

CAPÍTULO 11

LAS ESPUMAS EN LA LUCHA CONTRA EL FUEGO

LAS ESPUMAS CONTRA INCENDIOS

La espuma contra incendios es una masa de burbujas rellenas de aire, conseguida a base de diluir en agua un aditivo espumógeno, introduciendo posteriormente aire en dicha mezcla.

Al agente espumógeno también se le denomina concentrado de espuma, y a la solución de espumógeno en agua se la denomina espumante o solución de espuma.

El aire se incorpora al espumante mediante un procedimiento de inyección, aspiración, o mediante agitación mecánica de la mezcla.

En general, todas las espumas pueden producirse a partir de agua dulce o agua marina

Mecanismos de extinción de las espumas

La masa de burbujas resultante es un producto más ligero que la mayoría de los combustibles líquidos, por lo que flota sobre ellos aislando al combustible del aire atmosférico, evitando la dispersión de los vapores combustibles y enfriando debido al agua que contiene. Actúa pues principalmente por sofocación, aunque el efecto enfriador es también de importancia.

Estas propiedades la hacen el agente extintor más idóneo para los fuegos de combustibles líquidos, aunque los fuegos de pequeñas dimensiones que involucran a combustibles líquidos pueden ser apagados también usando polvo químico seco.

También hay otros tipos de fuego en los que el efecto sofocador de la espuma supone una ventaja en las ta-

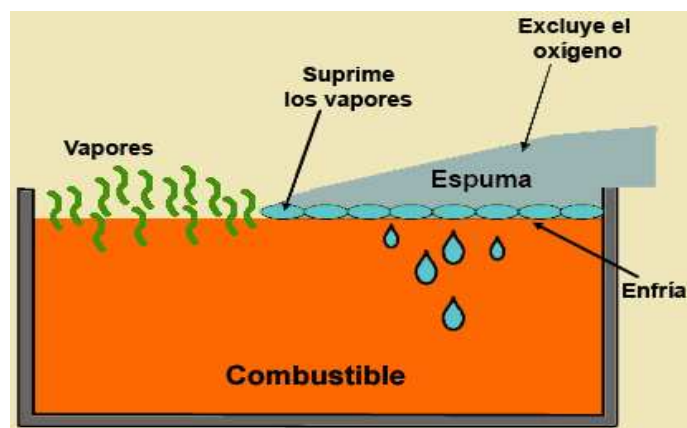


Figura 11.1. Mecanismo de extinción de la espuma: Exclusión del oxígeno, supresión de los vapores y enfriamiento.

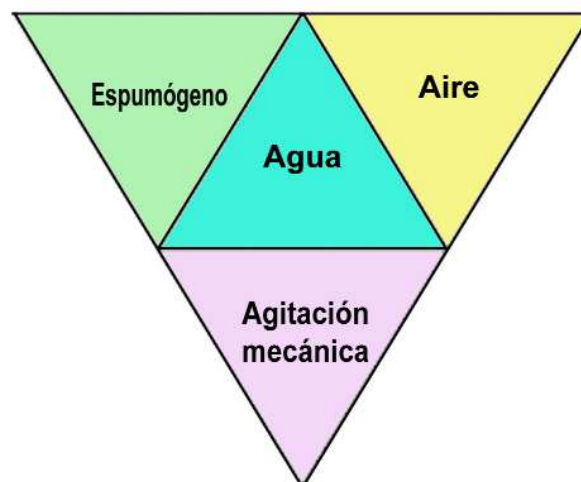


Figura 11.2. Tetraedro de la espuma

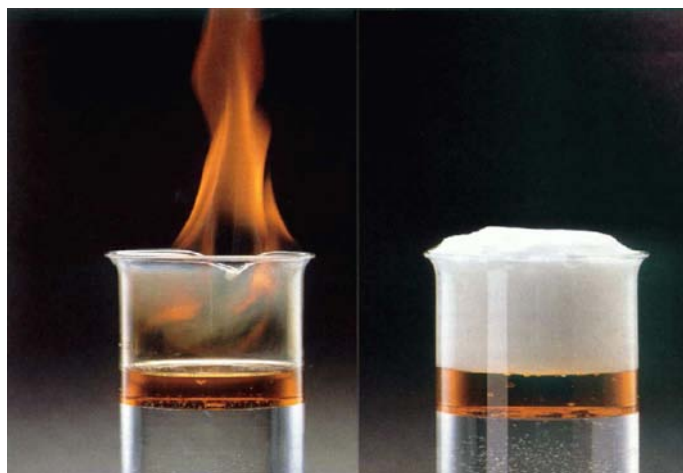


Figura 11.3. La espuma flota sobre la superficie del combustible, impidiendo el contacto de éste con el oxígeno del aire.

