

MANUAL DEL CURSO · PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Manual de prevención y protección contra incendios

Teoría del fuego, prevención, protección pasiva y activa, agentes extintores y equipos de extinción



Lee este manual online, gratis y sin registro

academia-formacion.com/manual-curso-contraincendios/

Cuando termines, haz el examen y obtén tu certificado en academia-formacion.com

Índice

Toca un título para saltar directamente a esa parte del manual.

MÓDULO I	Conocimientos básicos sobre el fuego	3
Unidad I.	Introducción	3
Unidad II.	Historia y definiciones	3
Unidad III.	El triángulo y el tetraedro del fuego	4
Unidad IV.	Fases de un incendio, explosión, flash-over y backdraft	5
MÓDULO II	Parámetros del incendio	7
Unidad I.	Los combustibles	7
Unidad II.	Los comburentes	9
Unidad III.	Fuentes de ignición	10
Unidad IV.	Modos de propagación	11
MÓDULO III	Consecuencias de un incendio	12
Unidad I.	Consecuencias sobre las personas: humos y gases	12
Unidad II.	Llamas, calor y quemaduras	14
Unidad III.	Consecuencias sobre estructuras, economía, edificio y medio ambiente	15
MÓDULO IV	Medidas de prevención de incendios	16
Unidad I.	Riesgo de incendio, prevención y protección	16
Unidad II.	Prevención sobre el combustible y el comburente	16
Unidad III.	Prevención sobre el foco de ignición	17
Unidad IV.	Prevención sobre la reacción en cadena	19
MÓDULO V	Protección pasiva	20
Unidad I.	Protección pasiva: normativa y conceptos	20
Unidad II.	Objetivos, condicionantes y construcción del edificio	21
Unidad III.	Resistencia al fuego	22
Unidad IV.	Reacción al fuego	23
Unidad V.	Sectorización y compartimentación	24
MÓDULO VI	Humos, señalización y evacuación	28
Unidad I.	Control de temperatura y evacuación de humos (SCTEH)	28
Unidad II.	Señalización de seguridad	30
Unidad III.	Alumbrado de emergencia	32
Unidad IV.	Evacuación	34

MÓDULO VII	Protección activa: detección y alarma	36
	Unidad I. Protección activa: sistemas de detección y alarma	36
	Unidad II. Sistemas de alarma	36
	Unidad III. Sistemas de detección	37
	Unidad IV. Central de control y mantenimiento	40
MÓDULO VIII	Agentes extintores	42
	Unidad I. El agua	42
	Unidad II. La espuma	43
	Unidad III. Polvos químicos	43
	Unidad IV. Dióxido de carbono	44
	Unidad V. Agentes sustitutivos de los halones	45
	Unidad VI. Qué agente usar según la clase de fuego	45
MÓDULO IX	Instalaciones y equipos de extinción	47
	Unidad I. Instalaciones y equipos de extinción	47
	Unidad II. Extintores	47
	Unidad III. Bocas de incendio equipadas (BIE)	50
	Unidad IV. Hidrantes	52
	Unidad V. Columna seca	54
	Unidad VI. Sistemas de extinción automática	55
MÓDULO X	Legislación y bibliografía	57
	Unidad I. Legislación nacional sobre protección activa	57
	Unidad II. Bibliografía y fuentes del manual	57
REPASO	Cifras clave para el examen de contraincendios	59

UNIDAD I

Introducción

Conocer por qué se origina y se propaga un incendio, y cómo evitarlo y eliminarlo, es fundamental para cualquier persona relacionada con la prevención. Sin embargo, la complejidad con que se han tratado estos temas en un campo técnico muy especializado, y los cambios tecnológicos y normativos de los últimos años, hacen que a veces sean difíciles de dominar para quien no trabaja a diario en ellos.

Este manual se dirige a todas las personas implicadas en la prevención y la lucha contra el fuego en cualquier establecimiento. Explica los principios más importantes de forma sencilla, sin perder el rigor. Se organiza en tres bloques:

1

Conocimientos sobre el fuego

Qué es, cómo evoluciona y cómo se propaga.

2

Prevención

Medidas para que el fuego no llegue a aparecer.

3

Protección

Medidas pasivas y activas cuando el fuego ya ha empezado.

UNIDAD II

Historia y definiciones

Desde siempre la humanidad ha aprovechado el fuego: cocinar, protegerse de animales, fabricar piezas metálicas, hacer la guerra u ofrecer sacrificios. Pero la explicación científica tardó en llegar. Los griegos pensaban que los materiales ardían porque contenían uno de los cuatro elementos, el fuego. En 1669 Johann Joachim Becher afirmaba que el fuego estaba dentro de los cuerpos y salía al arder, y su discípulo Georg Ernst Stahl formuló en 1702 la teoría del *flogisto* («inflamable»). Fue **Lavoisier** quien, en 1783 y a partir de experimentos con mercurio, la desmontó: cuando una sustancia arde se combina con el oxígeno del aire. Desde entonces se entiende cómo nace el fuego.

1 Fuego e incendio



Fuego (UNE-EN 13943:2000): combustión autosoportada que se ha puesto en marcha deliberadamente para aprovechar sus efectos y que está controlada en duración y extensión.

- **Incendio:** combustión autosoportada que se propaga sin control en el tiempo y en el espacio.
- Desde el punto de vista legal, la Ley 50/1980 de Contrato de Seguro (art. 45) considera incendio la combustión y el abrasamiento con llama, capaz de propagarse, de objetos que no estaban destinados a quemarse en ese lugar y momento.

En ambos casos, el incendio es el fuego no deseado ni controlado. Químicamente, el fuego es una **combustión**: una reacción de oxidación-reducción fuertemente exotérmica (que desprende calor).

UNIDAD III

El triángulo y el tetraedro del fuego

1 Los tres factores

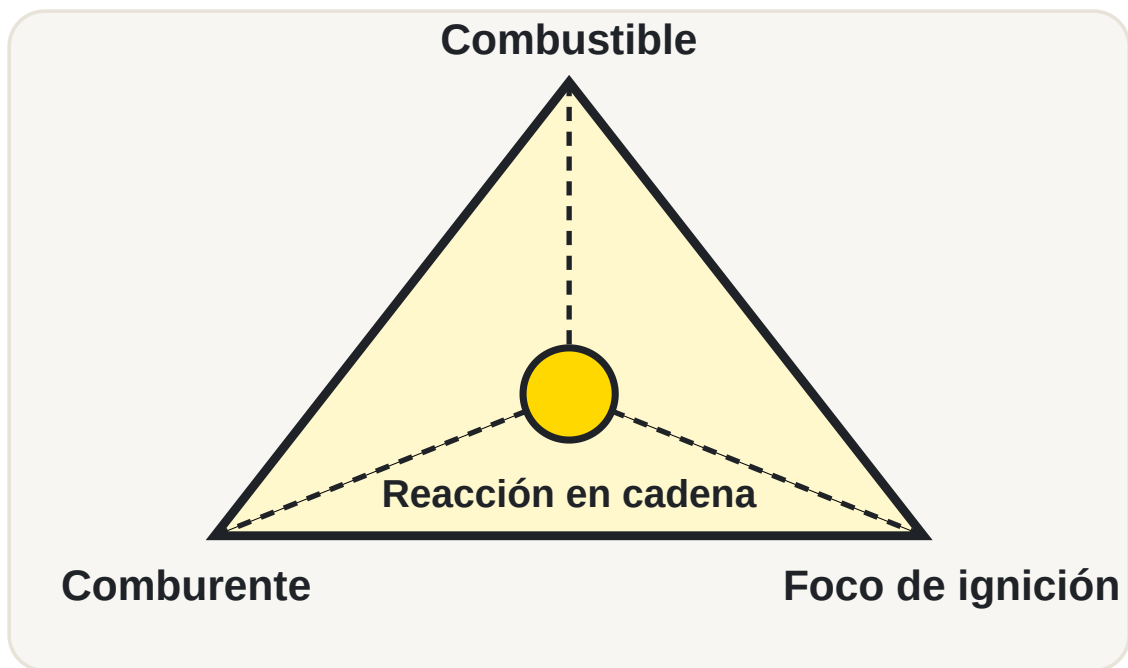
- 1 Reductor o combustible.** Sólido, líquido o gas: la materia capaz de emitir vapores que arden (madera, carbón, gas...).
- 2 Oxidante o comburente.** Normalmente el oxígeno del aire, aunque también actúan como oxidantes algunas sustancias como cloratos o peróxidos.
- 3 Fuente de ignición o energía de activación.** Aporta el calor para que empiece la reacción. Puede ser de origen térmico, mecánico, eléctrico, electrostático, electromagnético, químico o biológico. Depende del combustible: los sólidos, como la madera, necesitan mucha energía; los gases o vapores inflamables pueden arder con una chispa de un interruptor.

Un sólido o líquido debe calentarse antes para desprender gases o vapores (proceso llamado **pirólisis**); son esos gases los que arden al mezclarse con el aire en presencia de una fuente de ignición. Cuando empiezan a arder la reacción desprende calor; si ese calor no basta para generar más vapores, el fuego se apaga.

Para que un incendio empiece deben coexistir **combustible, comburente y foco de ignición**: es el **triángulo del fuego**.

2 Reacción en cadena: el tetraedro

Mientras la llama arde, el calor hace que el hidrógeno y el oxígeno se descompongan en radicales libres (como OH) y átomos de oxígeno, que reaccionan de nuevo con el hidrógeno y mantienen el proceso. Si se introduce un elemento químico que interfiera en esa cadena, la reacción se detiene: por ejemplo, el halón 1301 se descompone con el calor y elimina los átomos de hidrógeno y los radicales OH. Por eso a los tres factores anteriores se añade un cuarto, la **reacción en cadena**, y los cuatro forman el **tetraedro del fuego**, donde cada elemento es una cara.



Los tres lados del triángulo más la reacción en cadena forman el tetraedro del fuego.

UNIDAD IV

Fases de un incendio, explosión, flash-over y backdraft

1 Las tres fases

En un incendio tipo se distinguen: una **fase inicial** (la temperatura aumenta con el tiempo), una de **desarrollo máximo** (se alcanzan las temperaturas más altas) y una de **declive**, que llega porque se consumió el combustible, se redujo el comburente o ambas cosas. El mecanismo es tan complejo que resulta difícil conocer las temperaturas reales de cada etapa.

2 Incendio y explosión

Si el fenómeno se desarrolla a una velocidad muy alta estamos ante una **explosión**. En un incendio, combustible y comburente no están mezclados y su aporte continuo hace que el fuego se expanda más o menos rápido. En una explosión, combustible y comburente están mezclados cuando llega la energía de activación: la inflamación empieza en un punto y se propaga rápidamente a toda la mezcla.

- **Deflagración:** el frente de llama va a una velocidad inferior a la del sonido (340 m/s).
- **Detonación:** el frente de llama es supersónico y va acompañado de una onda de choque.

3 Flash-over y backdraft

FLASH-OVER

En un recinto cerrado con pequeñas entradas de aire, todos los objetos se inflaman a la vez y el fuego se generaliza de golpe: una «bola de fuego» que se propaga a zonas anexas. Suele ocurrir cuando la temperatura del recinto alcanza entre **300 y 600 °C**, según la construcción, los materiales, la ventilación y la resistencia a la presión de los elementos que separan.

BACKDRAFT

Ocurre en volúmenes cerrados con muy poco aire exterior. El fuego se desarrolla y produce mucho monóxido de carbono (inflamable), partículas y productos insaturados; los humos, muy inflamables, llenan poco a poco el recinto. Cualquier aporte de aire (abrir una puerta o ventana) da oxígeno y provoca una fuerte explosión.

! ATENCIÓN

No abras una puerta caliente ni una ventana de un recinto cerrado con humo y fuego: el aire nuevo puede provocar un backdraft.

UNIDAD I

Los combustibles

Para valorar el riesgo de incendio de un material combustible hay que considerar:

- ✓ **Su estado** (sólido, líquido o gas). En sólidos influyen el **factor de forma** (relación entre la superficie exterior y el volumen) y la distribución de la masa: cuanto mayor es el factor, más fácil es la ignición. Un papel suelto arde con más facilidad que una pieza de madera, y un combustible muy dividido necesita menos calor. Por eso materiales finamente pulverizados, como la harina, pueden arder con violencia y explotar.
- ✓ **Su naturaleza y características** (energía de activación, poder calorífico...). Se conocen por la etiqueta y por la ficha de datos de seguridad que acompaña obligatoriamente al producto.
- ✓ **La cantidad** almacenada o manipulada y las condiciones de almacenamiento y uso.
- ✓ **La naturaleza de los productos** resultantes de la combustión y la descomposición térmica.

1 Parámetros del combustible

- **Energía de activación:** energía mínima para iniciar la combustión con un comburente dado. Depende del combustible y de su estado.
- **Poder calorífico:** calor que genera cada kilo de combustible (kcal/kg, kcal/m³ o MJ/kg). La **carga térmica** es el calor que desarrollaría todo el material si ardiera por completo.
- **Punto de inflamación** (*flash point*): temperatura a la que la sustancia empieza a desprender vapores suficientes para mantener la combustión. Cuanto más bajo, más peligroso. La gasolina está entre -43 y -38 °C según su octanaje; el aceite de soja, en 282 °C.
- **Temperatura de ignición:** a esa temperatura se emiten vapores que se inflaman con una llama. No hay que confundirla con el punto de inflamación, aunque en la práctica casi coincidan.
- **Temperatura de ignición espontánea (autoinflamación):** a la que la sustancia arde sin fuente de ignición, solo por subir la temperatura.
- **Límites de inflamabilidad:** la combustión solo es posible entre dos concentraciones del gas en el aire (% en volumen). La mínima es el **Límite Inferior de Inflamabilidad (LII)** y la máxima, el **Límite Superior (LSI)**. Cuanto más amplio es el campo entre ambos, más peligrosa es la sustancia.

