

El agua, porque transformarla en espuma?

Conrado Marin - Santiago, Chile, Octubre de 2018

Combustibles líquidos, gravedad específica

La GRAVEDAD ESPECIFICA es la comparación de la densidad de una sustancia con la densidad del agua

La gravedad específica de la mayoría de los combustibles es menor que 1 lo que resulta en que el agua no sea un buen agente extintor en fuegos clase B

ACEITES	0,90
FUEL OIL	0,84
GASOLINA	0,72
HEPTANO	0,68

Espuma, que es?

El standard 11 de NFPA – Espuma de baja, media y alta expansión

La define

3.3.10* Espuma. Un agregado estable de burbujas de densidad menor que el aceite o el agua

También

La ESPUMA es un medio para hacer flotar el agua sobre un combustible





Que se requiere para hacer espuma?



Mencioné que la ESPUMA es un medio para hacer flotar el agua sobre un combustible por lo que, por supuesto, se requiere agua

DULCE

SALOBRE

O

SALADA



Que se requiere para hacer espuma?



Se requiere, también, de un concentrado de ESPUMA
Un concentrado se debe proporcionar
Entre 0,1% y 1%, aquellos para fuegos clase A
2% o 2,75% aquellos de alta expansión
1%, 3% o 6% aquellos proteínicos, fluoro proteínicos,
AFFF – espuma formadora de película acuosa
FFFP – fluoroproteínica formadora de película
AFFF AR – espuma formadora de película acuosa
resistente a alcoholes



Que resulta de esta mezcla de concentrado y agua?



SOLUCION DE ESPUMA

Para una correcta mezcla agua/concentrado de espuma y obtener una SOLUCION DE ESPUMA al porcentaje que corresponda, se debe utilizar un

PROPORCIONADOR

Por ejemplo, un PROPORCIONADOR atmosférico
Este dispositivo es simple de instalar, de limpiar y de mantener pero tiene una MAXIMA CONTRAPRESION PERMISIBLE del 65% de la presión de entrada



Proporcionador atmosférico

MAXIMA CONTRAPRESION PERMISIBLE

Si esta es 65% de la presión de entrada al proporcionador significa que este tiene un "gasto" del 35% de la presión de entrada para proporcionar

En otras palabras si se alimenta agua al PROPORCIONADOR a 100 psi la presión de salida será de 65 psi

La MAXIMA CONTRAPRESION PERMISIBLE, entonces, sera de 65 psi

Si este PROPORCIONADOR se instala, por ejemplo, en una línea de 1.5" provista de un pitón aspirador de aire para 100 galones por minuto a 100 psi, con una presión de entrada de 100 psi, no funcionará

Mayor información en NFPA 11

Que se hace con la solución de espuma?

A la SOLUCION DE ESPUMA es necesario agregarle AIRE para asi obtener ESPUMA FINAL

Esto se hace con un GENERADOR DE ESPUMA el que puede ser

un rociador

un pitón portátil

un monitor

o una CAMARA DE ESPUMA para instalar en el borde superior del manto en un tanque de techo cónico fijo para almacenamiento de combustible, por ejemplo



Como se hace protección contra incendio?



