



**BOMBEROS C.E.I.S. de la
REGIÓN DE MURCIA**

TEMA 6 PARTE ESPECÍFICA

AGENTES EXTINTORES LÍQUIDOS. TIPOS, CARACTERÍSTICAS, PROPIEDADES Y MECANISMOS DE EXTINCIÓN. APLICACIONES, USOS, VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS AGENTES EXTINTORES.

- 1. EL AGUA.**
- 2. LAS ESPUMAS.**
- 3. SOLUCIONES ACUOSAS PARA FUEGOS EN COCINAS.**

Se conocen genéricamente como agentes extintores, aquellos productos o mezclas de productos que, en base a sus características particulares, provocan la extinción de un fuego cuando son proyectados sobre éste. El empleo de agentes extintores concretos sobre el fuego supone la acción de alguno de los diferentes mecanismos de extinción posibles, o lo que es habitual, la actuación simultánea de varios de ellos. De hecho, cualquier agente extintor presenta un mecanismo de extinción principal y uno o más secundarios.

Atendiendo al estado físico en el que se encuentren los agentes extintores, estos se pueden clasificar en agentes extintores líquidos, agentes extintores sólidos y agentes extintores gaseosos.

En este tema trataremos los diferentes agentes extintores líquidos existentes.

1. EL AGUA

El agua es una sustancia líquida incolora, inodora e insípida, cuya fórmula química es H_2O , es decir, su molécula está compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno unidos mediante un enlace especial, que es el responsable de algunas de sus propiedades más características. Se encuentra de forma abundante, es barata y fácil de obtener, lo que unido a su gran poder como refrigerante, hacen de ella el agente extintor por excelencia, bien por sí misma o asociada a otros agentes específicos, a pesar de que su uso en determinados casos pueda ser peligroso.

Las propiedades del agua que la convierten en buen agente extintor son:

Es un líquido pesado que presenta su máxima densidad, 1 g/cm^3 , a 4°C . Su elevada densidad proporciona una cierta masa a los chorros proyectados con boquillas, con lo que se consigue una penetración.

Es una sustancia muy estable. La disociación molecular se produce a temperaturas aproximadas de 1.700°C .

Su calor latente de fusión es de 80 cal/g , lo que significa que la conversión en agua de un gramo de hielo a 0°C , absorbe 80 calorías.

Su temperatura de ebullición es de 100°C , en condiciones normales de presión.

El agua en estado líquido posee el calor específico más elevado de todas las sustancias sólidas y líquidas, siendo su valor igual a $1 \text{ cal/g}^\circ \text{C}$, lo que quiere decir, que se necesita una caloría para elevar 1°C la temperatura de un gramo. Por tanto, para elevar un gramo de agua hasta su temperatura de ebullición, necesita absorber tantas calorías como grados de diferencia existan entre la temperatura a que se encuentra y 100.

El calor latente de vaporización del agua es de 540 cal/g a presión atmosférica normal. El paso de líquido a gas de un gramo de agua, a la temperatura constante de 100°C , necesita el aporte de 540 cal.

El ratio de vaporización es de 1:1.700. Cada litro de agua que pase a estado gaseoso originará un volumen de 1.700 litros de vapor, desplazando un volumen igual de aire de la atmósfera de combustión.

El agua extingue mediante los siguientes mecanismos de extinción:

Extinción por enfriamiento

A igual cantidad, el agua es capaz de absorber más calor que cualquier otro agente extintor, debido a los valores tan elevados de su temperatura de ebullición, calor específico y calor latente de vaporización mencionados anteriormente.

La extinción por enfriamiento se realizará completamente cuando se consiga rebajar la temperatura de la superficie de la sustancia en ignición por debajo de su temperatura de inflamación y, en consecuencia, se paralice la emisión de vapores inflamables. Por este motivo, el agua resulta un agente eficaz en los fuegos de sustancias sólidas (con alto punto de inflamación), pero no es recomendable en fuegos de líquidos inflamables (con puntos de inflamación muy bajos).