2 Poder calorífico de algunas sustancias (MJ/kg)

Sustancia	MJ/kg	Sustancia	MJ/kg
Acetileno	50,2	Fósforo	25,1
Alcohol etílico	25,1	Gasóleo	42

Sustancia	MJ/kg	Sustancia	MJ/kg
Antracita	33,5	Hidrógeno	142
Azúcar	16,7	Resina de pino	42
Butano	46,0	Sodio	4,2
Caucho	42,0	Ciclopropano	50,2

3 Líquidos inflamables más usados

Sustancia	T. ^a ebullición (°C)	Punto de inflamación (°C)	T. ^a autoinflamación (°C)	Límites en aire (% vol.)
Acetona	56	-20	465	2,6 – 13
Gasolina (oct. 60)	–	-43	280	1,4 – 7,6
Gasolina (oct. 92)	–	–	390	1,5 – 7,6
Gasolina (oct. 100)	–	-38	456	1,4 – 7,4
Etanol	78	12	363	3,3 – 19
Tolueno	111	4	480	1,2 – 7,1

4 Gases inflamables más usados

Sustancia	T. ^a ebullición (°C)	T. ^a autoinflamación (°C)	Límites en aire (% vol.)
Acetileno	-83	300	2,5 – 81
Amoniaco	-33	650	15 – 28
Butano	-1	287	1,8 – 8,4
Etileno	-104	450	2,7 – 36
Hidrógeno	-252	500	4 – 75
Metano	-162	535	5 – 15
Monóxido de carbono	-190	605	12,5 – 74
Propano	-42	450	2,1 – 10

Los comburentes

El comburente más frecuente es el **oxígeno del aire**. También pueden actuar como comburentes sustancias muy electronegativas (oxígeno, flúor...) y compuestos cuyos elementos electronegativos están unidos de forma muy débil (peróxidos, cloratos, ácido nítrico...). Se caracterizan por:

- ✓ Su **naturaleza química**, que condiciona la energía de la reacción.
- ✓ La **cantidad presente o renovada** en un recinto: al aumentar, baja el calor necesario para la combustión y suben su velocidad y su temperatura.
- ✓ Su **concentración** cuando se mezcla con un gas inerte.

! CIFRAS CLAVE

El aire contiene aproximadamente un **21 %** de oxígeno en volumen. Para que haya combustión hace falta un mínimo de oxígeno, normalmente el **15 %**. Con más de un 21 % el fuego es más intenso; con menos, se debilita.

1 Peróxidos y sales oxigenadas

- **Peróxidos orgánicos:** se usan como catalizadores de polimerización en la industria del caucho y los plásticos, como blanqueadores en la textil y la papelera (agua oxigenada) y en laboratorios. En estado puro son explosivos, por lo que se comercializan mezclados con disolventes de punto de ebullición alto, con agua o con sustancias viscosas que ralentizan el incendio.
- **Sales oxigenadas:** reaccionan violentamente con sustancias reductoras y material combustible, sobre todo en polvo. Los nitratos y cloratos (de sodio y potasio) se usan en pirotecnia, combustibles, recubrimientos metálicos, pasta de papel y textil.

2 Etiquetado de sustancias (Reglamento CE 1272/2008)

Las sustancias inflamables y comburentes se identifican con el pictograma de la llama (y la llama sobre un círculo para las comburentes) y con indicaciones de peligro «H»:

Categoría	Indicaciones de peligro
Gases, aerosoles y líquidos inflamables (cat. 1)	H220, H222, H224
Líquidos y sólidos inflamables (cat. 2)	H225, H228
Aerosoles y líquidos inflamables (cat. 2-3)	H223, H226
Pirofóricos y sustancias que desprenden gases inflamables en contacto con el agua	H250, H260, H261
Autorreactivas y peróxidos orgánicos	H241, H242
Calentamiento espontáneo	H251, H252

Definiciones básicas: un **líquido inflamable** tiene un punto de inflamación que no supera los 60 °C; un **gas inflamable** arde con el aire a 20 °C y a 101,3 kPa; un **pirofórico** se inflama en menos de cinco minutos al contacto con el aire.

UNIDAD III

Fuentes de ignición

En un establecimiento se usan energías de todo tipo (hornos, generadores de vapor, llamas desnudas, soldadura...), y además se liberan otras: piezas a alta temperatura, reacciones químicas peligrosas, electricidad estática... A veces la energía viene de fuera: el sol, un rayo, un fumador imprudente o un fallo de máquina. El problema surge cuando esa energía se transforma en calor y llega a un combustible cercano.

TÉRMICO

Superficies calientes, aparatos de calefacción, llamas abiertas, soldadura, sol amplificado por el cristal.

MECÁNICO

Chispas al golpear máquinas herramienta o metales, abrasión, impacto, partes metálicas del calzado contra el suelo.

ELÉCTRICO

Cortocircuito o sobrecarga, instalación improvisada, aislamiento defectuoso, sobrecalentamiento, instalaciones no adaptadas a la atmósfera del local, arcos en cuadros por humedad o herramientas metálicas, rayos y tormentas.

ELECTROSTÁTICO

Chispas por acumulación de electricidad estática en atmósferas con gases o vapores inflamables.

QUÍMICO

Reacciones exotérmicas e igniciones espontáneas. Los materiales orgánicos con aceite, grasa o esencias tienden a inflamarse solos.

BIOLÓGICO

La fermentación bacteriana calienta el medio, por ejemplo en silos de cereal, legumbres o azúcar.

Cortocircuito: ocurre cuando entran en contacto las partes activas de dos conductores a distinto potencial. Circula mucha corriente, el conductor se calienta y puede inflamarse su aislante.

Ejemplos de **electricidad estática**: las pistolas de pintar en cabinas, cuyo aire comprimido carga la boquilla aislada; la descarga de líquidos inflamables, donde la cisterna se carga por rozamiento y hay que conectarla a tierra; correas y bandas transportadoras; el transporte de líquidos por tuberías; los gases comprimidos o licuados; y los materiales en polvo.

Otras fuentes menos frecuentes son las radiaciones electromagnéticas, los ultrasonidos, las compresiones adiabáticas y las ondas de choque.

Modos de propagación

CONDUCCIÓN

El calor pasa a través de un sólido cuando hay diferencia de temperatura. Si acercas a la lumbre el extremo de una barra de hierro, el otro extremo se calienta: los metales son buenos conductores. La madera, el hormigón o la cerámica transmiten muy mal el calor.

CONVECCIÓN

El calor viaja por el movimiento de fluidos. El aire caliente asciende; si arde un piso, el humo sube por el hueco de la escalera y propaga el incendio a las plantas superiores.

RADIACIÓN

El calor se transmite sin soporte material mediante ondas electromagnéticas (infrarrojos). Como una lupa que prende un papel con el sol, las llamas emiten radiación a las superficies cercanas y hacen que empiecen a arder.



Consecuencias de un incendio

UNIDAD I

Consecuencias sobre las personas: humos y gases

Las consecuencias de un incendio se notan sobre las personas, los edificios y el medio ambiente. La **primera causa de muerte** en un incendio son los humos y gases desprendidos. Sus peligros son:

- ✗ Temperatura elevada: quemaduras al inhalar gases muy calientes.
- ✗ El humo provoca lagrimeo, dificulta la visión y, por su opacidad, la evacuación y la intervención posterior.
- ✗ Descenso del oxígeno, causa de asfixia.

1 Síntomas de la falta de oxígeno

Oxígeno (%)	Efectos
17	Aceleración del ritmo cardíaco, mayor cantidad de aire inspirado, peor visión nocturna.
16	Vértigo.
15	Problemas de atención, juicio y coordinación; pérdida de control del movimiento, fatiga, episodios de apnea.
12	Fuertes perturbaciones del juicio y la coordinación muscular, pérdida de consciencia, lesiones cerebrales irreversibles.
10	Incapacidad de moverse, náuseas y vómitos.
6	Respiración espasmódica, movimientos convulsivos, muerte en 5 a 8 minutos.

2 Gases asfixiantes y tóxicos

- **Gases asfixiantes simples.** El principal es el dióxido de carbono: al 10 % en el aire produce dolor de cabeza y vértigo, y a partir del 20 %, narcosis. Además, al subir su concentración sube el ritmo respiratorio y con ello la inhalación de gases tóxicos.
- **Monóxido de carbono (CO).** Se combina con la hemoglobina y desplaza al oxígeno, y es especialmente tóxico para el cerebro. Con un 0,01 % en el aire da dolor de cabeza; luego vértigo y, al final, coma y muerte a partir del 0,2 %.
- **Cianuro de hidrógeno:** resulta de la combustión de muchos plásticos y fibras naturales con nitrógeno.

- **Sulfuro de hidrógeno:** aparece en la combustión incompleta de materias orgánicas con azufre (cauchos, neumáticos, lanas).
- **Cloruro de carbonilo (fosgeno):** se produce cuando las llamas alcanzan PVC, aislamientos de cables o refrigerantes como el freón.
- **Otros:** amoníaco, ácido fluorhídrico, cloro y fosgeno causan graves lesiones pulmonares.

3 Concentraciones mortales

Compuesto	Concentración con efecto mortal (1 ppm = 0,0001 %)
Fosgeno (COCl ₂)	50 ppm
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	200 – 700 ppm
Cianuro de hidrógeno (HCN)	350 ppm
Cloro (Cl ₂)	1000 ppm
Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)	1000 ppm
Ácido clorhídrico (HCl)	1300 – 2000 ppm
Monóxido de carbono (CO)	2000 ppm
Amoníaco (NH ₃)	5000 – 10 000 ppm

! EFECTO QUE SE PASA POR ALTO

Algunos gases, sobre todo el ácido clorhídrico, pueden anular los mecanismos de alarma al producir cortocircuitos en la transmisión entre los semiconductores de los sensores.

4 El color del humo

El color orienta sobre lo que arde. La madera, el papel, los textiles o el cartón dan un humo poco denso y gris; si están mojados, la combustión empeora y el humo es negro.

Color del humo	Tipo de combustible
Blanco	Fósforos, vegetales...
Blanco grisáceo	Bencina
Amarillo	Ácido clorhídrico, nítrico, azufre...
Amarillo-verdoso	Cloro
Violeta	Yodo

Color del humo	Tipo de combustible
Marrón	Aceite vegetal
Gris	Celulosas
Gris oscuro	Polímeros, algunos cauchos...
Negro opaco	Hidrocarburos, fibras acrílicas...

UNIDAD II

Llamas, calor y quemaduras

- En la curva normalizada de temperaturas de un incendio, el aire llega a **500 °C en menos de 10 minutos**. En recintos cerrados el calor se estratifica de arriba hacia abajo, y es más alto cuanto más arriba.
- Las llamas son gases incandescentes de **600 a 1200 °C** y causan quemaduras inmediatas por desnaturalización de las proteínas. También se queman por contacto con superficies calientes. La gravedad depende de la temperatura, el tiempo de contacto y el material.
- Por simple proximidad, sin tocar nada, aparecen quemaduras en **3 a 10 minutos**. Temperaturas medias típicas: unos 50 °C en menos de 2 minutos y 200 °C en menos de 4 desde el inicio.
- La luz de las llamas también es un peligro para los ojos.

1 Color de la llama

Color	Indica
Amarillo-anaranjado	Sodio en la atmósfera.
Azul	Alcoholes o gas natural.
Blanco	Metales finamente divididos o sales de metales alcalinos.
Verdoso-amarillento	Cloro o compuestos hiperclorados.
Verde	Sales de cobre y algunos nitratos.
Rojo	Líquidos inflamables.

2 Grados de quemadura

PRIMER GRADO

Superficial.

SEGUNDO GRADO

Destruye la epidermis y llega a la mitad de la dermis.

TERCER GRADO

Atraviesa todo el espesor de la piel, destruye el tejido y puede llegar al hueso.

Existen también las de cuarto grado, con daños en músculos y huesos, aunque suelen darse por frío extremo o congelación.

UNIDAD III

Consecuencias sobre estructuras, economía, edificio y medio ambiente

- **Desplome de estructuras.** A los pocos minutos, el calor reduce la resistencia mecánica de las estructuras y hay riesgo de que se derrumbe parte o todo el edificio. Afecta a quien no se haya evacuado y también a los equipos de intervención.
- **Consecuencias económicas y sociales.** Un incendio en un comercio o industria puede paralizar la actividad o cerrarla definitivamente, con sus efectos sociales, además de pérdida de reputación por la contaminación y por el efecto sobre el entorno.
- **Sobre el edificio.** La destrucción del edificio y de lo que contiene es una de las consecuencias más importantes. Para protegerlo hay que conocer su poder calorífico y el comportamiento al fuego de sus materiales (*reacción* y *resistencia* al fuego).
- **Sobre el medio ambiente.** Amenaza a la población, la fauna y la flora del entorno, por los gases tóxicos y corrosivos en el aire, por los productos de la combustión en agua y suelo, y por los productos extintores.

UNIDAD I

Riesgo de incendio, prevención y protección

Según la norma UNE-EN ISO 13943 (Seguridad contra incendio. Vocabulario), el **riesgo de incendio** es el producto de dos factores: la **probabilidad** de que aparezca fuego en una operación técnica o estado determinado y la **consecuencia o extensión de los daños** si hay fuego.

PREVENCIÓN

Conjunto de medidas para **disminuir o eliminar la probabilidad** de que aparezca el fuego.

PROTECCIÓN

Actúa **una vez iniciado** el fuego, para reducir sus consecuencias y la extensión de los daños.

Para prevenir hay que actuar sobre alguno de los cuatro elementos del tetraedro: combustible, comburente, fuente de calor y reacción en cadena.

UNIDAD II

Prevención sobre el combustible y el comburente

1 Sobre el combustible

En locales donde se almacenen o manipulen sustancias explosivas, comburentes o inflamables, o materiales combustibles, no debe haber ninguna fuente de ignición (llama, aparato, superficie caliente...). Deben tener ventilación adecuada y estar señalizados. Las medidas habituales son:

- ✓ **Sustituir** el combustible por otra sustancia que no lo sea o lo sea menos.
- ✓ **Diluir o mezclar** el combustible con otra sustancia que suba su punto de inflamación, o usarlo en un estado de división lo menos peligroso posible.
- ✓ **Limitar la cantidad** de producto inflamable en el puesto a lo necesario para la jornada, y controlar temperatura, humedad, nivel de monóxido de carbono, etc., para evitar mezclas explosivas o reacciones exotérmicas.
- ✓ **Adaptar el almacenamiento** a la sustancia: solo la cantidad necesaria, mantenimiento periódico para evitar fugas y goteos, transporte preferiblemente por canalizaciones fijas con el menor número de conexiones y uniones soldadas mejor que roscadas o embridadas.
- ✓ **Ventilación general** o aspiración localizada donde puedan formarse mezclas inflamables.
- ✓ **Orden y limpieza:** eliminar residuos y acumulaciones de vapores o polvo, limpiando de forma frecuente y segura (por ejemplo, sin levantar una nube de polvo que aumente el riesgo de explosión).
- ✓ **Recipientes cerrados** y bien señalizados, igual que los conductos con sustancias inflamables.