reas de extinción. Por ejemplo se utilizan espumas de alta expansión para extinguir por inundación espacios con grandes volúmenes de acceso difícil o peligroso.

En ocasiones se usan espumas de muy baja expansión, especialmente formuladas, para apagar fuegos de combustibles sólidos porque mejoran la eficacia del agua sola.

EXPANSIÓN DE UNA ESPUMA

En la mayoría de las espumas hay una gran diferencia del volumen ocupado por la mezcla de espumógeno y agua (espumante) con la espuma final resultante de añadir aire a dicha mezcla. La relación entre el volumen inicial y final determina la capacidad de expansión, y basándose en ello se definen varios tipos de espumas.

Norma	Tipo de expansión		
	Baja	Media	Alta
España	menor de 30:1	30 a 250:1	250 a 1000:1
NFPA (USA)	menor de 20:1	20 a 200:1	200 a 1000:1

Figura 11.4. Índice de expansión de las espumas según normas españolas y americanas.

El coeficiente o índice de expansión de una espuma indica su capacidad de generar mayor o menor volumen de espuma a partir de la misma cantidad de espumante

En España, según su índice de expansión se clasifican como de baja (menor de 30:1), media (30 a 250:1) o alta expansión (250 a 1000:1). El índice 30:1 indica que con 1 litro de espumante pueden generarse 30 litros de espuma después de añadirle aire.

Las normas NFPA utilizadas en Norteamérica consideran de baja expansión a las que tienen un índice de expansión inferior a 20, de media expansión a las de índice entre 20 y 200 y de alta expansión a las de índice comprendido entre 200 y 1000.

El contenido en agua de una espuma es menor cuanto mayor sea su expansión. Las burbujas serán también de mayor tamaño cuanto mayor sea la expansión.

Las espumas de baja expansión son por lo general bastante densas y tienen un elevado contenido en agua. Por ello son útiles para apagar por sofocación y enfriamiento. Una pequeña capa de espuma es suficiente para impedir la emisión de vapores. Son eficaces para controlar, extinguir y asegurar la mayoría de los líquidos inflamables.



Figura 11.5. Espuma de baja expansión

No obstante también hay espumas de baja expansión que basan su eficacia en su baja densidad y su capacidad de penetración. Es el caso de las espumas de clase A utilizadas para fuegos de sólidos.

Las espumas de media expansión permiten cubrir grandes superficies rápidamente con poco espumógeno. Las burbujas tienen suficiente consistencia para utilizarlas a la intemperie. Pueden utilizarse para suprimir vapores de productos químicos peligrosos

Las espumas de alta expansión son muy ligeras y permiten cubrir grandes volúmenes con poca cantidad de agua y poco espumógeno. Su efecto de enfriamiento es muy limitado, apagando fundamentalmente por sofocación. Se usan para extinción en espacios confinados, tales como sótanos, inundándolos con grandes volúmenes de espuma.



Figura 11.6. Espuma de media expansión.



Figura 11.7. Espuma de alta expansión.

Páginas suprimidas en esta muestra



Figura 11.19. La espuma AFFF tiene múltiples aplicaciones, incluyendo la lucha contra incendios en aeronaves.

Su tasa de aplicación genérica es de 4 l/min/m² para fuegos de hidrocarburos, y varía de 8 a 10 l/min/m² para líquidos polares.

No son necesarios equipos especiales para su aplicación, pudiendo utilizarse lanzas convencionales de pulverización.

Las espumas AFFF tienen aplicaciones similares a las otras espumas de baja expansión.

