser de gran utilidad hacer un diagrama del lugar del siniestro en el que se identificarán los vectores de fuerza extrapolados de las posiciones de las proyecciones, afectaciones y desplazamientos, observados anteriormente.

Los vectores nos indicarán gráficamente la dirección e intensidad aproximada de la onda de expansión por la sobrepresión de la explosión. Establecer la dirección y el sentido de propagación de la onda de choque nos será de gran utilidad para establecer el origen de ésta.



Las deformaciones de elementos estructurales aportan información de la dirección y sentido de propagación de la onda de expansión. El *vector de fuerza* nos indica la dirección de propagación de la explosión.

También nos puede ser de gran utilidad plasmar en el diagrama las afectaciones térmicas localizadas.

En las explosiones por gases, vapores, polvos, etc., donde no se encuentra un cráter definido, muchas veces el lugar de origen no se puede establecer más allá de una habitación o zona concreta.

Después de localizar la zona de origen se ha de establecer qué había en el lugar de origen capaz de provocar algún tipo de explosión y comparar sus posibles efectos con toda la tipología de afectaciones que se encuentran en el siniestro.

La finalidad es que, entre todas las explosiones con posibilidades de haberse producido, debido a la presencia en el lugar de origen de un combustible, recipiente, canalización, etc., puedan descartarse todas las hipótesis que no guarden relación con los resultados y efectos observados.

Si por ejemplo en una habitación que se considera como el lugar de origen de la explosión, encontramos un depósito sin deformaciones ni fisuras y en su interior hay un líquido combustible, y también se observan canalizaciones de gas y restos de un metal finamente dividido en el suelo, descartaremos en el primer momento una explosión física o química en el interior del depósito, ya que no se observan los efectos que produciría sobre el recipiente.

Si bien éste es un ejemplo muy simple y algunas veces no será tan evidente el análisis, en muchos casos las posibilidades de encontrar varios combustibles, reacciones químicas o elementos capaces de generar la explosión se reducen a pocas posibilidades o sólo a una.

Una vez identificados el origen y la clase de explosión, los esfuerzos se deben centrar en encontrar la fuente de calor que ha intervenido en la ignición del gas o vapores, el calentamiento del recipiente, etc. Es probable que la fuente de calor que ha iniciado la deflagración de una acumulación de un gas o vapores sea difícil de encontrar, puesto que posiblemente existan varias fuentes de calor con capacidad de actuar inicialmente que son de corta duración como eléctricas, mecánicas, etc.

En cambio, si la fuente de calor ha intervenido en el calentamiento de un recipiente que ha generado una explosión física, puede ser más fácil de identificar dada su posible prolongación en el tiempo.

Se deberá considerar la temperatura de inflamación del gas, vapor, combustible, y comparar con las temperaturas que pueden proporcionar las distintas fuentes de calor posibles para descartar las que no puedan suministrar la temperatura necesaria.

La investigación debería tender a determinar en sus conclusiones cuál fue el lugar de origen de la explosión, cuáles fueron las circunstancias previas y cuál fue la causa que provocó la explosión.

Cabe la posibilidad de que por los mismos efectos de la explosión, a veces estas conclusiones no se puedan establecer con seguridad y sólo pueda establecerse una hipótesis con descarte de determinadas posibilidades.

6. Estructura del informe

El resultado de la investigación ha de quedar documentado en un informe.

Los criterios que se recomiendan para confeccionarlo están relacionados en el punto 4 de la *Guía básica de investigación de incendios*.

La estructura básica del informe debería contener los siguientes apartados.