BOTELLAS DE GAS COMPRIMIDO

Almacénalas en un lugar protegido del sol y de la intemperie, lejos de locales de trabajo con personal o separadas por un muro adecuado. No deben estar en planta bajo nivel; se construirán, en lo posible, con materiales no combustibles y no frágiles, bien ventilados de forma natural para evitar sobrecalentamiento. Reduce la instalación eléctrica a lo indispensable (lámparas en el exterior o adaptadas a zonas con riesgo de explosión), señaliza la zona y separa las botellas según el tipo de sustancia.

2 Sobre el comburente

Los comburentes, que llevan el oxígeno necesario para su combustión, se almacenan en locales o armarios específicos y siempre lejos de materiales combustibles, sobre todo los muy inflamables. En ciertas instalaciones con productos inflamables puede convenir introducir un **gas inerte** que reduzca la concentración de oxígeno, pero debe ser compatible con la presencia de trabajadores por el riesgo de asfixia.

UNIDAD III

Prevención sobre el foco de ignición

Los focos pueden ser térmicos, mecánicos, eléctricos, electrostáticos, electromagnéticos (ondas de radiofrecuencia, radiaciones entre infrarrojo y ultravioleta, radiación solar, ultrasonidos), químicos y biológicos, como se vio en el módulo II. Para prevenirlos se puede actuar de cuatro formas:

SOBRE EL PROCESO

Por ejemplo, usar refrigeración o calentamiento indirecto para evitar llamas directas.

CONTROLES

De instalaciones eléctricas, detectores de subida de temperatura o presión, explosímetros, protección contra descargas por rayos.

PROCEDIMIENTOS

Segregar procesos, **permisos de trabajo** en actividades con fuego, prohibir fumar. El permiso indica como mínimo el lugar exacto del trabajo, las personas implicadas (quién lo hace, quién vigila, quién valida), las medidas de prevención y protección y las instrucciones.

SOBRE EL MATERIAL

Puestas a tierra y adecuación del material a la zona con riesgo.

Para ampliar, consulta la tabla del punto 3 del Apéndice 2 de la guía del Real Decreto 681/2003 sobre protección de trabajadores frente a atmósferas explosivas, basada en las fuentes de ignición de la norma UNE-EN 1127-1.

1 Focos eléctricos

- ✓ Elige materiales de buena calidad industrial, seguros y adaptados; en zonas con riesgo de explosión es obligatorio seguir la reglamentación, y vigila especialmente locales húmedos y atmósferas peligrosas.
- ✓ Asegura que la instalación cumple la reglamentación y las normas, no uses arreglos provisionales y comprueba los diferenciales.
- ✓ No cambies el calibre de fusibles o disyuntores sin un análisis previo, no sobrecargues los conductores y revisa siempre su estado.
- ✓ Vigila el mantenimiento de aparatos, cables y tomas de corriente.
- ✓ Dispón de recipientes de retención del aceite de los transformadores, con volumen similar al aceite total, para recogerlo si se deteriora la envolvente.
- ✓ Ventila los locales de carga de acumuladores: una batería de plomo de 510 Ah a 12 V, cargada durante 14 horas, puede emitir hasta 832 litros de hidrógeno.

2 Descargas electrostáticas

Al frotar dos elementos, parte de los electrones de la superficie de uno se acumulan en la del otro: es la electricidad estática. Puede ocurrir al fluir un líquido por una tubería, limpiar cisternas, vaciar sacos de productos a granel, por el impacto de partículas, por personas aisladas del suelo o por bandas transportadoras. Si las cargas no pasan a tierra con suficiente rapidez, pueden producir una chispa y, en una atmósfera inflamable o explosiva, un incendio o explosión.

- ✓ Aumenta la ventilación; a veces hace falta trabajar en atmósfera cerrada e inertizada.
- ✓ Humidifica la atmósfera y evita suelos y revestimientos no conductores.
- ✓ Pon a tierra todos los elementos conductores: recipientes de trasvase, equipo de bombeo y conexiones.
- ✓ Usa materiales y equipos antiestáticos; sustituye disolventes inflamables por otros menos peligrosos o añade antiestáticos.
- ✓ Usa ropa y calzado antiestáticos; evita prendas de fibras sintéticas, botas de goma y suelas de goma o material sintético no conductor. No garantiza evitar toda ignición, pero reduce mucho la probabilidad.
- ✓ Limita la altura de caída del material cuando se llena un depósito por gravedad. Rellena mejor por la parte baja que por la alta; limita la velocidad o usa deflectores; en cisternas, que la manguera llegue al fondo con un material blando antichispa.
- ✓ Usa bandas transportadoras, correas y tubos de materiales conductores.
- ✓ Establece un procedimiento con los pasos del operador para evitar chispas.

Notas Técnicas de Prevención recomendadas: NTP 374 (carga y descarga de camiones cisterna), NTP 567 (protección frente a cargas electrostáticas), NTP 827 y 828 (electricidad estática en polvos combustibles: descargas y medidas de seguridad).

Prevención sobre la reacción en cadena

Son medidas que evitan que el incendio se propague en ciertos materiales, como añadir antioxidantes a los plásticos o usar tejidos resistentes al fuego. Esos tejidos pueden obtenerse de varias formas:

- ✓ Fibras tratadas con productos retardantes de la llama permanentes.
- ✓ Fibras químicas con retardantes permanentes incorporados al polímero disuelto o fundido.
- ✓ Fibras resistentes a la llama y al calor.
- ✓ Fibras intrínsecamente resistentes a la llama.

UNIDAD I

Protección pasiva: normativa y conceptos

El mejor sistema de prevención es el que evita que el fuego se inicie. Cuando eso no es posible, lo más eficaz es que la prevención se piense ya desde el proyecto de ingeniería o de arquitectura. Para ello existen códigos, leyes y reglamentos que fijan unos requisitos mínimos de diseño y construcción de edificios y estructuras, basados en las propiedades de los materiales, los riesgos y las lecciones aprendidas de incendios y desastres anteriores. En Europa, el primer código de este tipo apareció en Londres en 1189: regulaba los métodos de construcción y recomendaba muros de piedra para frenar los incendios.

1 Normativa en España

- **Real Decreto 486/1997:** disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- **Real Decreto 2267/2004 (RSCIEI):** Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales. Afecta a edificios, establecimientos y zonas de uso industrial.
- **Real Decreto 314/2006 (CTE):** Código Técnico de la Edificación. Para incendios se aplican la sección 3 «Evacuación de ocupantes» del Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB-SI) y la sección 4 del DB de Seguridad de Utilización y Accesibilidad (SUA-4), sobre el riesgo causado por iluminación inadecuada.
- La reglamentación de las **comunidades autónomas** y la **municipal** sobre protección contra incendios.

! RECUERDA

La norma que se aplica depende del año de construcción del edificio. Si es anterior al CTE (o al RSCIEI en establecimientos industriales), se tienen en cuenta las antiguas Normas Básicas de la Edificación: NBE-CPI-96, NBE-CPI-91 o NBE-CPI-82. En establecimientos anteriores, solo se aplica el artículo 24 y el capítulo VII del Título II de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

2 Protección pasiva y protección activa

PASIVA

Métodos, materiales, equipos e instalaciones que **no están hechos para extinguir** el fuego, sino para dificultar su acción sobre el edificio y así controlar su avance más fácilmente.

ACTIVA

Recursos y equipos que, con una fuente de energía manual, mecánica o eléctrica, **controlan y extinguen** el fuego.

Los elementos más habituales de la protección pasiva son: placas, pinturas y morteros proyectados que aumentan la resistencia y la reacción al fuego; sistemas de control de temperatura y humos; puertas y compuertas cortafuegos; sellado de penetraciones; alumbrado de emergencia y señalización.

UNIDAD II

Objetivos, condicionantes y construcción del edificio

1 Objetivos de la protección pasiva

- ✓ **Asegurar la estabilidad del edificio:** que la estructura soporte los efectos del fuego un tiempo mínimo.
- ✓ **Compartimentar y sectorizar** adecuadamente para impedir la propagación del fuego y facilitar la evacuación.
- ✓ **Facilitar los trabajos de extinción.**

2 Condicionantes

URBANÍSTICOS

Ubicación del edificio, tipo de suelo, agua disponible, vegetación y edificios colindantes.

ARQUITECTÓNICOS

Tipología, volúmenes, accesibilidad a fachadas, cerramientos, sectorización, compartimentación, ventilación, evacuación e instalaciones de servicio y especiales.

ACABADOS

Pinturas, revestimientos, mobiliario, maquinaria, instalaciones y distribución: influyen mucho en el inicio y la propagación del fuego.

3 Control del fuego en la construcción

El diseño constructivo básico es uno de los aspectos más importantes: la estructura dura toda la vida del edificio, mientras que instalaciones, acabados y contenido se cambian con relativa facilidad. Los aspectos constructivos que influyen son la sectorización y la ventilación (para evitar o frenar la propagación) y la capacidad de evitar el derrumbe. Un fallo estructural puede causar víctimas, sobre todo entre los equipos de rescate, por lo que los materiales se eligen según su comportamiento ante el fuego:

ACERO

Incombustible, pero se deforma: a **550 °C** pierde la mitad de su resistencia y a **800 °C** se dobla bajo su propio peso, con riesgo de desplome.

HORMIGÓN ARMADO

Muy buen comportamiento ante el fuego; es el más empleado actualmente.

MADERA MACIZA

Contra lo que se suele pensar, las estructuras de madera maciza ofrecen buena resistencia al fuego.

ESCAYOLA

Con **5 cm** de espesor resiste **3 horas** a 1.000 °C y mantiene en su cara protegida menos de 100 °C.

Para conocer las propiedades de reacción y de resistencia al fuego hay que acudir al **Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre**, que aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos según esas propiedades, los métodos de ensayo y las normas que los definen. Aun siguiendo la normativa, el derrumbe a veces se produce por deficiencias constructivas que no se notan en el uso diario y salen a la luz cuando el fuego debilita los elementos de soporte.

UNIDAD III

Resistencia al fuego

Los elementos constructivos, ya sean portantes, separadores o ambas cosas, deben mantener frente al incendio las propiedades que cumplen su función y no aumentar el peligro de propagación. Su comportamiento se define por el **tiempo** durante el que mantienen esas condiciones en un ensayo normalizado.

! DATO ACTUALIZADO

El manual original cita la antigua norma UNE 23093 y el RD 312/2005. Ese real decreto está **derogado por el Real Decreto 842/2013**, y la clasificación de resistencia al fuego se hace hoy según la norma europea **UNE-EN 13501-2**. Como el CTE solo contempla la clasificación europea, los materiales a los que se aplica deben pedirse con las clases europeas.

1 Propiedades principales

Símbolo	Propiedad	Qué significa
R	Capacidad portante	El elemento mantiene su función mecánica bajo el fuego durante un tiempo determinado.
E	Integridad	Impide el paso de llamas o gases calientes a través del elemento.
I	Aislamiento térmico	Dificulta la transmisión de calor, de modo que la cara no expuesta al fuego no sube de temperatura respecto a la inicial.

Para casos concretos se usan otras clasificaciones:

Símbolo	Significado
W	Radiación
M	Acción mecánica

Símbolo	Significado
C	Cierre automático
S	Estanquidad al paso de los humos
P o HP	Continuidad de la alimentación eléctrica o de la transmisión de la señal
G	Resistencia a la combustión de hollines
K	Capacidad de protección contra incendios
D	Duración de la estabilidad a temperatura constante
DH	Duración de la estabilidad según la curva normalizada tiempo-temperatura
F	Funcionalidad de los extractores mecánicos de humo y calor
B	Funcionalidad de los extractores pasivos de humo y calor

2 Cómo se lee una clasificación

Se escribe el símbolo de la propiedad seguido del tiempo, en minutos, que se mantiene. La escala de tiempos es: **15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 y 360**. Las combinaciones más comunes son R, EI y REI.

- ✓ **R 120:** mantiene su resistencia mecánica durante 120 minutos.
- ✓ **EI 60:** conserva su integridad y su aislamiento durante 60 minutos.
- ✓ **REI 90:** conserva resistencia mecánica, integridad y aislamiento durante 90 minutos.

UNIDAD IV

Reacción al fuego

Un material puede contribuir más o menos al desarrollo de un incendio según su naturaleza. Por eso se exigen comportamientos mínimos a los materiales de acabado y revestimiento, al mobiliario fijo de implantación masiva en ciertos locales y a todo material que, por su abundancia o situación (paredes, aislamientos de falsos techos o suelos elevados...), pueda agravar el incendio. Las condiciones se acreditan con las clases de la norma **UNE-EN 13501-1** (las llamadas **euroclases**), que sustituye a la antigua norma nacional UNE 23727:1990. El CTE solo contempla la clasificación europea.

1 Euroclases

Clase	Comportamiento
A1	No combustible, sin ninguna contribución al fuego.
A2	No combustible, con contribución muy limitada al fuego.

Clase	Comportamiento
B	Combustible con contribución muy limitada al fuego.
C	Combustible con contribución limitada al fuego.
D	Combustible con contribución media al fuego.
E	Combustible con contribución alta al fuego.
F	Sin clasificar.

2 Clasificaciones adicionales

Indicador	Se refiere a	Niveles
s (smoke)	Opacidad de los humos producidos	s1: baja producción · s2: media · s3: alta
d (drop)	Caída de gotas o partículas inflamadas	d0: no las produce · d1: grado medio · d2: grado alto

La clasificación depende también de cómo se coloca el material, por lo que cada material se clasifica según su **aplicación final**. Las clases de paredes y techos van sin subíndice; las de suelos llevan el subíndice **FL** (de *floor*); también hay clases para productos lineales.

! CUBIERTAS ANTE UN FUEGO EXTERIOR

El Real Decreto 842/2013 clasifica las cubiertas y sus recubrimientos ante un fuego exterior según la norma UNE ENV 1187, con tres ensayos: **t1** (pavesa en llamas), **t2** (pavesa en llamas y viento) y **t3** (pavesa en llamas, viento y radiación). En España se aplica el ensayo t1.

UNIDAD V

Sectorización y compartimentación

Consiste en dividir el interior del edificio con elementos que actúan como barrera y retrasan el avance del fuego a los sectores contiguos. Sus objetivos son:

- ✓ Evitar que el incendio gane intensidad por los materiales combustibles del contenido.
- ✓ Controlar que el fuego no salga del recinto inicial.
- ✓ Garantizar la resistencia de los elementos portantes y compartimentadores para evitar el colapso.