La película acuosa que se forma va cubriendo zonas no cubiertas por la espuma misma, suprimiendo los vapores y enfriando al combustible, e incluso vuelve a sellarse por sí misma cuando se rompe por cualquier causa. Es particularmente efectiva con el keroseno, por lo que se utiliza ampliamente para incendios de aeronaves.

También pueden utilizarse como medio preventivo para sellar derrames no inflamados de líquidos inflamables, evitando la dispersión de los vapores.

Son también muy eficaces aplicados sobre fuegos de sólidos (fuegos de clase A), ya que proporcionan una excelente fluidez y capacidad de penetración que mejora la capacidad de extinción del agua sin aditivos.

Aunque el espumógeno AFFF no puede mezclarse con otros espumógenos, las espumas ya formadas sí son compatibles entre sí.

Son espumas compatibles con la aplicación simultánea de polvo seco, y pueden aplicarse directamente sobre el combustible, sobre otra superficie próxima para que se deslice hacia el combustible, o incluso por inyección bajo la superficie.

ESPUMAS FFFP

Las espumas fluoroproteínicas formadoras de película, o FFFP, son espumas proteínicas que están combinadas con agentes fluorados que mejoran la tensión superficial.

Estas espumas, como las AFFF, proporcionan una capa continua que se extiende rápidamente sobre el combustible, sellando su superficie con una capa resistente al calor y duradera.

Como en el caso de las AFFF, pueden aplicarse directamente o por inyección bajo la superficie, siendo efectivas para la extinción y para la supresión de vapores de líquidos que no estén ardiendo.

Para su aplicación pueden utilizarse lanzas convencionales de pulverización, lo mismo que ocurre con las AFFF..

Su dosificación puede ser del 3 o del 6%, existiendo también variedades antialcohol (AR) cuya dosificación normalmente es del 6%.

COMPARACIÓN DE PROPIEDADES ENTRE DIVERSAS ESPUMAS					
Propiedad	Proteínica	Fluoroproteínica	AFFF	FFFP	AR-AFFF (antialcohol)
Rapidez de extinción	Aceptable	Buena	Excelente	Buena	Excelente
Resistencia al calor	Excelente	Excelente	Aceptable	Buena	Buena
Resistencia a hidrocarburos	Aceptable	Excelente	Moderada	Buena	Buena
Supresión de vapores	Excelente	Excelente	Buena	Buena	Buena
Resistencia al alcohol	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Excelente

La tasa de aplicación genérica de las espumas FFFP es de 4 l/min/m² para los fuegos de hidrocarburos, y de 10 l/min/m² para líquidos polares en la variedad AR-FFFP.

ESPUMAS DE CLASE A

Se conocen como espumas de clase A, a las resultantes de mezclar agua con un aditivo humectante.

Estos aditivos, aplicados en pequeñas concentraciones, de incluso el 0,2%, reducen la tensión superficial, lo que contribuye a mejorar la penetración, permitiendo un mejor acceso a focos profundos y mojando más la superficie sobre la que se aplica.

La disminución de la tensión superficial hace que las gotas sean más pequeñas y con menor peso, por lo que también tardan más tiempo en escurrir hacia el suelo desde las superficies que alcanza, protegiéndolas de la ignición si aún no están ardiendo.

Se aplican con lanzas convencionales, aunque también pueden aplicarse con generadores de baja o media expansión.

La espuma de clase A se utiliza para mejorar la eficacia en la extinción de fuegos de materiales sólidos, como madera, paja, algodón, productos de caucho, y en algunos incendios de vegetación.

La mezcla del concentrado con el agua se realiza en pequeñas proporciones (0,2 - 1%) y pueden verse directamente en el depósito de agua del vehículo, ya que se aplican con lanzas convencionales.



Figura 11.20. Las espumas de clase A deben su nombre a que se utilizan fundamentalmente para fuegos de sólidos.