De manera tradicional, el agua para la extinción puede ser aplicada de las siguientes formas:

- Chorro sólido. Tiene un mayor efecto penetrante y más alcance, pero presenta los peores efectos refrigerantes.
- Chorro hueco. Con un modo de proyección intermedio entre el chorro sólido y el agua pulverizada.
- Agua pulverizada. El agua pulverizada se consigue mediante difusores que reducen el tamaño de sus partículas, con lo que se consigue aumentar la superficie de exposición frente al fuego y facilita su evaporación. Cuanto mayor sea la cantidad de agua evaporada, mayor será la cantidad de calor absorbido. Diversos estudios han demostrado que la mayor eficacia se consigue cuando el tamaño de las gotas es uniforme y su diámetro oscila entre 0'3 y 1 mm.
- Agua nebulizada. Reduciendo el tamaño de las gotas de agua a unos cientos de micras, mediante la aplicación a presiones muy elevadas en cabezas nebulizadoras y con gran velocidad de descarga.

Extinción por sofocación

La cantidad de vapor de agua formado por evaporación puede ser suficiente para crear una atmósfera inerte que reduzca el volumen de oxígeno hasta la sofocación del incendio, efecto que puede lograrse con relativa facilidad en fuegos de interiores, impidiendo la dispersión del vapor generado. De cualquier forma, aunque la sofocación puede eliminar las llamas en combustibles sólidos ordinarios, normalmente no consigue la extinción total de dichos fuegos. Así mismo, en la combustión de aquellas sustancias que liberen oxígeno al descomponerse, no puede lograrse el efecto de sofocación.

Extinción por emulsionamiento

La pulverización fuerte y gruesa de agua sobre fuegos de ciertos líquidos viscosos combustibles, generalmente de elevado punto de inflamación, puede lograr una emulsión que enfríe progresivamente la temperatura de la superficie del líquido, e impida la emisión de vapores inflamables, consiguiendo así su extinción.

Extinción por dilución

Puede conseguirse la extinción en incendios de líquidos inflamables hidrosolubles, mediante la aplicación de agua hasta conseguir un porcentaje correcto de dilución, si bien

éste es muy variable y, por tanto, varía igualmente el volumen de agua a utilizar y el tiempo necesario para la extinción.

Para ciertas aplicaciones especiales, pueden utilizarse sustancias que, añadidas al agua, modifican sus propiedades y mejoran su eficacia para la extinción. Entre los distintos aditivos podemos destacar:

Agentes anticongelantes. Especialmente utilizadas en instalaciones fijas de extinción, rebajan el punto de solidificación del agua, y aseguran su correcto funcionamiento. De las distintas sustancias que pueden utilizarse como anticongelantes, las disoluciones a base de cloruro cálcico son las más empleadas.

Agentes humectantes. El valor de la tensión superficial del agua (0,073 N/m) es lo suficientemente elevado para impedir su difusión a través de materiales compactados, empaquetados o superpuestos. Para disminuir dicho valor, se mezclan con el agua agentes humectantes, llamados también tensoactivos, sustancias que consiguen rebajar su tensión superficial hasta valores comprendidos entre 0,025 y 0,030 newton por metro, mejorando las características extintoras del agua de la forma siguiente: N/m

- Mayor poder de penetración en combustibles sólidos porosos distribuidos en capas o apilados, tales como balas de algodón o de paja, colchones, etc.
- Aumenta su capacidad para extenderse, lo que se traduce en un aumento de la superficie de exposición frente al calor y, consiguientemente, más calor absorbido para un mismo volumen.

A estas soluciones se les conoce comúnmente como "agua húmeda", "agua mojada", o "agua penetrante"

Agentes espesantes. Utilizados para aumentar la viscosidad del agua, empleando ciertos aditivos que la hacen más espesa y disminuyen su fluidez. Entre los agentes espesantes, llamados igualmente agentes retardantes, se encuentran los formadores de geles orgánicos, la bentonita, un tipo de arcilla que produce un agua pastosa o mezclas de fosfatos y sulfatos amónicos.

El agua tratada con estos aditivos recibe el nombre de *agua pesada* o *agua espesa*, y su campo de aplicación se centra, de una forma especial, en la lucha contra incendios forestales, donde se utilizan preferentemente mezclados con el agua que se descarga por medios aéreos.