Se tiene en cuenta ya en la fase de proyecto. Las características de los sectores de incendio se recogen en el CTE y en el RSCIEI. Se actúa contra dos tipos de propagación:

HORIZONTAL

Dentro de la misma planta: separación por distancia entre locales con riesgo, sectorización, puertas cortafuegos y diques o cubetos de retención de líquidos inflamables.

VERTICAL

De una planta a otra: cortafuegos de cierre automático en conductos de ventilación o climatización, techos con resistencia adecuada, sectorización de escaleras, ascensores y otros huecos verticales, y ventanas con vidrio resistente al fuego o armado.

1 Separación por distancia

Es la medida idónea para reducir la conducción y la radiación de calor entre combustibles o entre edificios. Su defecto es que necesita espacios abiertos, que muchas veces no hay. Se aplica en la fase de proyecto o en la distribución en planta.

2 Muros, barreras y paredes cortafuegos

Los **muros cortafuegos** son muros de cerramiento o separación, de materiales incombustibles, que dividen el edificio en zonas aisladas entre sí (sectores de incendio). Su resistencia debe bastar para evitar la propagación externa e interna del fuego, del humo y de la radiación de calor, y debe corresponderse con el riesgo que confinan. Van del suelo al forjado, sobresalen por encima de la cubierta y separan fachadas exteriores.

- ✓ Las aberturas deben ser **las mínimas**: no más del **25 %** de la superficie del muro y, como norma general, hasta **10 m²** por abertura.
- ✓ Todas las aberturas se protegen con puertas cortafuegos, compuertas, válvulas de cierre automático en los conductos de ventilación (clapetas) y sellado de conductos. El sellado debe tener una resistencia al fuego igual o mayor que la del muro.
- ✓ Las puertas y compuertas de activación **manual** y las **cortinas de agua** no se aceptan para proteger aberturas en paredes y barreras cortafuegos: deben activarse automáticamente.
- ✓ Cualquier paso de cables, tuberías o conductos se sella con material resistente al fuego (revestimientos, espumas, masillas) o intumescente (collarines, almohadillas), con resistencia mínima igual a la del muro o barrera y protegido hasta **1 metro** por ambos lados. Los conductos son de materiales no combustibles.
- ✓ Los conductos de ventilación llevan clapetas de cierre automático activadas por detectores de humo o calor donde atraviesan paredes o barreras.
- ✓ Los conductos que transportan materiales combustibles (serrín, fibra de celulosa...) o líquidos inflamables no deben atravesar paredes ni barreras, salvo con detectores de chispas o sistemas de liberación de explosiones adecuados.
- ✓ Haz inspecciones regulares y frecuentes, incluida una revisión visual de puertas, clapetas y mecanismos de cierre (detectores, carriles, guías, cables, fusibles de desconexión...).

Las **barreras cortafuegos** van del suelo al forjado o a la cubierta y no necesitan parapetos ni salientes. Las **paredes cortafuegos** van del suelo al techo y son similares, aunque con menor resistencia al fuego. Su finalidad es confinar el flujo inicial de calor en la zona de origen, evitar el funcionamiento innecesario

de rociadores fuera del área del incendio y dar tiempo a coordinar la lucha manual en las zonas contiguas. Son más eficaces con exutorios de calor y humo bien dimensionados y rociadores en servicio.

3 Diques o cubetos

Contienen el líquido inflamable derramado por la rotura o fuga de un depósito e impiden que se esparza. Se utilizan en todo el campo de almacenamiento de líquidos inflamables, sobre todo en petroquímicas. Con un solo depósito, su capacidad debe ser igual a la del depósito; en agrupaciones de depósitos se aplican coeficientes reductores.

4 Puertas cortafuegos

Protegen las aberturas que es necesario practicar en las paredes cortafuegos. Según su material y construcción tienen una resistencia al fuego concreta. Pueden ser de metal, madera o incluso vidrio, con eje vertical (si están en una salida de emergencia), correderas o de guillotina.

- ✓ Deben estar **cerradas cuando se declara el incendio**, por lo que llevan un sistema de cierre automático. Siguen las normas UNE-EN 1154 (dispositivos de cierre controlado), UNE-EN 1155 (retención electromagnética de puertas batientes) y UNE-EN 1158 (coordinación de puertas).
- ✓ Su resistencia va de 30 a 240 minutos; las más habituales son de **30 y 60** minutos. Suele indicarse en una etiqueta en el canto de la puerta.
- ✓ Mantén libre de obstáculos el espacio alrededor, para que puedan cerrar. No almacenes productos combustibles cerca: como norma general, **2 metros** de distancia mínima.
- ✓ Inspecciónalas periódicamente, al menos **cada 2 años**, para detectar fallos en sus componentes, en el autocierre o el fin de su vida útil (se estima en unos **20 años** en condiciones normales).

5 Cortafuegos en conducto

En todos los conductos y, en especial, donde atraviesan muros, se colocan amortiguadores de fuego o cortafuegos que impidan el paso de humos. Suelen ser trampillas que, accionadas por un fusible, caen por su propio peso y taponan el conducto. Los conductos deben ser incombustibles y de resistencia RF-60, y conviene alejarlos de almacenes de materiales combustibles.

6 Techos de forjado, huecos verticales y ventanas

- **Forjados:** deben ser incombustibles y tener una resistencia acorde con el incendio previsible. Impiden el desarrollo vertical del fuego y evitan que se debilite la resistencia y se desplome la planta superior.
- **Huecos verticales** (escaleras, montacargas, ascensores...): favorecen que el incendio llegue a otros sectores. Se hacen con materiales incombustibles, de alta resistencia, y con puertas cortafuegos en sus aberturas.

- **Ventanas:** son un camino fácil de propagación vertical entre plantas y horizontal entre edificios próximos. Las llamas rompen el cristal, salen a la fachada y radian calor hacia las ventanas de arriba o de los edificios vecinos; si hay combustibles cerca, el fuego sigue avanzando. En edificios de alto riesgo hay que limitar los ventanales; las que se instalen tendrán marco metálico y, como mínimo, vidrio armado, que aunque rompa no deja grandes huecos. Los salientes de forjado (aleros o balconadas) obligan a las llamas a separarse de la fachada, aunque siga existiendo el efecto radiante.

UNIDAD I

Control de temperatura y evacuación de humos (SCTEH)

El humo es, por lo general, el principal peligro para las personas durante un incendio, por lo que merece especial atención en espacios cerrados o semicerrados. Según la norma UNE-EN ISO 13943, el humo es la parte visible de todos los gases y aerosoles (incluidas las partículas en suspensión) originados por el fuego. Contiene gases (dióxido de carbono, monóxido de carbono, vapor de agua...), sólidos (hollín) y líquidos.

1 Efectos del humo

Daña a las personas, a las propiedades (estructura del edificio y contenido) y a la continuidad de la actividad. Tiene tres efectos muy perjudiciales: **oscurecimiento de la luz**, **toxicidad** e **impacto posterior** al incendio. Depende de la concentración de gases, la visibilidad, la temperatura y la duración de la exposición.

- Una exposición de 1 o 2 minutos a humo con 0,1–0,8 % de monóxido de carbono puede provocar incapacidad para caminar.
- Las personas toleran estar envueltas por una capa de humo a unos 100 °C durante unos **10 minutos**.
- La menor visibilidad desorienta, frena el paso, alarga el tiempo de evacuación, favorece el pánico y aumenta el riesgo de caídas.
- Los gases corrosivos, las partículas y la temperatura dañan los componentes del edificio. Los componentes electrónicos pueden dañarse mucho antes de que haya daño a las personas.

2 Qué es un SCTEH

Según la norma UNE 23585:2004, es una instalación con aberturas o equipos mecánicos de extracción (ventiladores) para evacuar los humos y gases calientes del incendio y, si procede, aberturas de entrada de aire limpio. Se dimensiona para que, en los incendios previsibles más desfavorables, se forme una **capa libre de humos** sobre el nivel del suelo del incendio y la temperatura media de los humos se mantenga en niveles aceptables. Así mejora la evacuación y el rescate, se protegen bienes y estructura, y el incendio puede combatirse mientras aún está en una fase parecida a la inicial.

Esta norma es de obligado cumplimiento a través del Real Decreto 2267/2004 (RSCIEI) y también puede usarse según el CTE. Ambos exigen en ciertos casos un sistema de control de humo: establecimientos de pública concurrencia, aparcamientos cerrados, edificios de gran altura y establecimientos comerciales e industriales de gran superficie.

- **RSCIEI (RD 2267/2004), Apéndice 2, apartado 7:** ventilación de humos y gases de combustión en edificios industriales (actividades de producción, montaje, transformación y reparación, y de almacenamiento).

→ **CTE, DB-SI, sección SI 3, apartado 8:** control del humo de incendio.

3 Principio de funcionamiento

El humo sube hasta el techo (o forjado), se desplaza en horizontal hasta que se enfría (con un recorrido horizontal superior a 60 metros) y vuelve a caer. Esa caída es la que se quiere evitar. Para ello se compartimenta en **sectores de humo**, que mantienen el humo a temperatura suficiente para evacuarlo al exterior por convección. Si el humo se extiende, se enfría, pierde fuerza ascensional y desciende invadiendo las zonas que se quieren proteger.

4 Elementos de un SCTEH

Se proyectan con tres componentes básicos: barreras que impiden la propagación horizontal (sectorización), salidas automáticas en el techo para evacuar el humo y entradas de aire para asegurar la combustión completa por exceso de oxígeno. Se distinguen estos elementos:

ESTÁTICOS

Aireadores o exutorios

Equipos en la parte alta del edificio (techos o fachadas) que evacúan el humo por vía natural. Se abren automáticamente en caso de incendio, con un fusible accionado por un sensor de temperatura, calor o humo, o por la deformación y caída de un recubrimiento especial de termoplástico.

DINÁMICOS

Extractores mecánicos

Ventilación forzada. Según su ubicación trabajan en sobrepresión o en aspiración. Los que trabajan en **aspiración** deben soportar **400 °C durante 90 minutos**.

COMPARTIMENTACIÓN

Cortinas de humo

Elementos estructurales o arquitectónicos, fijos, automáticos o mixtos (por ejemplo, barreras textiles que se despliegan con la alarma; paneles, perfiles y placas fijos). Pueden formar un sector de incendio, canalizar el humo en una dirección o evitar su entrada a un recinto.

5 Cuándo no se recomiendan

- ✗ Almacenamientos de más de **4 metros** de altura sin rociadores automáticos de agua: un incendio en esas condiciones destruiría el edificio o el sector si llega a un desarrollo importante.
- ✗ Equipos e instalaciones protegidos con extinción automática por agentes extintores gaseosos.

6 Eficacia y mantenimiento

El frente de humo avanza en horizontal a entre **0,2 y 1 m/s** (30 metros en menos de 3 minutos). Para que la evacuación sea eficaz:

- ✓ Debe empezar **lo antes posible** y lo más cerca del punto de inicio. En un local ya inundado de humo, un sistema que arranca tarde es muy poco eficaz.
- ✓ La disposición y las características de los aireadores deben evitar turbulencias en los gases. Hace falta un cálculo según normas, con la geometría del local, los materiales, la ocupación y el clima exterior; suele hacerse con herramientas informáticas.
- ✓ El instalador entrega al usuario las instrucciones de uso, pruebas periódicas y mantenimiento. Los requisitos de instalación están en la norma **UNE 23584:2008**.
- ✓ Haz inspecciones visuales y ensayos como mínimo **una vez al año**: comprobación, limpieza, ajuste, reparación y sustitución de piezas defectuosas por personal cualificado.
- ✓ Lleva un **libro de registro** con todas las operaciones de mantenimiento, inspección y modificaciones.

UNIDAD II

Señalización de seguridad

La señalización forma parte de la protección pasiva y, junto con el alumbrado de emergencia, es fundamental para evacuar un edificio durante un incendio; también ayuda a localizar los equipos manuales de protección. Aquí se trata la señalización en forma de panel (la acústica y la visual pertenecen a la protección activa). Los paneles combinan símbolos, pictogramas y textos breves de varios colores y se rigen por el **Real Decreto 485/1997**, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Sirve para mostrar las vías de evacuación, la ubicación de los equipos de lucha contra incendios y las prohibiciones, advertencias, obligaciones e informaciones. En concreto, permite conocer dónde están:

- ✓ Los sistemas de alarma, para avisar cuanto antes.
- ✓ Los equipos de extinción, para actuar con la máxima eficacia.
- ✓ Los accesos, recorridos y salidas de evacuación, cerca de las salidas y en cualquier punto del recorrido donde haga falta para empezar y continuar la evacuación sin confusión. También se indica dónde no hay salida si puede confundirse con una real.
- ✓ Ciertos riesgos especiales.

1 Criterios del CTE (DB-SI) para los medios de evacuación

Se usan las señales de la norma UNE 23034:1988 (vías de evacuación), con estos criterios:

- Las salidas de recinto, planta o edificio llevan el rótulo **«SALIDA»**, salvo en uso Residencial Vivienda y, en otros usos, en salidas de recintos de hasta 50 m² que se vean fácilmente desde cualquier punto y cuyos ocupantes conozcan el edificio.
- El rótulo **«Salida de emergencia»** se usa en toda salida prevista para uso exclusivo en emergencia.

- Se ponen señales de **dirección de los recorridos**, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se vean las salidas, y en particular frente a toda salida de un recinto con más de 100 personas que dé lateralmente a un pasillo.
- En los puntos con alternativas que puedan inducir a error (cruces, bifurcaciones, escaleras que continúan hacia plantas más bajas en la planta de salida...) se colocan también estas señales, indicando claramente la correcta.
- Junto a las puertas que no son salida y pueden inducir a error se coloca el rótulo **«Sin salida»**, en lugar fácilmente visible pero nunca sobre las hojas de las puertas.
- Las señales son coherentes con la asignación de ocupantes que se haga a cada salida.
- Los itinerarios accesibles que llevan a una zona de refugio, a un sector de incendio alternativo para personas con discapacidad o a una salida accesible se señalizan con las señales anteriores acompañadas del **SIA** (Símbolo Internacional de Accesibilidad). Si llevan a una zona de refugio o sector alternativo, añaden el rótulo **«ZONA DE REFUGIO»**.
- La superficie de las zonas de refugio se señala con distinto color de pavimento y el rótulo **«ZONA DE REFUGIO»** con el SIA en una pared adyacente.