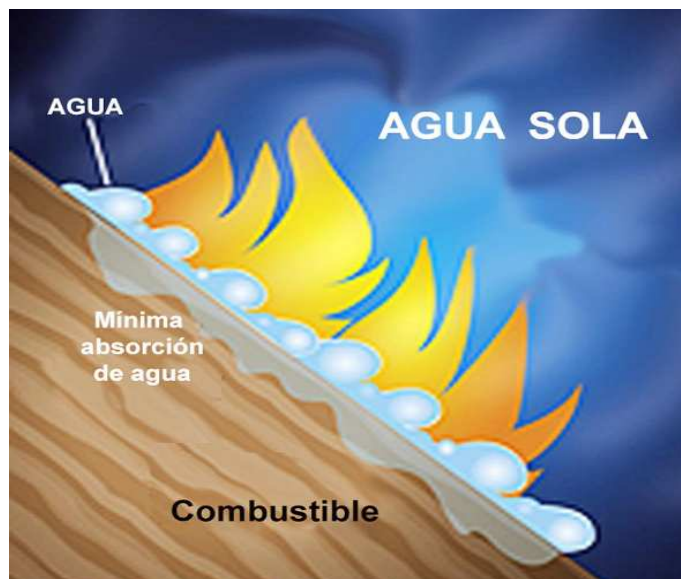


Figura 11.21. La espuma de clase A tiene mayor penetración en los combustibles sólidos que el agua sola.

Aunque hay sistemas de dosificación por bombeo que permiten estas pequeñas proporciones de mezcla, pueden utilizarse también proporcionadores convencionales de espuma realizando una dilución previa del humectante, ya que los porcentajes de los proporcionadores de espuma son normalmente mayores que los de dosificación de humectante.

Los humectantes o espumógenos de clase A no deben mezclarse con otros espumógenos, ya que modifican negativamente sus propiedades.

ESPUMAS DE AIRE COMPRIMIDO (CAF)

Las espumas pueden aplicarse utilizando sistemas convencionales de aspiración de aire en la lanza, o utilizando sistemas de aire comprimido que inyectan aire a presión en la mezcla espumante.

Páginas suprimidas en esta muestra



Figura 11.29. Los bomberos no deben caminar sobre la manta de espuma, ni permanecer dentro de ella.

es inestable y puede ser destruida por el aire, el calor, o por la interacción con el propio combustible, es necesario siempre tener espuma suficiente para las reposiciones que sean necesarias hasta completar la extinción.

No iniciar el ataque si no se dispone de suficiente espumógeno: En caso de grandes derrames, si no se dispone del suficiente concentrado de espuma para mantener la tasa de aplicación durante el tiempo suficiente para compensar las pérdidas por deterioro de la espuma, será preferible esperar a conseguirlo, ya que si se acaba el producto antes de completar la extinción, el fuego se volverá a extender a toda la superficie, incluso a la ya protegida, y todo la espuma utilizada hasta ese momento habrá sido desaprovechada.

No caminar sobre la espuma: En el caso de incendios de derrames, es también importante evitar que los bomberos caminen sobre la manta de espuma, ya que su paso puede destruir la espuma lo suficiente para permitir que escapen vapores susceptibles de inflamarse reavivando el fuego y poniéndolos en peligro. Cuando sea inevitable caminar sobre la espuma debe tenerse presente este riesgo, y extremar las precauciones.

EQUIPOS PRODUCTORES DE ESPUMA

La producción de espuma requiere dos pasos: la dosificación o mezcla del espumógeno con el agua produciendo una solución espumante, y la mezcla de dicha solución con aire para producir la espuma.

Sistemas de dosificación

Para conseguir una espuma de calidad y efectiva para actuar como agente extintor, la mezcla espumógeno-agua debe realizarse en las proporciones previstas por el fabricante, que deben preferiblemente ir rotuladas sobre el recipiente que contiene el espumógeno.

La proporción de la mezcla entre espumógeno y agua, o dosificación, es establecida por el fabricante según el propósito de la espuma a producir.

La dosificación puede variar en función del tipo de combustible, las características del espumógeno, y el tipo de espuma que se quiere producir. Si no se respetan las proporciones establecidas por el fabricante la espuma final puede no ser efectiva y no conseguir extinguir el fuego.

En general, las espumas para incendios de hidrocarburos suelen utilizarse a concentraciones entre el 3 y el 6 por ciento, mientras que las que se usan para incendios de solventes polares (antialcohol) suelen usarse a concentraciones entre el 6 y el 10 por ciento.