- Antecedentes
- Descripción general del siniestro
 - Investigación exterior
 - Investigación interior
 - Planos de localización, de afectación, zona de origen, propagación de la explosión.
- Recogida de muestras y otros datos complementarios de interés
- Discusión de resultados
 - Descripción del tipo de siniestro
 - Origen de la explosión
 - Fuente de calor que dio origen a la explosión
 - Causa

7. Bibliografía

- Alonso Valle, F; *Deflagraciones producidas por gases, vapores y polvos combustibles: sistemas de protección*. Nota técnica de prevención NTP 396. Inst. Nac. Seg. Hig. Trab.1995.
- Arthur, E; Cote, P.E; *Manual de protección contra incendios*. 4ª edición, traducción al castellano. Madrid: Editorial Mapfre 1993. ISBN 84-7100-645-6.
- Bestratén, M; Turmo, E; *Explosiones BLEVE(I): evaluación de la radiación térmica*. Nota técnica de prevención NTP-293. Inst. Nac. Seg. Hig. Trab. Barcelona 1991.
- Bestratén, M; Turmo, E; *Explosiones BLEVE(II): medidas preventivas*. Nota técnica de prevención NTP-294. Inst. Nac. Seg. Hig. Trab. Barcelona 1991.
- Boixadé, J; Gavarró, P; *Manual Seguridad contra incendios. Guía básica de investigación de incendios*. Edición 2006. Barcelona: Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona.
- Casal, J; Montiel, H; Planas, E; Vilchez, J.A; *Análisis del riesgo en instalaciones industriales*. 1ª ed. Barcelona: Ediciones UPC, 1999. ISBN 84-8301-227-8.
- CEA-CEPREVEN, *Clasificación de materias y mercancías, Catálogo CEA*. CEA-CEPREVEN, Madrid, Edición en la versión española 1995. ISBN 84-85597-50-8.
- Escuer, F; Torrent, J; *Manual Práctico-Clasificación de atmósferas explosivas*. Edición 2005. Barcelona: Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona.
- NFPA 921: *Guía para la investigación de incendios y explosiones*. Edición 2001, traducción al castellano. Madrid: CEPREVEN, 2004. ISBN 84-85597-80-X.
- NFPA 69: *Estándar sobre sistemas de prevención de explosiones*. Edición 1997, traducción al castellano. Madrid: CEPREVEN.
- Pons Grau, V; *Dinàmica del foc: Origen i causa dels incendis*. 1ª ed. Picanya: Edicions del Bullent, 2003. ISBN 84-89663-97-1.
- Turmo, E; *Explosiones de nubes de vapor no confinadas: evaluación de la sobrepresión*. Nota téc. de prevención NTP 321. Inst. Nac. Seg. Hig. Trab. 1993.

8. Legislación y normativa

RD 1244/1979, de 4 de abril de 1979, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión.

RD 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la directiva del consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre maquinas.

RD 1853/1993, de 22 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales.

RD 363/1995, de 10 de marzo de 1995, por el que se regula la Notificación de Sustancias Nuevas y Clasificación, Envasado y Etiquetado de Sustancias Peligrosas.

RD 400/1996, de 1 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.

RD 1427/1997, de 15 de septiembre, por el que se aprueba la instrucción técnica complementaria MI-IP03 "Instalaciones petrolíferas para uso propio".

RD 230/1998, de 16 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos.

RD 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios.

RD 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

RD 1523/1999, de 1 de octubre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones petrolíferas, aprobado por RD 2085/1994, de 20 de octubre, y las instrucciones técnicas complementarias MI-IP03, aprobada por el RD 1427/1997, de 15 de septiembre, y MI-IP04, aprobada por el RD 2201/1995, de 28 de diciembre

RD 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.

RD 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. BOE núm. 224 del miércoles 18 de septiembre.

RD 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.