2 Mantenimiento y carteles «Usted está aquí»

Para garantizar el estado de los paneles hay que revisarlos y mantenerlos. La normativa de instalaciones de protección contra incendios obliga a comprobar periódicamente la señalización de los equipos dentro del programa de mantenimiento.

! DATO ACTUALIZADO

El manual original cita el Real Decreto 1942/1993 (Reglamento de instalaciones de protección contra incendios). Ese reglamento fue sustituido por el **Real Decreto 513/2017**, que es el que está en vigor actualmente.

Los carteles **«Usted está aquí»** dan información sencilla, breve y clara sobre qué hacer en una emergencia, sobre todo a personas ajenas a la empresa. Suelen recoger:

- ✓ La localización de donde se encuentra la persona.
- ✓ Las vías de evacuación hacia las salidas de emergencia.
- ✓ La ubicación de los medios de protección contra incendios.
- ✓ Las normas de actuación en caso de emergencia y el punto de reunión del personal evacuado.

Estos planos venían recogidos, con carácter voluntario, en la derogada Orden Ministerial de 29 de noviembre de 1984 («Manual de Autoprotección»). Sin perjuicio de la normativa autonómica o municipal, son siempre convenientes en centros con alta densidad de ocupación y personal que no conoce el edificio. Deben ser fáciles de ver, claros y sencillos, y conviene que se observen antes de la emergencia o en sus primeros momentos.

- Establecimientos turísticos (Orden de 25 de septiembre de 1979): plano de cada planta en lugar accesible, con escaleras, pasillos, salidas, itinerarios de evacuación, medios de transmisión y dispositivos de extinción, y un plano reducido para el cliente en la puerta de la habitación o cerca.

- Establecimientos sanitarios (Orden de 24 de octubre de 1979): resumen visible de las actuaciones inmediatas en caso de incendio en locales del personal, zonas de alto riesgo, habitaciones, salas de espera, pasillos y vestíbulos.

3 Señales fotoluminiscentes

Las señales deben verse incluso si falla el alumbrado normal. Las fotoluminiscentes cumplen las normas UNE 23035-1, -2 y -4 (2003) y se mantienen según la UNE 23035-3. Hay dos categorías:

CATEGORÍA A

Alta luminancia. Se emplea preferentemente en señales y balizamientos de lugares de concentración pública o con iluminación exclusivamente artificial.

CATEGORÍA B

Menor luminancia, para el resto de usos. **No** puede emplearse en sótanos, aparcamientos subterráneos, pasillos, rellanos o escaleras de evacuación sin ventanas.

El CTE define también los tamaños de las señales según la distancia de observación. El RSCIEI solo indica que se señalizarán las salidas de uso habitual o de emergencia y los medios de protección contra incendios de utilización manual cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta el Real Decreto 485/1997.

UNIDAD III

Alumbrado de emergencia

Proporciona iluminación a nivel del suelo en los recorridos de evacuación (pasillos, puertas, escaleras) y en todo punto cuando esos recorridos pasen por otros espacios, desde que falla la alimentación del alumbrado normal o cae por debajo del **70 %** de su valor nominal. Su objetivo es mantener unas condiciones mínimas de iluminación durante un tiempo para evacuar con seguridad, detener el proceso con seguridad para el operador y los ocupantes, evitar el pánico y ver las señales de salida y los equipos manuales de protección.

Sus características las regulan el RSCIEI, el CTE (DB-SU) y, en locales de pública concurrencia, el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC-BT-28).

1 Tipos según la ITC-BT-28

El alumbrado de emergencia especial asegura, si falla el normal, la iluminación de locales y accesos hasta las salidas. Incluye el alumbrado de seguridad y el de reemplazamiento.

SEGURIDAD

Evacuación

Garantiza el reconocimiento y el uso de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

SEGURIDAD

Ambiente o antipánico

Evita todo riesgo de pánico y da iluminación ambiente adecuada para identificar y acceder a las rutas de evacuación y ver obstáculos.

SEGURIDAD

Zonas de alto riesgo

Protege a quienes realizan actividades potencialmente peligrosas y permite interrumpir los trabajos con seguridad para el operador y los demás ocupantes.

REEMPLAZAMIENTO

Continuidad

Permite continuar las actividades normales. En zonas de hospitalización y tratamiento intensivo, el alumbrado de emergencia da al menos **5 lux** durante **2 horas** como mínimo. Quirófanos, tratamiento intensivo, curas, paritorios y urgencias tienen un alumbrado de reemplazamiento con la misma iluminancia que el normal, durante al menos 2 horas.

2 Dónde debe instalarse alumbrado de seguridad

Según ITC-BT-28	Según RSCIEI	Según CTE DB-SUA 4
Recintos con ocupación de más de 100 personas.	—	Todo recinto con ocupación de más de 100 personas.
Recorridos generales de evacuación de zonas de uso residencial u hospitalario y de otras zonas previstas para evacuar a más de 100 personas.	Vías de evacuación de sectores de incendio si están en planta bajo rasante; si están en planta sobre rasante con ocupación igual o mayor de 10 personas y riesgo intrínseco medio o alto; y en cualquier caso con ocupación igual o mayor de 25 personas.	Recorridos desde todo origen de evacuación hasta el espacio exterior seguro y hasta las zonas de refugio, incluidas estas.
Aseos generales de planta en edificios de acceso público.	—	Aseos generales de planta en edificios de uso público.
Aparcamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, con sus pasillos y escaleras hasta el exterior o las zonas generales.	—	Aparcamientos cerrados o cubiertos de más de 100 m ² construidos, con sus pasillos y escaleras hasta el exterior o las zonas generales.
Locales con equipos generales de las instalaciones de protección.	Locales o espacios con equipos centrales o cuadros de los sistemas de protección contra incendios.	Locales con equipos generales de protección contra incendios y de riesgo especial.

Además:

- **ITC-BT-28:** cerca (a menos de 2 m en horizontal) de las salidas de emergencia y señales de seguridad, de cada cambio de dirección o de nivel, de las intersecciones de pasillos, del exterior inmediato de la salida, de las escaleras (para que cada tramo reciba luz directa), de cada puesto de primeros auxilios y de cada equipo manual de prevención y extinción; también en los cuadros de distribución del alumbrado de esas zonas.
- **RSCIEI:** también en locales donde haya cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios o de los procesos industriales.
- **CTE DB-SUA 4:** también en las señales de seguridad, en los lugares con cuadros de distribución o accionamiento del alumbrado y en los itinerarios accesibles.

3 Ubicación de las luminarias (CTE)

- ✓ A una altura de al menos **2 m** sobre el suelo.
- ✓ Una en cada puerta de salida y donde haya que destacar un peligro potencial o un equipo de seguridad. Como mínimo en: las puertas de los recorridos de evacuación, las escaleras (cada tramo con iluminación directa), cualquier otro cambio de nivel, y los cambios de dirección e intersecciones de pasillos.

UNIDAD IV

Evacuación

Respecto a la accesibilidad de un edificio hay que tener en cuenta dos aspectos: poner a salvo a las personas y permitir la intervención de los equipos de socorro. Para que la evacuación sea correcta:

- ✓ El incendio se detecta y la alarma se activa con rapidez.
- ✓ Los ocupantes reconocen la señal de alarma.
- ✓ Se dirigen a las salidas de forma eficiente y ordenada.
- ✓ Las vías son adecuadas al número de ocupantes.
- ✓ Las vías están bien diseñadas, construidas y mantenidas.

1 Situaciones que complican la evacuación

- **Incapacidad física** para abandonar el edificio (hospitales, centros geriátricos...).
- **Impedimentos físicos**, como en las cárceles, donde hay que desbloquear puertas.
- **Aglomeración de público** que no conoce el entorno: los ocupantes de lugares de pública concurrencia no suelen conocer las vías y su gran número dificulta la evacuación.
- **Incendio mientras los ocupantes duermen:** se necesita más tiempo.

2 Cómo se organiza

La evacuación sigue un **itinerario preestablecido** y se designan **responsables**. La normativa (CTE para edificios y RSCIEI para establecimientos industriales) impone el número y las dimensiones de las vías, que deben tener una anchura y una longitud proporcionales a la ocupación. Durante la evacuación **está**

prohibido usar ascensores, montacargas y escaleras mecánicas, y todas las vías deben estar libres de objetos, mercancías o cualquier obstáculo.

- 1** **Calcula la ocupación.** Se usa la densidad de ocupación (personas por metro cuadrado) que fija la legislación aplicable, según el uso y la zona o actividad.
- 2** **Define el número de salidas y la longitud de los recorridos.** Dependen del uso del edificio; los recorridos permitidos son del orden de 15, 25, 35 o 50 m.
- 3** **Define los anchos** de pasillos, puertas, rampas y escaleras. Los anchos mínimos suelen ser de 0,80 m y 1 m.

Se añade señalización y balizamiento. Las señales deben estar bien situadas y tener un tamaño adecuado: por ejemplo, para una distancia de observación de 10 m, el tamaño mínimo es de **210 × 210 mm**. Deben poder verse tanto con alumbrado normal como de emergencia, se colocan según las características del edificio y siempre a una altura de entre **2 y 2,5 m** (nunca a menos de 30 cm del techo). Su eficacia se garantiza con la certificación según la norma UNE 23035 (partes 1 y 4 para las fotoluminiscentes).

UNIDAD I

Protección activa: sistemas de detección y alarma

Los sistemas de protección **pasiva** (métodos, materiales, equipos e instalaciones) buscan evitar el colapso del edificio, minimizar la propagación del incendio, permitir la evacuación y favorecer la ayuda externa: son sistemas estáticos de resistencia al fuego. Los de protección **activa** son recursos y equipos que, con o sin intervención humana, se incorporan para controlar y extinguir el fuego: son sistemas diseñados para entrar en acción contra él.

Un sistema de detección y alarma de incendios tiene como función activar una instalación de respuesta ante el inicio de un incendio y/o avisar a las personas. Debe:

- ✓ **Avisar lo antes posible**, para controlar el fuego sin mayores consecuencias.
- ✓ Ser **fiable** y evitar falsas alarmas. Si pueden producirse en horas de trabajo, hay que valorar pasar de detección automática a manual o usar dos sistemas distintos en los periodos de actividad e inactividad.

La legislación española obliga, a través del CTE y del Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RIPCI), a que estos sistemas cumplan las especificaciones de la norma **UNE 23007** y, según el uso del local, el tipo de dispositivos y elementos que deben tener.

! DATO ACTUALIZADO

El manual original cita el RD 1942/1993 como RIPCI. Hoy el reglamento en vigor es el **Real Decreto 513/2017**, que lo sustituyó. Consulta siempre la versión vigente al aplicar los plazos de mantenimiento.

1 Componentes

- Sistemas de **detección manual** (pulsadores) o **automática** (detectores).
- **Central** o base de control y señalización.
- Sistemas de **alarma**.
- Sistemas **accionados**: dispositivos de compartimentación, bloqueo de instalaciones, extracción de humo y extinción automática.

UNIDAD II

Sistemas de alarma

La alarma puede ser oral en locales pequeños con personal permanente. Lo habitual es usar sirenas o megafonía. La señal debe ser siempre **audible** y, además, **visible** cuando el ruido del lugar supere los **60 dB(A)**. Los dispositivos visuales (generalmente destellantes) solo se usan como **complemento** de los

acústicos, nunca de forma independiente (por ejemplo, donde hay mucho ruido, personas sordas u ocupantes con protección auditiva).

1 Niveles sonoros (UNE 23007-14)

Situación	Nivel sonoro
Mínimo general	65 dB(A) , o 5 dB(A) por encima de cualquier otro ruido que pueda durar más de 30 segundos (10 dB(A) mínimo en sistemas de alarma de voz).
Alarma para despertar a personas	Mínimo 75 dB(A) .
Máximo en cualquier punto con presencia probable de personas	120 dB(A) .

Debe instalarse como mínimo **una alarma acústica por sector de incendio y dos en todo el edificio**, aunque con una sola se alcance el nivel recomendado.

2 Megafonía

Donde hay mucha ocupación y la mayoría de los ocupantes desconoce las vías de evacuación (centros comerciales, estaciones de metro, hospitales, grandes edificios de oficinas, hoteles, museos, cines...), se recomienda megafonía en lugar de sirenas. Permite dirigir un mensaje grabado a la zona afectada, traducido a varios idiomas, o emitir un mensaje por micrófono. Así es más difícil que se produzca el pánico que con una sirena, y se indica la forma y la vía de evacuación del plan de emergencia. Si la alarma es un mensaje de voz:

- ✓ Los mensajes son claros, breves, inequívocos y, en lo posible, planificados de antemano (grabados o sintetizados) para emitirse de inmediato o con retardo sin depender de un operador.
- ✓ El intervalo entre mensajes no supera los **30 segundos**, y se usan señales de relleno similares a las alarmas acústicas cuando el silencio pueda superar los 10 segundos.
- ✓ Si el mensaje lo da una persona, el acceso a los micrófonos de incendio se limita a personas autorizadas, siempre da los mensajes la misma persona y al menos un micrófono está en el puesto de control.

UNIDAD III

Sistemas de detección

La detección puede ser humana o automática. En un recinto muy frecuentado puede no hacer falta la automática, porque los ocupantes se dan cuenta y avisan. En instalaciones donde solo accede poco personal (por ejemplo, solo mantenimiento), la detección automática es necesaria.

1 Sistemas manuales (pulsadores)

Según el RIPCI, son un conjunto de pulsadores que permiten provocar voluntariamente una señal hacia una central de control y señalización permanentemente vigilada, de modo que se pueda identificar la zona del pulsador activado.

- ✓ Se sitúan en las rutas de salida de emergencia, junto a cada puerta de acceso a las escaleras de emergencia (interior o exterior) y en cada salida al exterior. También cerca de zonas de riesgo especial.
- ✓ Donde haya personas con movilidad reducida, cuida su emplazamiento.
- ✓ Deben ser **visibles, identificables y fácilmente accesibles**.
- ✓ La distancia máxima desde cualquier punto hasta un pulsador es de **25 m**.
- ✓ El sistema debe permitir transmitir una señal diferenciada, generada voluntariamente desde un puesto de control.