Un mismo espumógeno puede estar diseñado para mezclarse en distintas proporciones según se use para producir espuma convencional o antialcohol.

También en algunos casos un mismo concentrado de espuma puede utilizarse para producir espuma de media o alta expansión, en función de la concentración de la mezcla y del generador de espuma que se utilice.



Figura 11.30. Las dos etapas de producción de espuma: dosificación del espumógeno en el agua para formar la solución espumante, y generación de la espuma mezclando el espumante con aire.

La mezcla adecuada de agua con espumógeno se realiza en proporcionadores o dosificadores mediante procedimientos diversos:

- Mediante premezclado manual en el depósito de agua
- Utilizando dispositivos portátiles o fijos que aspiran el espumógeno y lo introducen en la conducción de agua por efecto Venturi
- Con bombas automáticas de dosificación regulable

Los proporcionadores pueden incorporar el espumógeno en la bomba, en la línea de manguera, o en misma la lanza, en función de su tipo.

Sistemas de generación de espuma

La mezcla del espumante con el aire transforma a esta solución en una masa de burbujas. El equipo encargado de mezclar con el aire la solución espumante es el generador de espuma.

Esta aireación se consigue en algunos casos aprovechando la velocidad del agua al salir de la manguera y en otros casos se consigue inyectando aire a presión en la mezcla espumante.

Así, algunas de las instalaciones para generar espuma se configuran simplemente utilizando un proporcionador de espumógeno intercalado en una línea de manguera convencional, o montado junto a la bomba y una lanza generadora de espuma. En estos casos, la instalación transporta solo agua desde la bomba al proporcionador, y una mezcla de concentrado espumógeno y agua, desde el proporcionador hasta la lanza o generador de espuma, donde la mezcla espumante se agita con aire para conseguir las burbujas.

En otras instalaciones de espuma, la manguera transporta espuma en todo su trazado, ya que la mezcla de concentrado espumógeno, agua y aire, se realiza en la bomba o inmediatamente antes de esta. Es el caso de los sistemas de espuma generada con aire a presión o CAFS (Compressed Air Foam Systems).

Las características de los generadores de espuma son distintas según el tipo de espuma a producir. Para producir espumas AFFF se utilizan lanzas convencionales ya que dado el pequeño tamaño de las burbujas, es suficiente con el aire que se incorpora al chorro durante la descarga.

Sin embargo, para las espumas de alta expansión se utilizan ventiladores capaces de proporcionar los grandes caudales de aire necesarios para obtener burbujas de gran diámetro.

DOSIFICADORES DE ESPUMA

La dosificación de la espuma puede realizarse premezclando el espumógeno y el agua en el depósito o utilizando un dispositivo de dosificación automática.

Los dosificadores automáticos pueden ser de diversos tipos:

- Inductor, eductor, o proporcionador en línea mediante efecto Venturi.
- Inductor alrededor de la bomba por efecto Venturi.
- Dosificador por depósito de membrana.
- Bomba dosificadora.

Proporcionador en línea

Los inductores o proporcionadores de espuma portátiles son los más usuales por ser los más económicos y también los más sencillos. Aprovechan el efecto Venturi, o cambio de la presión al variar la velocidad de un fluido, para aspirar el espumógeno de un recipiente, incorporándolo al caudal de agua que circula