RD 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

5.2

Causas e investigación de incendios y explosiones

Guía básica para la investigación de explosiones

**COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA**

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona

Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net
www.cetib.net



Servei de Visat
Selecció i Orientació Professional
Servei a Empreses
Formació i Activitats
Serveis Col·legials i Col·legiació



6.1

Normativa y certificación

Normativa vigente en seguridad contra incendios



MANUAL
Seguridad
contra incendios

Normativa y certificación
6.1 Normativa vigente
en seguridad
contra incendios

Autor
Redacción:
Salvador Morral Esteve

Revisión:
Comisión de Medio
Ambiente,
Energía y Seguridad
Área de incendios

Edición
Octubre de 2005

Edita
Colegio de Ingenieros
Técnicos Industriales
de Barcelona

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona
Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net

Coordinación
David Altimira de Maria

Propuesto por
Comisión de Medio
Ambiente, Energía
y Seguridad
Área de incendios

Corrección y asesoramiento
lingüístico
Traducciones Técnicas
de Ingeniería Metzger

Diseño gráfico
Georgina Miret

6.1

Normativa y certificación
**Normativa vigente
en seguridad
contra incendios**

Índice

1.	Normativa de ámbito estatal	3
2.	Normativa de ámbito autonómico y local	7

1. Normativa de ámbito estatal

Incendios

REAL DECRETO 2.177/1996 de 4 de octubre – Ministerio de Fomento (BOE 29-10-96 + Correcciones BOE 13-11-96), por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación “NBE-CPI/96: Condiciones de protección contra incendios en los edificios

Normativa complementaria

REAL DECRETO 279/1991 de 1 de marzo – Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (BOE 08-03-91 + correcciones BOE 18-05-91), Norma Básica de la Edificación. Condiciones de protección contra incendios en los edificios

Completado por:

- Real Decreto 1.230/1993 de 23 de julio – Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (BOE 27-08-93)
- Orden 16 de abril de 1998 – Ministerio de Industria y Energía (BOE 28-04-98)

Tener en cuenta la disposición transitoria primera del Real Decreto 2.199/1996

REAL DECRETO 2.059/1981 de 10 de abril – Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (BOE 18-04-81 y 19-04-81 + correcciones BOE 06-11-81), Norma Básica de la Edificación NBE-CPI-81, sobre condiciones de protección contra incendios en edificios

Modificado por:

- Real Decreto 1.587/1982 de 25 de junio – Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (BOE 21-07-82 + correcciones BOE 27-09-82)
- Orden 25 de abril de 1983 – Presidencia (BOE 28-04-83)
- Orden 15 de marzo de 1984 – Presidencia (BOE 17-03-84)

Tener en cuenta la disposición transitoria segunda del Real Decreto 279/1991

REAL DECRETO 2.267/2004 de 3 de octubre – Ministerio de Industria Turismo y Comercio (BOE 17-12-04), por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los establecimientos industriales

Normativa complementaria

REAL DECRETO 786/2001 de 6 de julio – Ministerio de Ciencia y Tecnología (BOE 30-07-01), por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los establecimientos industriales

Anulado por Sentencia del Tribunal Supremo

SENTENCIA 27 de octubre de 2003 – Sala Tercera Tribunal Supremo, por la que se anula el Real Decreto 786/2001 de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales

REAL DECRETO 1.942/1993 de 5 de noviembre – Ministerio de Industria y Energía – (BOE 14-12-93 + Correcciones BOE 07-05-94) – Reglamento de instalaciones de protección contra incendios

Modificado por:

– Orden 16 de abril de 1998 – Ministerio de Industria – (BOE 28-04-98)

Completado por:

– Resolución 10 de abril de 2003 – Dirección General de Política Tecnológica del Ministerio de Ciencias y Tecnología – (BOE 07-05-03)

Normativa complementaria

ORDEN 16 de abril de 1998 – Ministerio de Industria y Energía (BOE 28-04-98), sobre normas de procedimientos y desarrollo del Real Decreto 1.942/1993 de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios y se revisa el anexo I y los apéndices del mismo

REAL DECRETO 312/2005 de 18 de marzo – Ministerio de la Presidencia (BOE 02-04-05), por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia al fuego

REAL DECRETO 2.816/1982 – Ministerio del Interior (BOE 06-11-82 + correcciones BOE 29-11-82 y 01-10-83), Reglamento General de Policía de Espectáculos y Actividades Recreativas

LEY 31/1995 de 8 de noviembre – Jefatura del Estado (BOE 10-11-95), Ley de Prevención de Riesgos Laborales