2 Sistemas automáticos

En lugares poco frecuentados (puntos neurálgicos de la empresa, instalaciones o almacenamientos peligrosos, vigilancia nocturna...) o en el interior de un equipo de trabajo, hacen falta **detectores automáticos**. Revelan el incendio por la alteración de alguna característica del ambiente: cambios de temperatura, presencia de humo o radiaciones infrarrojas. Estos fenómenos pueden modelizarse con una curva tipo (norma ISO 834).

1. INICIO

No hay partículas visibles, sino partículas cargadas negativamente que ionizan el ambiente.

2. HUMO

Pasado un tiempo (de minutos a incluso horas) aparece humo visible.

3. LLAMAS

Aparecen las llamas y cobra importancia la emisión de calor (subida de temperatura).

Cada tipo de detector es sensible a una etapa. En un incendio lento, el de humo suele funcionar primero; en uno rápido se genera poco humo y mucho calor, así que antes actúa uno de calor. Para elegir hay que considerar:

- **Requisitos legales:** las zonas a proteger son, como mínimo, las de la sección SI 4 del DB-SI del CTE o el Anexo III del RSCIEI. Es muy recomendable en locales de alto riesgo: almacenes de materiales combustibles (cuartos de basura, archivos), locales técnicos (salas de calderas, centros de transformación, cuartos de ascensores) y falsos techos y suelos elevados con instalaciones importantes.
- **Altura y configuración del techo:** los detectores de humo y de calor necesitan un techo o superficie similar que dirija el calor y el humo hacia ellos. En exteriores o techos muy altos conviene el detector de llama, porque la llama se desplaza en línea recta.

- **Entradas y salidas de aire y condiciones ambientales:** la temperatura apenas influye en los de llama y humo hasta 50 °C (salvo indicación del fabricante). En los de temperatura fija, la de disparo debe superar a la ambiente entre 10 y 30 °C y no se usan por debajo de 0 °C. Con grandes variaciones térmicas no se recomiendan los termovelocimétricos. El movimiento del aire ensucia los sensores de humo (se manejan valores de 8 m/s para los ópticos y 12 m/s para los iónicos). La humedad o el polvo altos pueden dar falsas alarmas en los de humo. Las radiaciones ópticas pueden alterar los de llama, pero no suelen afectar a los de temperatura y humo.
- **Falsas alarmas:** para reducirlas, lo mejor suele ser un detector **multisensor** (humo/calor, humo/calor/llama...).
- **Accesibilidad** para el mantenimiento (limpieza y ensayos).

Los detectores se usan siguiendo las recomendaciones del fabricante y las de la norma UNE 23007-14, sobre sistemas de detección y alarma de incendios.

3 Tipos de detectores

Detectores de aspiración (ADS)

Es la detección más reciente: una detección «activa» que capta cuanto antes los primeros aerosoles del incendio, frente a la convencional, que puede verse retrasada por corrientes de aire, rincones o puertas abiertas. Consiste en una red de tubos de muestreo que aspira continuamente aire del área protegida y lo lleva a un detector. Tiene un dispositivo de aspiración (turbina o ventilador), un filtro y un equipo de detección, conectados a una red de tuberías con capilares y boquillas que funcionan como tomas de muestreo. Existen de aspiración convencional (iónicos o fotoeléctricos), láser, de nefelómetro y de cámara de niebla de Wilson.

Su gran ventaja es detectar humo en las etapas más tempranas, y puede cubrir grandes superficies. Se emplea en archivos, centrales telefónicas, galerías de cables, salas de control y ambientes donde se necesita detección muy rápida o donde corrientes de aire o suciedad dan falsas alarmas con otros detectores.

Detectores de humos

- **Iónicos:** tienen dos cámaras ionizadas por un elemento radiactivo (una de medida y otra estanca o patrón), lo que dificulta su reciclado, por lo que hoy están en desuso. Entre ambas hay una corriente muy pequeña de iones de oxígeno y nitrógeno; cuando los gases de combustión modifican la corriente de la cámara de medida, se produce una variación de tensión que, amplificada, da la alarma. Les perturban los humos que no son de incendio (escapes de motores, calderas, cocinas...), que se resuelve cambiando la ubicación, con retardo o con doble detección, y las corrientes de aire de más de 0,5 m/s, que se resuelven con paravientos.
- **Ópticos** (de barrera o fotoeléctricos): perciben la luz al contacto con partículas suspendidas en el aire, por absorción de luz en la cámara de medida (oscurecimiento) o por difusión de luz (efecto Tyndall). Son más complejos que los iónicos. Su principal fuente de perturbación es el polvo, difícil de solucionar, por lo que están desaconsejados en entornos polvorientos.

Detectores de llama

Según la radiación que detectan: ultravioleta, infrarroja o una combinación. Son idóneos para vigilar áreas abiertas desde grandes alturas o zonas donde el fuego de llama pueda extenderse con gran

rapidez, como redes de tuberías con líquidos o gases inflamables o áreas con materiales combustibles.

Detectores térmicos

- **Estático:** actúa al alcanzar una temperatura determinada.
- **Termovelocimétrico:** actúa cuando la velocidad de subida de la temperatura supera un valor determinado (generalmente unos **10 °C/min**).

Son los más adecuados para fuegos en que el combustible emite mucho calor en poco tiempo y para sitios donde la suciedad provoca falsas alarmas, como salas de máquinas, almacenes o garajes.

UNIDAD IV

Central de control y mantenimiento

Al activarse un pulsador o detector, se envía un impulso a una **central de control y señalización**. Debe situarse en un lugar de paso y visible (conserjería, recepción, centro de control...), normalmente a una altura que facilite su consulta y protegida por detectores. Se programa para dar una respuesta automática conforme al plan de emergencia. Una vez recogida la información, puede accionar:

- ✓ **Sistemas de alarma:** avisos al personal, a servicios de vigilancia y a bomberos.
- ✓ **Dispositivos de compartimentación:** puertas cortafuegos, trampillas de evacuación de humos...
- ✓ **Sistemas de bloqueo:** alimentación de depósitos, llaves de paso de tuberías...
- ✓ **SCTEH** (control de temperatura y evacuación de humos).
- ✓ **Extinción automática:** rociadores, instalación fija de dióxido de carbono, polvo seco...

1 Tipos de detección según la comunicación con la central

La superficie a proteger se divide en zonas con detectores y pulsadores. Según el riesgo y la seguridad necesaria, hay tres tecnologías:

Tipo	Cómo funciona	Cuándo se usa
Convencional	Informa a la central del estado del detector (normal, avería o alarma), pero no de cuál ha dado el aviso. Hay que ir a la zona para ver si la alarma es real o falsa. Según UNE 23007-14, la distancia máxima a recorrer en una zona para identificar el origen de la señal es inferior a 30 m y el área máxima de una zona inferior a 2.000 m² .	Superficies pequeñas o diáfanas, con detectores y pulsadores fáciles de localizar y cerca de la central. Muy económico.
Convencional direccional	Comunicación por bucles o lazos de todos los componentes con la central. Permite identificar la localización del detector, aunque hay que ir en persona a verificar su estado.	Superficies mayores y con más riesgo.

Tipo	Cómo funciona	Cuándo se usa
Analógica	«Analógico» no se refiere a la tecnología (es totalmente digital), sino a que el detector da un valor porcentual de la concentración de humo o de la temperatura en función del tiempo. Comunicación bidireccional y en tiempo real: la central consulta cada sensor y recibe incidencias (mantenimiento de sensores, estado de sirenas...). Guarda un histórico y reduce las falsas alarmas por suciedad.	Mayor riesgo y exigencia de seguridad.

2 Mantenimiento de los sistemas automáticos de detección y alarma

Según el programa de mantenimiento de los medios materiales de lucha contra incendios del reglamento (RD 1942/1993, hoy sustituido por el RD 513/2017), el mantenimiento recogido en el manual es:

CADA TRES MESES

- ✓ Comprobación del funcionamiento de las instalaciones (con cada fuente de suministro).
- ✓ Sustitución de pilotos, fusibles, etc. defectuosos.
- ✓ Mantenimiento de acumuladores (limpieza de bornas, reposición de agua destilada, etc.).

CADA AÑO

- ✓ 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.

UNIDAD I

El agua

Para extinguir un incendio se usan los **agentes extintores**. Los más conocidos son el agua, las espumas, los polvos, el anhídrido carbónico (dióxido de carbono) y los agentes gaseosos.

El agua es el agente de mayor uso: es fácil de obtener, abundante, inerte y muy eficaz. Es el más adecuado para fuegos de combustibles sólidos (**clase A**). A veces se le añaden aditivos (humectantes, emulsionantes, espesantes y opacos). Por ejemplo, en incendios forestales se añade un espesante (carboximetilcelulosa de sodio) para que se adhiera a la masa forestal, y en fuegos profundos y escondidos, un humectante que rompe la tensión superficial que une las moléculas de agua.

1 Formas de aplicación

- **A chorro:** para lanzar agua a distancia cuando no podemos acercarnos lo suficiente.
- **Pulverizada:** el agua pasa a presión por boquillas difusoras.
- **Nebulizada:** da gotas diminutas, de entre 200 y 1.000 micras.

Pulverizada y nebulizada aumentan la superficie de contacto del agua con el fuego, por lo que hace falta menos cantidad de agua que a chorro.

2 Cómo extingue

- ✓ **Refrigeración:** su alto poder calorífico le da gran capacidad de absorber calor (540 calorías para pasar a vapor 1 g).
- ✓ **Sofocación:** al transformarse en vapor aparta el oxígeno del aire. 1 g de agua, que ocupa 1 cm³, pasa a 1.700 cm³ de vapor. Además evita el calor por radiación (sobre todo infrarroja) y diluye los gases de la combustión, arrastrando humos y gases tóxicos solubles.
- ✓ A veces se utiliza también para diluir ciertos líquidos hidrosolubles, como el alcohol etílico.

3 Riesgos y limitaciones

- ✗ Poco indicada a chorro en fuegos de **clase B**, por el riesgo de esparcir el combustible. Debe ser pulverizada o nebulizada.
- ✗ No se aplica a chorro sobre **instalaciones eléctricas**; solo pulverizada o nebulizada.
- ✗ Se convierte en hielo a partir de 0 °C: hay que proteger las conducciones de las heladas o añadir anticongelantes (glicol, glicerina, cloruro cálcico...).
- ✗ No se aplica sobre **metales combustibles** (aluminio, magnesio, sodio, zinc...): se produciría una explosión por la vaporización súbita del agua.

La espuma

Se forma mezclando agua con un aditivo emulsionante. No es tóxica y es el agente más adecuado para fuegos de líquidos combustibles (**clase B**), aunque también sirve en fuegos de clase A. Se clasifica por la forma de generación, el grado de expansión y la composición química.

1 Según su generación

- **Química:** un agente espumante con una sal alcalina que, en contacto con una solución ácida, libera dióxido de carbono (el gas de las burbujas). Hoy está prácticamente en desuso por ser muy corrosiva.
- **Física:** mezcla de agua con un aditivo emulsionante (*espumógeno*) a la que se aplica aire en proporciones adecuadas, por turbulencia generada por la presión o mediante un ventilador.

La relación entre el volumen de líquido usado y el de espuma obtenido es el **coeficiente de expansión**. Según él, la espuma es de baja, media o alta expansión.

2 Según su composición

PROTEÍNICAS

Concentrados de polímeros proteínicos hidrolizados con aditivos. Espumas densas y viscosas, muy estables al calor. Su tiempo de almacenamiento es limitado, porque son biodegradables.

FLUOROPROTEÍNICAS

Concentrados proteínicos con agentes fluorados: no se adhieren al combustible y sellan mejor frente a los vapores. Se inyectan por debajo de la superficie del combustible.

SINTÉTICAS

Forman una película acuosa y no necesitan añadir aire, como los AFFF (*aqueous film forming foam*). Sellan muy bien la superficie del combustible y son las más utilizadas hoy.

ANTIALCOHOL

Permiten extinguir líquidos combustibles polares hidrosolubles (como el alcohol), que con espumógenos normales disolverían el agua y destruirían la espuma.

3 Cómo extingue y riesgos

Actúa sobre todo por **sofocación**: flota sobre el combustible y forma una capa continua que lo separa del oxígeno del aire. El agua además produce un efecto de **refrigeración**. Tiene los mismos riesgos que el agua: no se usa en presencia de electricidad ni en fuegos de metales muy reactivos. Además, algunos polvos extintores descomponen ciertas espumas, por lo que son incompatibles.

Polvos químicos

Son sustancias químicas finamente divididas (por lo general, bicarbonato sódico o potásico). No son tóxicos ni abrasivos, actúan muy rápido, resisten la humedad y las vibraciones y no conducen la

electricidad. Son adecuados para fuegos de las clases A, B, C y D, pero sobre todo para los de clase B.

Extinguen principalmente por **inhibición de la reacción en cadena**, al interponerse radicales catalizadores negativos en la reacción de combustión. En menor medida refrigeran (por la baja temperatura del polvo) y sofocan (por la capa de polvo sobre el combustible).

1 Tipos

- **Polvo ABC (polivalente):** fosfato monoamónico al 75 % y otras sales pulverizadas. Es el más usado hoy por ser totalmente polivalente.
- **Polvo BC (convencional, normal o seco):** bicarbonato de urea-potasio, potásico o sódico.
- **Polvo para fuegos especiales de clase D** (metales): a base de borato de sodio.

2 Desventajas

- ✗ Corrosivo sobre componentes metálicos de instalaciones eléctricas y electrónicas, por lo que hay que limpiar rápido después de usarlo.
- ✗ Incompatible con algunas espumas si se usan juntos.
- ✗ Reduce la visibilidad, sobre todo en interiores o en fuegos exteriores con viento.
- ✗ No es tóxico, pero puede irritar las vías respiratorias si se inhala.
- ✗ Se puede apelmazar dentro del recipiente, lo que impide su uso total y reduce su eficacia.

UNIDAD IV

Dióxido de carbono

Es un gas envasado en fase líquida a presión. Al salir del recipiente pasa a gas y se enfría muy rápido. Su ventaja principal es que aporta su propia presión de descarga, no conduce la electricidad, es limpio y no produce daños. No reacciona con la mayoría de las sustancias (salvo el magnesio y el carbono). Actúa sobre todo por **sofocación y enfriamiento**, y es adecuado para fuegos de las clases A y B. Sus inconvenientes:

- ✗ **En alta concentración es asfixiante.** Los efectos dañinos son evidentes con un 6–7 % de CO₂ en el aire, y por encima del 9 % la mayoría de las personas pierde el conocimiento en poco tiempo. La concentración mínima para extinguir un fuego es muy superior al 9 %, por lo que todo sistema de extinción por CO₂ necesita medidas de seguridad.
- ✗ Poco eficaz frente a las brasas.
- ✗ Se envasa en recipientes robustos y, por tanto, pesados.