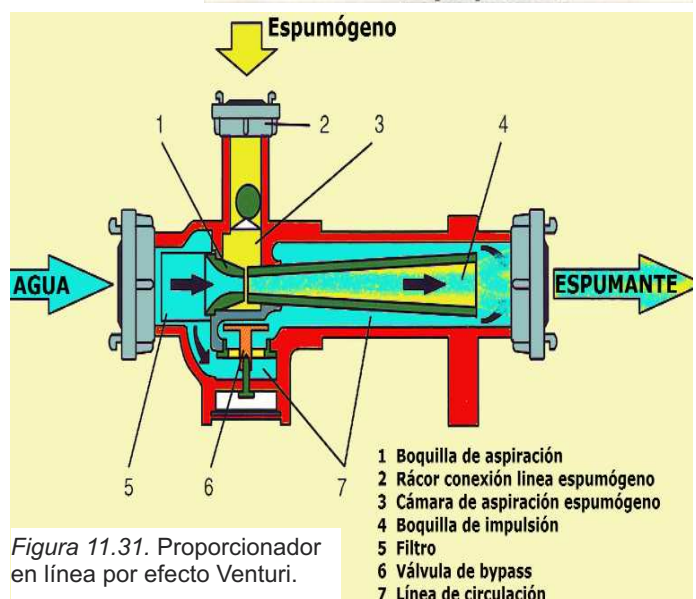
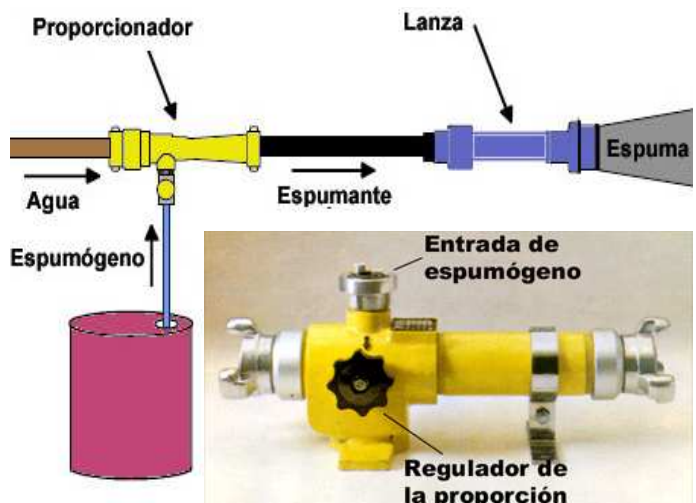


Figura 11.31. Proporcionador en línea por efecto Venturi.

Páginas suprimidas en esta muestra



Figura 11.39. Lanzas de baja expansión. En la parte inferior se aprecian los orificios destinados a la aspiración de aire para producir espuma.

Algunos fabricantes de lanzas también comercializan adaptadores que pueden colocarse sobre una lanza convencional para transformarla en lanza de espuma de baja o de media expansión.

La presión de trabajo de las lanzas de espuma de baja expansión suele ser de unos 7 kg/cm², y la de las lanzas de media expansión de unos 5 kg/cm², aunque en cada caso deben consultarse las características facilitadas por el fabricante.

Los alcances de las lanzas de baja expansión varían en función de la presión de trabajo, pero para la presión estándar de 7 kg/cm² puede ser de unos 15 metros.

El alcance de una lanza de media expansión para la presión estándar de trabajo de 5 kg/cm² es de unos 10 m. Los fabricantes también facilitan datos de alcance a las presiones de trabajo de sus equipos.

Generadores de alta expansión

Para generar espuma de alta expansión se utilizan equipos en los que la solución espumante se descarga sobre una rejilla a través de la cual está pasando un chorro de aire producido por un ventilador de gran sección. El chorro de aire arrastra al espumante formando una masa compacta de burbujas de gran diámetro.

El ventilador puede ser accionado por un motor eléctrico, de gasolina, o hidráulico.

Figura 11.40. Lanzas generadora de espuma de media expansión.



Figura 11.41. Existen adaptadores para transformar una lanza convencional en lanza de espuma de baja o media expansión.



Figura 11.42. Generador de alta expansión de accionamiento hidráulico. El agua procedente del camión se aprovecha para generar espuma y para mover la turbina del ventilador, retornando parcialmente al camión.



En ocasiones, para canalizar la masa de espuma hacia el lugar deseado se utiliza una manga que se adapta a la salida del ventilador. Con este accesorio, y utilizando varios tramos de manga, puede llevarse la espuma de alta expansión a bastante distancia del generador, por ejemplo para inundar un sótano manteniendo el generador en el exterior.

Generación de espuma por inyección de aire comprimido (CAFS)

Para la utilización de espumas de clase A, diseñadas para combatir fuegos de combustibles sólidos, se utilizan también sistemas en los que la inyección de aire en la solución espumante no se realiza por aspiración, sino por inyección directa de aire comprimido en la línea de manguera. Utilizando una cámara de mezcla, el aire comprimido mezclado con el espumante genera una espuma muy homogénea.