Articulado 20 relativo a Emergencias

Normativa complementaria

ORDEN 9 de marzo de 1971 – Ministerio de Trabajo (BOE 16-03-71 y 17-03-71) – Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo

Continúa en vigor únicamente:

– Capítulo I, artículo 24 (puertas y salidas) y Capítulo VII del Título II, artículos 71-82, (prevención y extinción de incendios) para los lugares de trabajo que estaban excluidos del ámbito de la aplicación de la NBE-CPI-96 y son anteriores al Real Decreto 2.267/2004 y no tengan regulación específica a no ser, que por su carácter, la Administración competente lo determine

REAL DECRETO 485/1997 de 14 de abril – Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (BOE 23-04-97), por el que se aprueban las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo

REAL DECRETO 1.254/1999 de 16 de julio – Ministerio de la Presidencia (BOE 20-07-99 + correcciones BOE 04-11-99), se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas

Completado por:

– Real Decreto 1.196/2003 de 19 de septiembre – Ministerio del Interior (BOE 09-10-03)

Modificado por:

– Real Decreto 119/2005 de 4 de febrero – Ministerio de la Presidencia (BOE 11-02-05)

Normativa complementaria

REAL DECRETO 886/1988 de 15 de julio – Ministerio de Relaciones con las Cortes (BOE 05-08-88 + correcciones BOE 28-01-99), Prevención de accidentes mayores en determinadas actividades industriales

Modificado por:

– Real Decreto 952/1990 de 29 de junio – Ministerio de Relaciones con las Cortes (BOE 21-07-90 + correcciones BOE 25-09-90)

Derogado por:

– Real Decreto 1.254/1999 de 16 de julio – Ministerio de la Presidencia (BOE 20-07-99 + correcciones 04-11-99)

La disposición transitoria única del Real Decreto 1.254/1999, permite que las actuaciones realizadas de acuerdo con estas disposiciones derogadas mantengan la validez hasta los plazos previstos en los artículos 6, 9 y 11

REAL DECRETO 379/2001 de 6 de abril – Ministerio de Ciencias y Tecnología (BOE 10-05-01) + correcciones (BOE 19-10-01), aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE APQ-1, MIE APQ-2, MIE APQ-3, MIE APQ-4, MIE APQ-5, MIE APQ-6 y MIE APQ-7

REAL DECRETO 842/2002 de 2 de agosto – Ministerio de Ciencias y Tecnología (BOE 18-09-02), aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión

Derogado parcialmente por:

– Sentencia de 17 de febrero de 2004 del tribunal Supremo (BOE 05-04-04), Anula el inciso 4.2.c2, de la ITC-BT-03

ORDEN 31 de mayo de 1982 – Ministerio de Industria y Energía (BOE 23-06-82), por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP-05, referente a extintores de incendios, que complementa el Real Decreto 1.244/1979, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión

Modificada por:

– Orden 25 de mayo de 1983 – Ministerio de Industria y Energía (BOE 30-06-83)
– Orden 26 de octubre de 1983 – Ministerio de Industria y Energía (BOE 07-11-83)
– Orden 31 de mayo de 1985 – Ministerio de Industria y Energía (BOE 20-06-85)
– Orden 15 de noviembre de 1989 – Ministerio de Industria y Energía (BOE 28-11-89)
– Orden 10 de marzo de 1998 – Ministerio de Industria y Energía (BOE 28-04-98)
– Orden 27 de julio de 1999 – Ministerio de Industria y Energía (BOE 27-07-99)

ORDEN 10 de marzo de 1998 – Ministerio de Industria y Energía (BOE 28-04-98 + Correcciones (BOE 05-06-98), por la que se modifica la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP05 del Reglamento de Aparatos a Presión sobre extintores de incendios

Protección civil y emergencias

ORDEN 2 de noviembre de 1981 – Ministerio del Interior (BOE 09-11-1981), Plan de actuación para posibles casos de accidentes en el transporte de mercancías peligrosas