! ATENCIÓN

En los sistemas fijos de CO₂, el disparo debe incluir un **retardo**, un sistema de **prealarma** y un **pulsador que bloquee** la extinción, para que las personas puedan evacuar antes de la descarga. En cualquier caso, deben usarse en lugares donde no haya personas: falsos techos, tolvas, interior de un cuadro eléctrico, campana extractora de cocina...

UNIDAD V

Agentes sustitutivos de los halones

Los halones (*halogenated hydrocarbons*) son derivados halogenados de hidrocarburos en los que se han sustituido átomos de hidrógeno por halógenos como flúor, cloro, bromo y yodo. Ejemplos: el Halón 1211 (bromoclorodifluorometano) y el Halón 1301 (bromotrifluorometano). Hoy está prohibida su fabricación y uso, con muy pocas excepciones frente a riesgos específicos, porque dañan la capa de ozono y contribuyen al efecto invernadero. Según el Protocolo de Montreal (1987) y el acuerdo de Copenhague (1992), su fabricación y distribución están prohibidas desde el **1 de enero de 1994**, aunque se permitió su utilización hasta el año 2000. Se buscaron sustitutos de dos clases:

AGENTES INERTES

Mezclas de gases presentes en el aire, como nitrógeno o argón. Bajan la concentración de oxígeno por debajo del **12 %** en el lugar del fuego y extinguen por sofocación. Ejemplos: INERGEN, ARGONITE.

AGENTES ACTIVOS

Al contacto con el fuego se descomponen en radicales e iones que extinguen por inhibición. Ejemplos: FM-200, FE-13.

Estos agentes tienen bajo impacto ambiental, una capacidad extintora similar a la de los halones, permiten aprovechar las instalaciones de halones, no dejan residuos, no son tóxicos y, en general, no conducen la electricidad.

UNIDAD VI

Qué agente usar según la clase de fuego

El manual recoge la adecuación de cada agente a las clases de fuego de la norma UNE-EN 2: A (sólidos), B (líquidos), C (gases) y D (metales especiales).

Agente extintor	A · Sólidos	B · Líquidos	C · Gases	D · Metales
Agua pulverizada	Muy adecuado	Aceptable	—	—
Agua a chorro	Adecuado	—	—	—
Polvo BC (convencional)	—	Muy adecuado	Adecuado	—
Polvo ABC (polivalente)	Adecuado	Adecuado	Adecuado	—
Polvo específico para metales	—	—	—	Adecuado
Espuma física	Adecuado	Adecuado	—	—
Anhídrido carbónico	Aceptable	Aceptable	—	—
Hidrocarburos halogenados	Aceptable	Adecuado	—	—

! RECUERDA

En la tabla original, «Muy adecuado», «Adecuado» y «Aceptable» se indican con xxx, xx y x. El agua a chorro y las espumas no se usan con electricidad, y ningún agente de esta tabla sirve para metales salvo el polvo específico de clase D.

UNIDAD I

Instalaciones y equipos de extinción

El diseño, la instalación y el mantenimiento de los sistemas de detección, alarma y extinción deben ajustarse al Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.

! DATO ACTUALIZADO

El manual cita el Real Decreto 1942/1993, que fue sustituido por el **Real Decreto 513/2017**. Los programas de mantenimiento de este módulo reproducen los del manual original (RD 1942/1993); comprueba siempre los plazos en la versión vigente.

Los sistemas de extinción se dividen en dos grandes grupos:

CONATO DE INCENDIO

Un conato es un incendio pequeño o un accidente que el personal y los medios del local pueden controlar de forma sencilla y rápida. Aquí están los **extintores** y otros medios físicos: mantas, tapaderas, arena... Todos actúan por sofocación, separando combustible y aire. Las **mantas ignífugas** (apagallamas) sirven para sofocar un fuego inicial, para envolver a una persona alcanzada por las llamas o para proteger máquinas, instalaciones y materiales de valor.

INCENDIO DE PROPORCIONES SERIAS

- Boca de incendio equipada (BIE).
- Columna hidrante.
- Columna seca.
- Sistemas de extinción automática.

UNIDAD II

Extintores

En la lucha contra el fuego el tiempo es fundamental: lo que se apaga con un extintor en los primeros segundos puede exigir la intervención de los bomberos unos minutos después.

Según la norma UNE-EN 3-7, un extintor es un aparato que contiene un agente extintor que puede proyectarse y dirigirse sobre un fuego por la acción de una presión interna. La norma UNE-EN 1866 define el extintor portátil como el diseñado para llevarse y utilizarse a mano, con una masa de **20 kg o menos**. Deben cumplir la normativa sobre equipos a presión (el manual cita el Real Decreto 2060/2008).

! DATO ACTUALIZADO

El Reglamento de equipos a presión del RD 2060/2008 fue sustituido por el **Real Decreto 809/2021**, vigente actualmente.

1 Clasificación

- **Según el agente extintor:** agua, espuma, dióxido de carbono, polvo, halones o sustitutivos de los halones.
- **Según su movilidad:** portátiles (manuales, o dorsales colgados a la espalda), sobre ruedas (de carro) o fijos (colgados directamente sobre el foco de riesgo, por ejemplo sobre el quemador de una caldera). El peso máximo es de **20 kg** para uno manual y de **30 kg** para uno dorsal.
- **Según su sistema de presurización:**
 - *Presión propia* del agente (caso del CO₂).
 - *Presión incorporada* al agente, con un gas auxiliar (nitrógeno o CO₂ en polvos secos y halones). Suelen llevar manómetro.
 - *Presión adosada* interna o externa: un botellín interior o exterior con un propelente permitido (aire, argón, CO₂, helio, nitrógeno o mezcla). Llevan válvula de seguridad.
 - *Por reacción química:* si el agente es líquido (agua), un gas producido por una reacción química dentro del recipiente en el momento de su uso.

2 Componentes

- ✓ **Cuerpo:** el recipiente que contiene el agente extintor.
- ✓ **Cabezal de disparo:** la válvula, en el cabezal o en el extremo de la manguera, que controla la descarga. Puede llevar manómetro y válvula de seguridad.
- ✓ **Dispositivo de seguridad:** por ejemplo, un alambre o precinto que hay que retirar antes de usarlo y evita disparos involuntarios.
- ✓ **Sistema de presurización:** dentro del extintor de forma permanente, en un botellín interior o en uno exterior.
- ✓ **Sistema de descarga:** tubo sonda o sifón hasta la boquilla. En extintores de menos de 2 kg, la boquilla va unida al cabezal; en el resto, en el extremo de la manguera.

3 Qué debe indicar la etiqueta

- **Carga:** masa o volumen de agente. En los de agua, en litros; en el resto, en kilogramos.
- **Clases de fuego** que puede extinguir (UNE-EN 2).
- **Eficacia:** capacidad de extinguir una o varias clases de fuego, determinada en ensayos normalizados. Se indica con un número seguido de la letra de la clase (A, B o C): para la clase A, el fuego de ensayo es un apilamiento de listones de madera de pino; para la clase B, un recipiente cilíndrico con mezcla de heptano y agua (el número es el volumen de líquido); para la clase C no hay ensayo, solo se marca si apaga o no ese tipo de fuego.
- **Fabricante o importador**, presión de diseño y fecha de la primera prueba de presión.

Ejemplo del marcado del manual: un extintor de **12 kg de polvo ABC** con eficacia **55A, 233B y C**, con tres pasos de uso: quitar el seguro, hundir el percutor y apretar la palanca del disparador; recargar después de utilizarlo, verificar el peso del cartucho cada año, temperaturas límite de -20 °C a +60 °C.

! PRUEBAS DE PRESIÓN

Al adquirirlo ya figura la fecha de la primera prueba de presión. Después se hace una prueba **cada cinco años** y, a los **20 años** de servicio, el extintor se retira.

4 Cómo se usa un extintor

- 1 **Comprueba que es el adecuado** para el tipo de fuego que quieres apagar.
- 2 **Descuégalo o recógelolo.**
- 3 **Asegúrate de que funciona** con un pequeño disparo de prueba, preparándolo según las instrucciones del propio extintor. En los de presión adosada interna o externa hay que presurizarlos antes (con válvula, palanca o percutor). En los de presión incorporada, sujeta el extintor por la válvula con una mano, acciona con esa misma mano y dirige la manguera y la boquilla con la otra. En los de presión adosada, levanta el extintor por el soporte o asa del cuerpo con una mano y dirige la manguera operando la pistola con la otra.
- 4 **Dirígete al fuego a favor del viento** en exteriores, o a favor del tiro de aire en interiores.
- 5 **Dispara hacia la base de las llamas** con un barrido en zigzag para cubrir la máxima superficie.
- 6 **Remata según el tipo de fuego:** en fuego tipo A (sólidos), una vez apagadas las llamas conviene separar las brasas (con algún útil, o con los pies si están bien protegidos) y apagarlas bien con el extintor. En fuego tipo B (líquidos), e incluso con sólidos granulados o partículas ligeras, no lances el chorro directamente, sino de forma tangencial, para no derramar ni esparcir el combustible ardiendo.

5 Dónde se colocan

- ✓ Fácilmente **visibles y accesibles**, próximos a los puntos de mayor probabilidad de inicio del incendio y, si es posible, cerca de las salidas de evacuación.
- ✓ Preferiblemente sobre soportes fijados a paramentos verticales, con la parte superior a un máximo de **1,70 m** sobre el suelo. También pueden ir sobre el suelo, colgados en la pared o en un pedestal de uso exclusivo.
- ✓ En zonas de uso no industrial, la dotación sigue el DB-SI del CTE: con carácter general, extintores a un máximo de **15 m** de recorrido real en cada planta desde todo origen de evacuación (medidos sorteando cualquier obstáculo), con una eficacia mínima de **21A-113B** cada uno.

6 Mantenimiento de los extintores

CADA TRES MESES

- ✓ Accesibilidad, señalización y buen estado aparente de conservación.
- ✓ Inspección ocular de seguros, precintos, inscripciones...
- ✓ Peso y presión, en su caso.
- ✓ Estado externo de las partes mecánicas (boquilla, válvula, manguera...).

CADA AÑO

- ✓ Peso y presión, en su caso.
- ✓ En los de polvo con botellín de gas de impulsión: buen estado del agente, peso y aspecto externo del botellín.
- ✓ Inspección ocular de manguera, boquilla o lanza, válvulas y partes mecánicas.
- ✓ No hace falta abrir los portátiles de polvo con presión permanente, salvo que las comprobaciones hayan detectado anomalías.
- ✓ Si se abre, la empresa mantenedora deja en el exterior un sistema indicativo de que se ha revisado el interior, por ejemplo una etiqueta indeleble en anillo en el cuello de la botella.

CADA CINCO AÑOS

- ✓ Retimbrado a partir de la fecha de timbrado (y por tres veces), según la ITC-MIE-AP 5 del Reglamento de aparatos a presión.
- ✓ **Rechazo:** se rechazan los extintores que, a juicio de la empresa mantenedora, tengan defectos que pongan en duda su correcto funcionamiento y seguridad, o a los que falten piezas originales que garanticen las condiciones de fabricación.

UNIDAD III

Bocas de incendio equipadas (BIE)

Son sistemas fijos de lucha contra incendios, de utilización manual, instalados en los edificios. Están formados por una red de tuberías de agua y una fuente de abastecimiento. A veces la red pública garantiza la presión y el caudal exigidos; si no, hay que instalar un equipo de bombeo y un depósito de suministro exclusivo para las BIE, que puede compartirse con otros equipos de protección activa si se garantizan las condiciones hidráulicas en funcionamiento simultáneo.

1 Tipos y componentes

Hay dos tipos, de **25 mm (BIE 25)** o de **45 mm (BIE 45)**, provistas como mínimo de:

- **Lanza:** con tres posiciones: cierre, chorro y pulverización (o «cono de ataque»). El chorro da gran alcance o penetra en combustibles sólidos porosos; la pulverización esparce el agua al máximo con mejor eficacia. Algunas lanzas tienen un cuarto efecto, una cortina de agua para proteger a las personas («cono de defensa»), con mejor protección frente a radiaciones y llamas.
- **Manguera:** de 15 m en la BIE 45 (plana) o de 20 m en la BIE 25 (semirrígida).
- **Racor:** el elemento metálico de acoplamiento entre las partes.
- **Válvula:** al abrirla sale el agua de la tubería a la BIE.
- **Manómetro:** a la entrada de agua, mide la presión de la red.
- **Soporte:** de tipo devanadera o plegadora.
- **Armario:** contiene y protege todos los elementos.

BIE 45

Manguera plana: necesita **al menos dos personas** y debe desenrollarse del todo antes de abrir la válvula, porque la presión estrangularía la manguera en los pliegues. Puede dar fuertes movimientos y golpear. Mayor potencia extintora: se exige en ambientes industriales con mayor carga de fuego y riesgo alto (talleres de mantenimiento, salas de calderas, almacenes de productos farmacéuticos, imprentas...).

BIE 25

Manguera semirrígida: el agua pasa sin desplegarla del todo (aunque en la práctica hay que desenrollar un poco) y la maneja **una sola persona**. No da movimientos violentos. Menor potencia: se usa en sectores industriales de riesgo bajo y en establecimientos administrativos, residenciales públicos, hospitales, centros docentes...

El marcado de la BIE incluye: nombre del suministrador o marca, número de la norma europea (UNE 671-1 para la BIE 25 y UNE 671-2 para la BIE 45), año de fabricación, presión máxima de servicio, longitud y diámetro de la manguera y diámetro equivalente del orificio de la lanza.

2 Cómo se usa

Cada BIE lleva instrucciones de uso completas, fijadas sobre ella o cerca.

- 1 Abre la puerta o rompe el cristal.** Si lo rompes, puede hacer falta cubrir el armario con una prenda para que los cristales no salten hacia los usuarios y retirar los restos de los cercos para no dañar la manguera al desenrollarla.
- 2 Desenrolla del todo la manguera** si es una BIE de 45 mm, sin pliegues.
- 3 Sujeta la lanza,** preferiblemente entre dos personas, y que una tercera abra la válvula de paso del agua lentamente.
- 4 Elige el chorro:** compacto para alcanzar lugares alejados, o pulverizado para evitar que el fuego

esparza sólidos, materiales granulados o partículas ligeras.