Este sistema se conoce internacionalmente como CAFS, nombre que corresponde a las siglas inglesas de Compressed Air Foam System, o sistema de espuma por aire comprimido.

Las espumas generadas por el sistema CAF son más estables, muy adherentes, densas y compactas, con burbujas muy pequeñas, y un aspecto similar a la espuma de afeitar.

En estos sistemas el aire no se introduce al final de la descarga, sino que se introduce en la línea de manguera en la parte de descarga de la bomba, de modo que la manguera irá cargada de espuma desde su origen.

En los CAFS no se establecen los índices de expansión como en el resto de las espumas, pues la relación

aire-mezcla espumante se mantiene dentro de un intervalo pequeño, y al variar ésta, se obtienen espumas "secas" y espumas "húmedas", en función del tipo de fuego a extinguir o el uso que se le quiera dar a la espuma.

Además de una mayor calidad de la espuma, se incrementa también el alcance del chorro y la penetración, obteniéndose un ahorro de espumógeno.

Por contra los equipos son más caros al necesitar un compresor y un proporcionador sofisticado. Su utilización va incrementándose progresivamente.

Aunque en general estos sistemas van montados en vehículos, también existen equipos portátiles para utilizar en pequeños fuegos, en los que el aire comprimido lo proporciona una botella similar a la utilizada en los equipos autónomos de respiración. El conjunto se completa con un pequeño depósito de espumógeno y otro de agua, yendo todo el conjunto montado sobre una espaldadera que el bombero coloca a su espalda como una mochila.

Los CAFS se utilizan generalmente para fuegos de sólidos partiendo de espumógenos de clase A, en vez de usar agua sola, aunque pueden utilizarse también para derrames de líquidos conformando la espuma a partir de espumógenos de clase B previstos para líquidos inflamables, por ejemplo AFFF.



Figura 11.43. Generador de espuma de aire comprimido (CAF) incorporado en un camión.



Figura 11.44. Según tenga más o menos proporción de agua los CAF serán mas "húmedos" o más "secos".

Páginas suprimidas en esta muestra

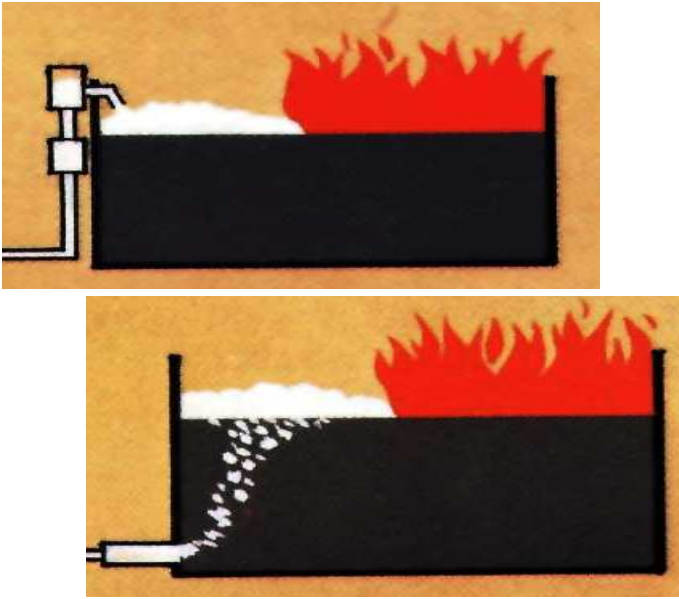


Figura 11.49. Esquema de la protección de tanques mediante vertederas (arriba) o inyección subsuperficial (abajo).

También algunos procesos de fabricación, fundamentalmente asociados a la presencia de líquidos inflamables, se protegen también con instalaciones fijas de espuma, normalmente de baja expansión.

Cuando la espuma es de baja expansión se aplica mediante rociadores de espuma, o rociadores convencionales en caso de espumógenos AFFF.