Agentes modificadores del flujo. La adición al agua de aditivos poliméricos, como el óxido de polietileno, provoca que el agua se mueva por el interior de un circuito en régimen no turbulento, aumentando el flujo y la presión de salida. Las soluciones con estos agentes permiten descargar grandes cantidades de agua con mangas de menor sección, más manejables, sin detrimento de la presión en punta de lanza.

Las aplicaciones de este agente extintor líquido son:

- Es el mejor agente extintor para los fuegos de la clase A, sobre todo utilizándola en forma pulverizada.

- Aunque no es eficaz como agente extintor en fuegos de líquidos inflamables de bajo punto de inflamación, puede utilizarse con ciertas garantías de éxito en fuegos de líquidos combustibles viscosos y líquidos inflamables hidrosolubles.
- Al ser un buen agente refrigerante, se utiliza para enfriar envases o recipientes de líquidos y gases afectados por el fuego. Así mismo, se emplea para el control de fuegos de la clase A, derrames de líquidos ardiendo y fugas incendiadas de gases.
- En forma pulverizada puede utilizarse para diluir las concentraciones de gases inflamables o de otra naturaleza química.

Como limitaciones de su uso, tenemos:

1. En términos generales, no debe utilizarse agua en fuegos de productos químicos, especialmente aquellos que pueden reaccionar de forma violenta al contacto con ella.
2. No es agente extintor adecuado para fuegos de metales. En algunos casos puede provocar reacciones de tipo explosivo.
3. A pesar de que diversos ensayos demuestran que aun en grandes potenciales eléctricos puede utilizarse el agua pulverizada a una determinada distancia sin riesgo de descarga, las condiciones reales de incendio normalmente van a favorecer tal riesgo, por lo que no debe emplearse agua en fuegos donde exista presencia eléctrica.
4. Al lanzarse a presión, puede producir la dispersión del incendio. Igualmente su aplicación incorrecta, puede producir daños materiales de consideración.

2. ESPUMAS

Según la norma U.N.E. 23603-83, la espuma destinada a la extinción de incendios es un agregado estable de pequeñas burbujas, de menor densidad que los combustibles líquidos sobre los que se aplica, que tiene la propiedad de cubrir y adherirse a superficies verticales y horizontales y que al fluir libremente sobre la superficie incendiada forma una capa resistente y continua que aísla del aire e impide la salida a la atmósfera de vapores volátiles combustibles.

Los tipos de espuma que nos podemos encontrar se pueden clasificar atendiendo a diferentes criterios:

1. Atendiendo a la **forma en que se genera**, podemos distinguir:

Espuma química. Resulta de la reacción entre una sal básica y otra ácida, normalmente bicarbonato sódico y sulfato de aluminio, en una solución acuosa que, además, contiene estabilizadores de espuma. La reacción química entre ambas sustancias desprende anhídrido carbónico, que forma una espuma estable y resistente al calor. En la actualidad, este tipo de espumas se encuentran en total desuso.

Espuma física. Se obtiene añadiendo aire por medios mecánicos a una solución espumante. Se denomina espumante a una solución formada por la mezcla en proporciones adecuadas de agua y espumógeno, un concentrado líquido emulsor.

2. Atendiendo a su **índice de expansión**, entendiendo este como *la relación existente entre el volumen final de espuma y el volumen de solución espumante utilizado para producirla*, podemos clasificar las espumas, según la norma **UNE 1568** en:

- **Baja expansión** (<20), bastante densas y con alto contenido en agua, formadas por una masa de pequeñas burbujas de gran estabilidad.
- **Media expansión** (20-200), se obtienen grandes volúmenes que llenan grandes superficies. Utilizada especialmente, para inundar grandes áreas abiertas con diques de contención.
- **Alta expansión** (>200), espumas muy ligeras que llenan rápidamente grandes espacios.

Mencionar que aunque la norma UNE 23603 está derogada desde 2018, ésta establecía otros rangos en cuanto al índice de expansión. Estos son:

- Espumas de baja expansión. Entre 3 y 30.
- Espumas de media expansión. Entre 30 y 250.
- Espumas de alta expansión. Entre 250 y 1.000.