LEY 2/1985 de 21 de enero – Jefatura del Estado (BOE 25-01-85), Ley de Protección Civil

REAL DECRETO 407/1992 de 24 de abril – Ministerio del Interior (BOE 01-05-92), Norma Básica de Protección Civil

ORDEN 29 de noviembre de 1984 – Ministerio del Interior (BOE 26-02-84 + correcciones 14-06-85), Manual de autoprotección para el desarrollo del plan de emergencia contra incendios y de evacuación en locales y edificios

REAL DECRETO 387/1996 de 1 de marzo – Ministerio de Justicia e Interior (BOE 22-03-96), aprueba la Directriz Básica de planificación de Protección Civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril

Desarrollado por:

– Resolución 7 de junio de 2004 – Dirección General de Protección Civil y Emergencias (BOE 24-06-04)

INSTRUMENTO 9 de mayo de 1997 – Jefatura del Estado (BOE 11-03-00), ratificación del Convenio sobre los efectos transfronterizos de los accidentes industriales, hecho en el Helsinki el 17 de marzo de 1997

REAL DECRETO 1.123/2000 de 16 de junio – Ministerio de la Presidencia (BOE 20-06-00), regula la creación e implantación de unidades de apoyo ante desastres

REAL DECRETO 1.196/2003 de 19 de septiembre – Ministerio del Interior (BOE 09-10-03), aprueba la Directriz Básica de Protección Civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancia peligrosas

REAL DECRETO 1.546/2004 de 25 de junio – Ministerio del Interior (BOE 14-07-04), aprueba el Plan Básico de Emergencia Nuclear

ORDEN INT 3.716/2004 de 28 de octubre – Ministerio del Interior (BOE 16-11-04). Se aprueban las fichas de intervención para la actuación de los servicios operativos en situaciones de emergencia provocadas por accidentes en el transporte de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril

2. Normativa de ámbito autonómico y local

Generalitat de Catalunya/Ajuntament de Barcelona

Incendis

DECRET 241/1994 de 26 de juliol – Presidència (DOGC 30-09-94), Condicions urbanístiques i de protecció contra incendis en els edificis, complementari de la Norma Bàsica de l'Edificació NBE-CPI-91

ORDENANÇA MUNICIPAL DE CONDICIONS DE PROTECCIÓ CONTRA INCENDIS – Ajuntament de Barcelona (BOP 03-10-97)

ORDRE 25 de maig de 1999 – Departament Indústria, Comerç i Turisme (DOGC 18-06-99), Deroga les ordres relatives a la prevenció d'incendis en establiments hotelers

LLEI 3/1998 de 27 de febrer – Presidència (DOGC 13-03-98), Llei de la Intervenció Integral de l'Administració Ambiental

DECRET 136/1999, de 18 de maig Departament de Medi Ambient (DOGC 21-05-99), pel qual s'aprova el Reglament general de desplegament de la Llei 3/1998 de 27 de febrer, de la intervenció integral de l'administració ambiental, i s'adapten els seus annexos

Protecció civil i emergències

DECRET 246/1992 de 26 d'octubre - Departament Governació (DOGC 11-11-92), Creació del Centre de Coordinació Operativa de Catalunya

RESOLUCIÓ 10 de novembre de 1993 – Departament Governació (DOGC 19-11-93), Aprovació del Pla d'emergència exterior del sector químic de Tarragona (PLASEQTA)

LLEI 5/1994 de 4 de maig – Presidència (DOGC 18-05-94 + correccions DOGC 13-06-94), Regulació dels serveis de prevenció i extinció d'incendis i de salvament de Catalunya

Modificada per:

– Llei 5/1999 de 4 de maig – Presidència (DOGC 22-07-99)

DECRET 161/1995 de 16 de maig – Departament Governació (DOGC 02-06-95), Aprova el Pla de Protecció Civil de Catalunya

DECRET 374/1996 de 2 de desembre – Departament Governació (DOGC 11-12-96), Regulació dels bombers d'empresa