También se utilizan instalaciones fijas de espuma de media o alta expansión para proteger almacenes o hangares en los que existe riesgo de derrames de líquidos inflamables.

En el caso de instalaciones con espuma de alta expansión se usan generadores de alta con vertederas repartidas por la zona a proteger.

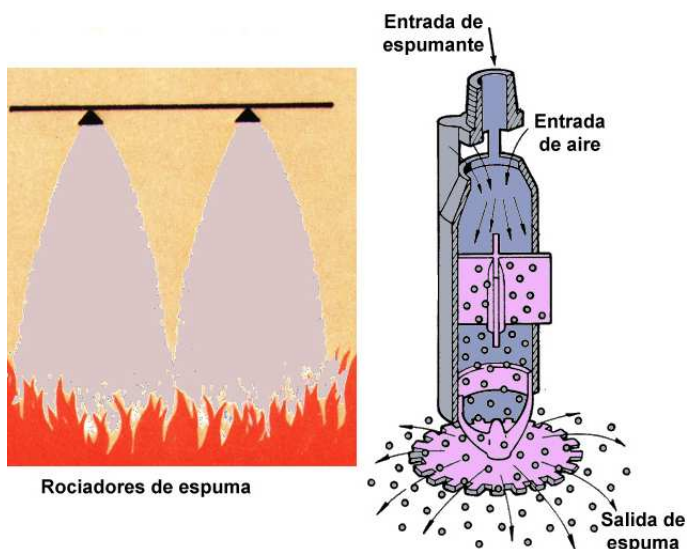


Figura 11.50. Rociadores de espuma.

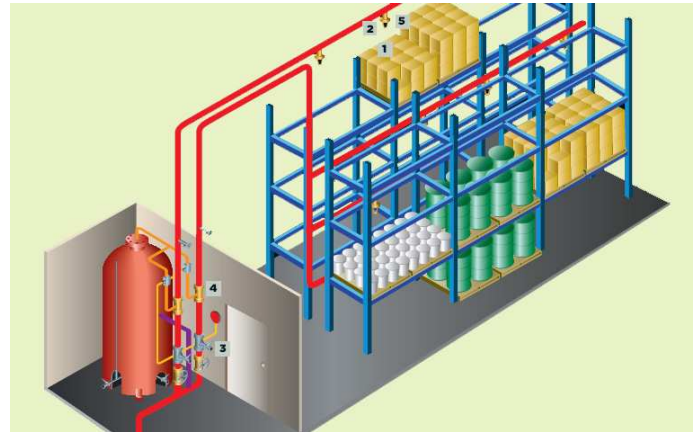


Figura 11.51. Esquema de una instalación de rociadores de espuma para proteger un almacén.



Figura 11.52. Sistema de inundación de una nave industrial en funcionamiento.

SISTEMAS DE EXTINCIÓN COMBINADOS DE POLVO Y ESPUMA

Aunque son poco usuales, para aplicaciones especiales se utilizan sistemas mixtos de extinción que aprovechan la eficacia tanto del polvo seco como de la espuma.

A partir de un depósito de polvo extintor presurizado con nitrógeno, a modo de un extintor de gran potencia,

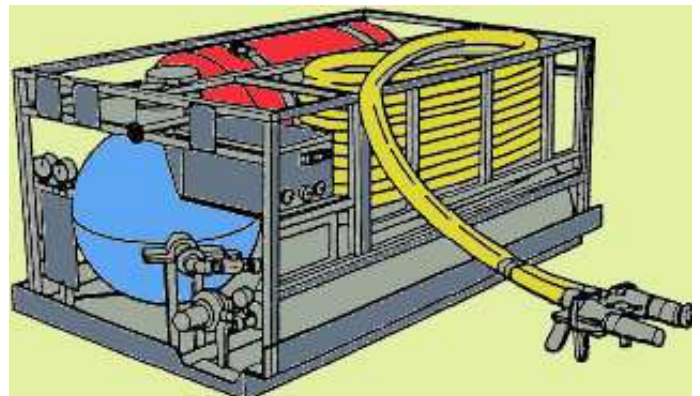


Figura 11.53. Sistema combinado de extinción polvo-espuma.

Páginas suprimidas en esta muestra