3. Atendiendo al **tipo de espumógeno** de su composición:

Los espumógenos son concentrados líquidos de agente emulsor que al mezclarse con agua forman soluciones generadoras de espuma. En general, son biodegradables y no tóxicos, pero pueden presentar problemas de incompatibilidad entre los distintos tipos y marcas, por lo que no deben mezclarse en el mismo tanque de almacenamiento.

Las sustancias utilizadas como materia prima para la elaboración de espumógenos son proteínas naturales o agentes tensoactivos sintéticos, por lo que, en términos generales, todos los espumógenos pueden agruparse en dos tipos: **proteínicos** y **sintéticos**.

• **Proteínicos (P)**. Formados por polímeros proteínicos naturales, obtenidos de la hidrólisis química de proteínas animales y vegetales. Los polímeros confieren a las espumas elasticidad, resistencia mecánica y capacidad de retención de agua. Se emplean en concentraciones del 3% al 6%, y producen espumas de baja expansión, densas y viscosas, de alta estabilidad y gran resistencia al fuego.

• **Fluoroproteínicos (FP)**. Su composición es similar a la de los concentrados proteínicos, con la adición de surfactantes fluorados que confieren a la espuma la propiedad de no adherirse al combustible. Se utilizan en proporciones del 3% al 6% para formar espumas de baja y media expansión de mayor estabilidad y resistencia al fuego que las proteínicas.

• **Sintéticos (S)**. Formados por productos tensoactivos sintéticos, pueden producir espumas de baja, media y alta expansión, según las necesidades y el equipo utilizado. Dentro de los espumógenos sintéticos, se consideran, principalmente, dos clases, los fluorquímicos (AFFF) y los hidrocarbonados.

Formadores de película de agua. Los espumógenos que tienen la propiedad de formar película de agua, incluyen en su composición agentes tensoactivos a base de hidrocarburos fluorados. Cuando la espuma entra en contacto con el líquido combustible, el agua que se drena de la espuma no se hunde en el seno del líquido, sino que se extiende sobre la superficie del mismo, formando una finísima película de gran poder de sellado que impide la emisión de vapores y evita el contacto del aire con el combustible.

Atendiendo a la naturaleza del producto con que están elaborados, existen dos tipos de agentes formadores de película acuosa:

(S)
De base sintética. Son agentes sintéticos fluorquímicos, o fluorosintéticos, que reciben el nombre genérico de **AFFF**, siglas de la expresión Aqueous Film Forming Foam. Se utilizan en proporciones que oscilan entre el 1% y el 6%, generando espumas de baja viscosidad y gran fluidez y cohesión, siendo muy útiles en fuegos mixtos de la clase A y B.

(FP)
De base fluoroproteínica. Formados por productos basados en las proteínas tradicionales con productos químicos fluorosintéticos, que le confieren similares propiedades que el anterior. Se suelen designar con las siglas **FFFP**.

Antialcohol (AR). Los espumógenos antialcohol surgen de la necesidad de disponer de un agente formador de espumas resistentes a la acción de los combustibles líquidos miscibles en agua del tipo disolvente polar, en los que las espumas convencionales se descomponen con gran facilidad. Estos concentrados resistentes al alcohol puede estar formados por base proteínica, fluoroproteínica y sintética, si bien los más empleados son los dos últimos.

Para la aplicación de espumas, los Servicios de Extinción de Incendios utilizan de forma habitual:

- Equipos móviles compuestos por dosificador de aspiración por venturi, intercalados en el tendido de mangueras y lanza de baja o media expansión o generadores de alta expansión, según las necesidades requeridas.
- Sistema de inyección de espumógeno en bomba, con su instalación normal de mangueras.

Cuando sea necesario actuar a cierta distancia, la proyección de espuma puede realizarse mediante monitores fijos de agua-espuma, situados sobre los vehículos de intervención, o portátiles.

De los distintos factores que pueden influir en la eficacia extintora de la espuma, la densidad de aplicación es, posiblemente, el más determinante. Ésta se expresa en litros por minuto de mezcla espumante por metro cuadrado de superficie a cubrir (l/min m²), y determina las dosis a emplear para conseguir una total extinción.