LLEI 4/1997 de 20 de maig – Presidència (DOGC 29-05-97 + correccions DOGC 05-06-97), Llei de Protecció Civil de Catalunya

Desenvolupada per:

– Decret 27/2001 de 23 de gener – Departament de Interior (DOGC 31-01-01)

DECRET 210/1999 de 27 de juliol – Departament Governació (DOGC 04-08-99), Per la que s'aprova l'estructura del contingut per a l'elaboració i l'homologació dels plans de protecció civil municipals

DECRET 240/1999 de 31 d'agost – Departament Governació (DOGC 10-09-99), Regula els senyals acústics de la xarxa general d'alarmes i comunicacions de protecció civil

DECRET 291/1999 de 9 de novembre – Departament Governació (DOGC 23-11-99), Pel que se aprova el reglament de organització i funcionament de la Comissió de Protecció Civil de Catalunya

DECRET 68/2000 de 8 de febrer – Departament Indústria (DOGC 16-02-00), De modificacions del Decret 246/1996 de 5 de juliol, pel que s'aprova el Reglament del cos de bombers voluntaris de la Generalitat de Catalunya

DECRET 162/2001 de 12 de juny – Departament Interior (DOGC 21-06-01), Estructura de la Direcció General d'Emergències i Seguretat Civil

Modificada per:

– Decret 308/2004 de 8 de juny – Departament Interior (DOGC 10-06-04)

DECRET 174/2001 de 26 de juny – Presidència (DOGC 10-07-01), Regula l'aplicació a Catalunya del Reial Decret 1.254/1999 de 16 de juliol, relatiu a mesures de control dels riscos inherents als accidents greus en els que intervinguin substàncies perilloses

6.1

Normativa y certificación

Normativa vigente en seguridad contra incendios

**COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA**

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona

Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net
www.cetib.net



Servei de Visat
Serveis Col·legials
Col·legiació



6.2

Normativa y certificación

Simbología en seguridad contra incendios



MANUAL
Seguridad
contra incendios

Normativa y certificación
6.2 Simbología en
seguridad contra incendios

Autor
Redacción:
Eduard Romero Maymó

Revisión:
Comisión de Medio
Ambiente,
Energía y Seguridad
Àrea d'incendis

Edición
Octubre de 2005

Edita
Colegio de Ingenieros
Técnicos Industriales
de Barcelona

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona
Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net

Coordinación
David Altimira de Maria

Propuesto por
Comisión de Medio
Ambiente, Energía
y Seguridad
Àrea de incendios

Corrección y asesoramiento
lingüístico
Traducciones Técnicas
de Ingeniería Metzger

Diseño gráfico
Georgina Miret

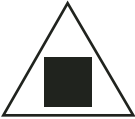
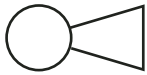

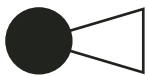

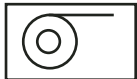







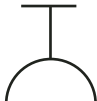

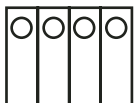



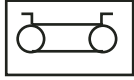
6.2

Normativa y certificación Simbología en seguridad contra incendios

Índice

- | | | |
|----|----------------------|---|
| 1. | Simbología más común | 3 |
|----|----------------------|---|

1. Simbología más común

Extintor	Símbolo según UNE-23 032-83	Símbolo según NTE
Extintor de polvo polivalente (abc)		
Extintor de anhídrido carbónico (co 2)		
Boca de incendios equipada		
Detector de humos		
Detector térmico		
Rociador		
Pulsador de alarma		
Central de alarma		
Avisador de alarma por sirena		
Columna seca		

6.2

Protección activa

Simbología en seguridad contra incendios

**COL·LEGI
D'ENGINYERS
TÈCNICS
INDUSTRIALS
DE BARCELONA**

Consell de Cent, 365
08009 Barcelona

Tel.: 934 96 14 20
Fax: 932 15 20 81
cetib@cetib.net
www.cetib.net



Servei de Visat
Serveis Col·legials
Col·legiació