5

No sueltes la lanza hasta que la válvula esté totalmente cerrada, para que la presión del agua no haga que la manguera golpee a los usuarios.

3 Dónde se colocan

- ✓ Cerca de las salidas del sector de incendio, a una distancia máxima de **5 m**.
- ✓ En espacios diáfanos, el número de BIE debe permitir que toda la superficie quede protegida, sumando 5 m a la longitud de la manguera. Distancia máxima entre dos BIE: **50 m**. Desde cualquier punto del local hasta la BIE más próxima: no más de **25 m**.
- ✓ Sobre un soporte rígido, con el centro a un máximo de **1,5 m** del suelo (o más alto en una BIE 25, siempre que la boquilla y la válvula manual estén a esa altura).
- ✓ Con una zona libre de obstáculos alrededor, suficiente para acceder y maniobrar sin dificultad.

4 Mantenimiento

CADA TRES MESES

- ✓ Accesibilidad y señalización.
- ✓ Inspección de todos los componentes: desenrollar la manguera entera y accionar la boquilla en varias posiciones.
- ✓ Lectura del manómetro (presión de servicio).
- ✓ Limpieza del conjunto y engrase de cierres y bisagras del armario.

CADA AÑO

- ✓ Desmontaje de la manguera y ensayo en lugar adecuado.
- ✓ Funcionamiento de la boquilla en sus posiciones y del sistema de cierre.
- ✓ Estanquidad de racores y mangueras y estado de las juntas.
- ✓ Indicación del manómetro contrastada con uno patrón.

CADA CINCO AÑOS

- ✓ La manguera se somete a una presión de prueba de **15 kg/cm²**.

UNIDAD IV

Hidrantes

Son dispositivos hidráulicos acoplados a una red de abastecimiento de agua, destinados a la lucha contra incendios desde el exterior de los edificios, mediante la conexión de las mangueras de los bomberos o de ciertos establecimientos industriales, bien para atacar el fuego directamente o para abastecer a los vehículos de extinción.

1 Tipos y componentes

- **Columna hidrante exterior (CHE):** de columna seca (sin agua en la columna) o húmeda (con agua permanentemente). Es una columna de hierro (cuerpo) que sale del suelo, con uno o varios racores para las mangueras. En la de columna seca, el cierre del agua es una válvula bajo el nivel del suelo (se maniobra con un eje de acero que atraviesa la columna), combinada con un drenaje automático que vacía el cuerpo tras el uso.
- **Hidrante de arqueta:** toma de agua subterránea bajo una tapa, en una arqueta con espacio suficiente para acceder a la válvula. También puede ser húmedo o seco. Se coloca cuando hay problemas de espacio, como en grandes ciudades.

Se prefieren los de **columna seca** (más costosos), por el peligro de heladas y para evitar fugas si hay un impacto accidental: la columna se vacía sola al terreno circundante por una pequeña válvula de drenaje. Las CHE cumplen las normas UNE 23405 y 23406, y los de arqueta, la UNE 23407.

2 Funcionamiento y emplazamiento

- El uso depende de su presión de descarga. En industria, la presión suele permitir conectar directamente mangueras o material auxiliar; en zonas urbanas conectadas a la red, sirven para reponer agua a las motobombas.
- En zonas industriales es frecuente tener **armarios de incendio** (o de intemperie) con lanzas, mangueras, bifurcaciones, reducciones... y a veces EPI (cascos, botas, guantes, trajes). Para grandes caudales a gran distancia se usan **monitores** que orientan el chorro hacia el incendio.
- Deben estar en lugares fácilmente accesibles, fuera de los espacios de circulación y estacionamiento de vehículos, según el CTE y el RSCIEI. Es recomendable seguir la regla técnica RT2-CHE de CEPREVEN.
- El hidrante de arqueta se señala con una señal rectangular de borde rojo con una **T** y el tipo de hidrante (80 o 100 mm); bajo los brazos de la T, en el sentido donde está el hidrante, la distancia en metros desde la señal, y al pie de la T, la distancia a la fachada donde está la señal.

3 Mantenimiento

CADA TRES MESES

- ✓ Accesibilidad a su entorno y señalización en los enterrados.
- ✓ Inspección visual y comprobación de la estanquidad 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 la tuerca de accionamiento o rellenar la cámara de aceite.
- ✓ Abrir y cerrar el hidrante, comprobando el funcionamiento de la válvula principal y del drenaje.

Columna seca

Garantiza la actuación de los bomberos en edificios que por su altura o sus características necesitan medios adicionales. El **CTE** exige columna seca en los usos residencial vivienda, administrativo, residencial público, docente, comercial y pública concurrencia si la altura de evacuación supera **25 m**; en uso hospitalario, si supera **15 m**; y en aparcamientos con más de tres plantas bajo rasante o más de cuatro sobre rasante, con tomas en todas sus plantas. El **RSCIEI** la exige en establecimientos de riesgo medio o alto con una altura de evacuación de **25 m o más**.

1 Componentes

- ✓ **Toma de agua en fachada** o en zona de fácil acceso para los bomberos, con el rótulo «Uso exclusivo de bomberos».
- ✓ **Columna ascendente** de tubería, por la caja de la escalera o cerca, de acero galvanizado de **80 mm** de diámetro.
- ✓ **Bocas de salida de agua**, con tapa de cristal y el rótulo «Uso exclusivo de bomberos», colocadas cada dos plantas y, a partir de la octava, en cada planta.
- ✓ **Válvula de corte de sección** (llave de seccionamiento) cada cuatro plantas, para facilitar la presurización y evitar pérdida de caudal y presión cuando no hace falta agua por encima del foco del incendio.

2 Funcionamiento, emplazamiento y mantenimiento

Su uso es exclusivo de los bomberos. Las tuberías están normalmente secas (de ahí el nombre; si en algún caso están siempre inundadas, se llama columna húmeda) y se alimentan con las motobombas de los vehículos de bomberos, que suministran agua en las salidas de cada planta, donde acoplan las mangueras. Así se evitan largos tendidos de manguera, con pérdidas de presión, de tiempo e incluso fugas en las uniones entre tramos. La toma de fachada y las salidas en las plantas deben tener el centro de las bocas a **0,90 m** sobre el suelo.

! CADA SEIS MESES

- ✓ Accesibilidad de la entrada desde la calle y de las tomas de piso.
- ✓ Señalización.
- ✓ Tapas y correcto funcionamiento de sus cierres (engrasar si hace falta).
- ✓ Llaves de las conexiones siamesas cerradas.
- ✓ Llaves de seccionamiento abiertas.
- ✓ Todas las tapas de racores bien colocadas y ajustadas.

Sistemas de extinción automática

Es una instalación preparada para detectar un incendio, dar la alarma y activar los elementos de extinción de forma total o parcial. Tras la activación, descarga el agente extintor de forma automática por canalizaciones sobre la zona a proteger. Su objetivo es extinguir completamente el incendio, evitar su propagación o contenerlo hasta que lleguen los servicios de extinción. Pueden usar cualquiera de los agentes vistos: agua (rociadores o agua pulverizada), espuma física, polvo químico o agentes gaseosos.

! ATENCIÓN

En sistemas automáticos (polvo químico, dióxido de carbono...) situados en recintos donde pueda haber personas, debe haber una **alarma audiovisual** que permita desalojar antes de la descarga. El retardo del disparo suele fijarse según la distancia que hay que recorrer hasta ponerse a salvo.

1 Rociadores automáticos (sprinklers)

Con buen diseño, instalación y mantenimiento, dan una fiabilidad casi del 100 %. Constan de un suministro de agua a una red de tuberías con las cabezas rociadoras y, si hace falta, un equipo de bombeo para la presión y el caudal necesarios. Las cabezas son válvulas que se abren térmicamente, por la fusión de un elemento o la rotura de una ampolla termofusible, y el agua cae sobre un deflector que la reparte sobre la zona. Funcionan entre **57 °C y 260 °C**. En un incendio solo actúan los rociadores cercanos al fuego, los que se calientan lo suficiente. Cada rociador va marcado con fabricante, modelo, temperatura nominal de actuación, año de fabricación, etc. Se diseñan según las normas UNE 23590 y UNE 23595 (partes 1, 2 y 3).

2 Agua pulverizada y nebulizada

Funcionan de forma parecida a los rociadores, pero producen una «inundación total»: **todas las boquillas descargan a la vez**. Con agua pulverizada eso supone un gran consumo de agua; con agua nebulizada se necesita menos cantidad y el daño del agua sobre los equipos es mínimo. El agua pulverizada se diseña según las normas UNE 23501 a 23507; para el agua nebulizada existía el proyecto de norma europea pr EN 14972.

3 Polvo químico

Descarga polvo químico polivalente por boquillas y tuberías fijas, con un gas impulsor. Se usan sobre todo para líquidos inflamables. Normas UNE 23541 a 23544.

4 Espuma

Se usan en zonas de difícil acceso o riesgos muy localizados (por ejemplo, tanques de combustibles líquidos). Constan de depósitos de espumógeno y de agua, conducciones, mezcladores y generadores de espuma. Los de espuma física de baja expansión siguen las normas UNE 23521 a 23526.

5 Agentes gaseosos

Usan especialmente dióxido de carbono, argón y otros sustitutivos de los halones (argonita, INERGEN, FM-200, FE-13...). Son muy indicados para proteger áreas con combustibles líquidos o materiales que se

comportan de forma similar, y áreas con equipos u objetos de gran valor que otros agentes dañarían. Se usan de forma puntual (por ejemplo, una cocina industrial) o por inundación total de una sala, y se disparan con la detección de incendios o manualmente. Según el gas, hay que tener en cuenta el riesgo para las personas.

6 Mantenimiento de los sistemas fijos de extinción

Incluye rociadores de agua, agua pulverizada, polvo, espuma y anhídrido carbónico.

CADA TRES MESES

- ✓ Boquillas del agente o rociadores en buen estado y libres de obstáculos.
- ✓ Buen estado de los componentes, en especial la válvula de prueba (rociadores) o los mandos manuales (polvo o gases).
- ✓ Estado de carga de los sistemas de polvo, CO₂ o hidrocarburos halogenados, y de las botellas de gas impulsor.
- ✓ Circuitos de señalización, pilotos, etc.
- ✓ Limpieza general de todos los componentes.

CADA AÑO

- ✓ Comprobación integral según las instrucciones del fabricante o instalador.
- ✓ Verificación de los componentes, sobre todo los dispositivos de disparo y alarma.
- ✓ Carga del agente y del indicador de la misma (alternativa al peso o la presión).
- ✓ Estado del agente extintor.
- ✓ Prueba de la instalación en las condiciones de su recepción.

UNIDAD I

Legislación nacional sobre protección activa

A nivel nacional, tanto el **CTE** como el **RSCIEI** establecen la dotación mínima de sistemas de protección activa contra incendios que debe usarse para proteger cada establecimiento. Además, puede haber legislación municipal o autonómica. En actividades o riesgos específicos se aplica también la reglamentación sectorial: por ejemplo, el almacenamiento de productos químicos está afectado por las ITC-APQ.

EDIFICIOS

Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006), con el DB-SI (seguridad en caso de incendio) y el DB-SUA.

ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

RSCIEI (RD 2267/2004).

LUGARES DE TRABAJO

RD 486/1997 y RD 485/1997 (señalización).

ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS

RD 681/2003 y guía técnica del INSST.

INSTALACIONES DE PROTECCIÓN

Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RD 513/2017, que sustituyó al RD 1942/1993).

CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS

RD 842/2013 (reacción y resistencia al fuego).

UNIDAD II

Bibliografía y fuentes del manual

- AENOR. UNE-EN ISO 13943: Seguridad contra incendio. Vocabulario.
- Real Decreto 314/2006, de 12 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril: disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio: protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a atmósferas explosivas.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre: Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

- INSHT. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- INSHT. FDN-11: Planes de emergencia y evacuación contra incendios de locales y edificios. FDN-19: Instalaciones de detección y extinción de incendios.
- Notas Técnicas de Prevención (INSHT): NTP 47 (parámetros de interés a efectos de incendio de las sustancias químicas más usuales), NTP 185 (detectores térmicos), NTP 215 (detectores de humos), NTP 340 (asfixia por suboxigenación con gases inertes), NTP 374 (carga y descarga de camiones cisterna), NTP 567 (cargas electrostáticas), NTP 827 y 828 (electricidad estática en polvos combustibles), NTP 831 y 832 (RSCIEI), NTP 884 (condiciones de evacuación) y NTP 888 y 889 (señalización de emergencia).

Cifras clave para el examen de contraincendios

Un repaso rápido de los datos del manual que más se preguntan:

21 % / 15 %

Oxígeno del aire normal / por debajo del cual no hay combustión viva

550 / 800 °C

El acero pierde la mitad de su resistencia / se dobla sobre su propio peso

15 – 360 min

Escala de resistencia al fuego: 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 y 360

A1 a F

Euroclases de reacción al fuego (A1, A2, B, C, D, E, F)

s1-s3 / d0-d2

Opacidad de humos / caída de gotas inflamadas

10 m² / 25 %

Abertura máxima / superficie máxima de aberturas en un muro cortafuegos

2 m

Distancia libre ante una puerta cortafuegos (inspección cada 2 años; vida útil unos 20)

0,2 – 1 m/s

Velocidad horizontal del frente de humo

400 °C / 90 min

Resistencia exigida a los extractores de humo en aspiración

2 – 2,5 m

Altura de las señales de evacuación (a más de 30 cm del techo)

65 / 75 / 120

dB(A): alarma mínima / para despertar / máximo

25 m

Distancia máxima a un pulsador de alarma y de cualquier punto a una BIE

20 / 30 kg

Peso máximo de un extintor manual / dorsal

15 m

Recorrido máximo hasta un extintor (eficacia mínima 21A-113B, CTE)

1,70 / 1,5 m

Altura máxima del extintor / del centro de la BIE

BIE 25 / 45

Manguera de 20 m (1 persona) / de 15 m (2 personas)

25 / 15 m

Altura de evacuación que obliga a columna seca (general / hospitales)

5 / 20 años

Prueba de presión del extintor / retirada del extintor

57 – 260 °C

Temperatura de funcionamiento de los rociadores

6–7 % / 9 %

CO₂ con efectos dañinos / pérdida de conocimiento

¿Has terminado el manual?

Haz ahora el examen y, si lo apruebas, podrás obtener tu certificado.

academia-formacion.com/examen-curso-prevencion-contra-incendios/