Los mecanismos de extinción de las espumas se fundamentan en la combinación de los siguientes efectos:

- Produce la separación física del oxígeno del aire sobre la superficie del combustible.
- Por ser un agente formado con agua, produce un enfriamiento del combustible y de las superficies adyacentes.
- Impide la emisión de vapores inflamables desde la superficie del combustible.

Las aplicaciones de este agente extintor líquido son:

- La espuma de baja expansión es un agente especialmente indicado para fuegos de líquidos inflamables y combustibles, sobre los que forma una capa flotante y compacta. *B*
- Resulta útil para prevenir el fuego en derrames de combustibles u otras áreas peligrosas, puesto que suprime la emisión de vapores inflamables.
- Puede usarse como aislamiento y protección contra el calor radiante, debido a los efectos de enfriamiento y reflexión que proporciona a las superficies, incluso verticales, sobre las que se ha aplicado.
- Debido a su poder de sofocación y su contenido en agua, puede utilizarse en la extinción de fuegos de combustibles sólidos. *A*
- Las espumas de alta expansión se usan, fundamentalmente, para la sofocación de incendios en locales por inundación total de los mismos. Del mismo modo, puede emplearse para disipar concentraciones de gases en el interior de recintos.

Como limitaciones de su uso, tenemos:

- Por ser el agua la base de formación de las espumas, presentan las mismas limitaciones en la extinción de incendios que aquella.
- No es agente extintor adecuado para fuegos de gases, gases licuados y líquidos criogénicos. *C NO*
- Los fuegos "tridimensionales" no se extinguen con espuma, excepto en el caso de que el líquido presente un alto punto de inflamación y pueda lograrse su enfriamiento progresivo hasta la extinción.
- No debe utilizarse en la extinción de materiales que reaccionen violentamente con el agua, tales como el sodio y el potasio y, en general, en ningún fuego de metales.
- La espuma es conductora de la electricidad y, por tanto, no debe aplicarse sobre equipos eléctricos bajo tensión.
- Las espumas no específicas (antialcohol) no deben utilizarse sobre líquidos hidromiscibles o disolventes polares.

3. SOLUCIONES ACUOSAS PARA FUEGOS EN COCINAS

Las soluciones acuosas para fuegos en cocinas (productos químicos húmedos) consisten en sales orgánicas o inorgánicas mezcladas con agua para formar una solución alcalina (un pH medio en torno a 8,5) que puede ser descargada a través de tuberías cuando están bajo presión de un gas propelente. Presentan una gran eficacia y, actualmente, son los únicos agentes listados para la supresión de incendios en equipos comerciales de cocina como freidoras profundas, planchas, parrillas, campanas extractoras, etc. (clase F) debido a su capacidad para retener la separación entre el aceite y el aire por el tiempo suficiente para permitir el enfriamiento completo. Los productos empleados generalmente son el carbonato de potasio, acetato de potasio, citrato de potasio o una combinación mezclada en agua con otros aditivos y/o colorantes.

Su mecanismo de extinción se basa en que al aplicar estos agentes sobre un incendio de grasa, interactúan inmediatamente con ella y se saponifican, formando una capa de espuma en la superficie sobre la cual se rociaron. Esto extingue el fuego por la combinación de dos métodos: sofocación y enfriamiento.

Su aplicación inmediata es en fuegos de aceites y grasas en cocinas (clase F), en donde presentan un mejor comportamiento y eficacia que los agentes químicos secos.

Presentan como limitaciones que aunque son productos estables y no tóxicos, pueden presentar efectos irritantes sobre piel, ojos y mucosas por exposición.

Además, al ser soluciones acuosas, son incompatibles con metales reactivos, equipos bajo tensión eléctrica y, en general, con todos aquellos materiales que sean reactivos con el agua.

* Fuego F: Incendio de aceites y grasas. B: Comprimido de bicarbonato de sodio. Se aplica sobre la superficie del fuego, formando una capa de espuma que sofoca el fuego y lo extingue. Se debe aplicar desde una distancia segura y no directamente sobre la superficie del fuego, sino sobre la zona que rodea al fuego, para que se extinga por sofocación y enfriamiento.