La protección contra incendio de una instalación se debe hacer considerando

Caudal de SOLUCION DE ESPUMA, esto es

galones por minuto o litros por minuto

Diferentes riesgos requieren de diferentes caudales de SOLUCION DE ESPUMA

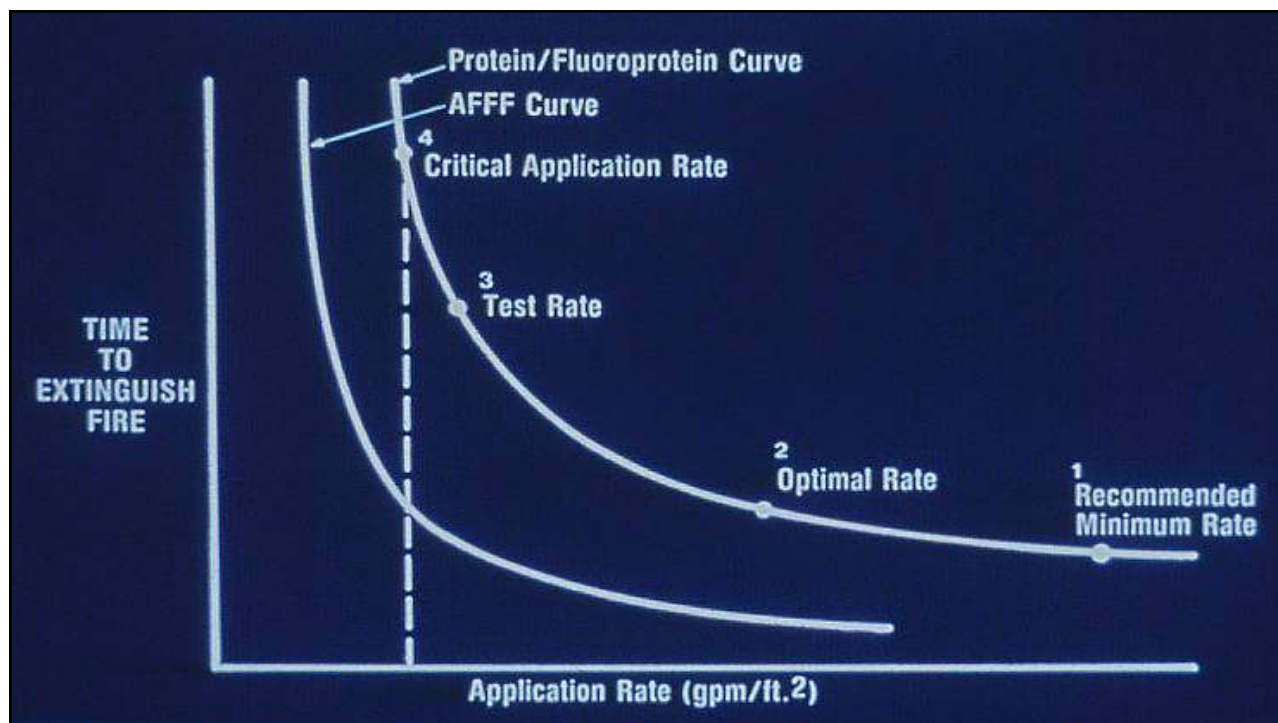
Como se hace protección contra incendio?



En protección contra incendio con espuma es importante la TASA DE APLICACIÓN

GALONES POR MINUTO DE SOLUCION DE ESPUMA POR PIE CUADRADO DE SUPERFICIE DEL RIESGO A PROTEGER

LITROS POR MINUTO DE SOLUCION DE ESPUMA POR METRO CUADRADO DE SUPERFICIE DEL RIESGO A PROTEGER



Tasas de aplicación



CRITICA – mínima con la cual se puede apagar un fuego

DE PRUEBA – tasa utilizada por una norma para certificar un producto, por ejemplo Underwriters Laboratories estándar 162

OPTIMA – aquella que permite maximizar el tiempo de extincion y la cantidad de **CONCENTRADO DE ESPUMA**

RECOMENDADA – aquella de una norma determinada, por ejemplo NFPA 11

Tasas de aplicación



NFPA 11 – Espuma de baja, media y alta expansión exige

0,16 gpm/pie cuadrado al hacer protección contra incendio de tanques de almacenamiento de techo cónico fijo con líneas manuales o monitores

0,10 gpm/pie cuadrado al hacer protección contra incendio de tanques de almacenamiento de techo cónico fijo con cámaras de espuma o inyección sub superficie

100 años de historia en pocos minutos



ESPUMA QUIMICA - resultado de una reacción química de dos productos

Se utilizan entre 1915 y 1933

Por ser esta espuma generada por la reacción química de dos productos hay una capacidad limitada de generación

HOY OBSOLETAS

Espuma química



100 años de historia en pocos minutos

ESPUMA MECANICA – generada por un dispositivo mecánico

La primera en el mercado es aquella generada utilizando un concentrado de espuma base proteínas

Estamos hablando de 1933 en adelante

Durante la segunda guerra mundial se utiliza un concentrado de espuma base proteína de poroto soya

100 años de historia en pocos minutos



ESPUMA PROTEINICA

Excelente resistencia al calor

Bastante rígida, por lo tanto, baja velocidad de escurrimiento

OLEOFILICA – “amiga” del combustible

Se mezcla fácilmente

Se recomendaba fuera aplicada suavemente sobre la superficie del combustible para evitar agitación y sumergimiento

100 años de historia en pocos minutos



ESPUMA FLURO PROTEINICA

Se produce agregando tensoactivos fluorados al concentrado base proteína logrando así mayor fluidez por lo tanto mayor velocidad de escurrimiento

OLEOFOBICA – “enemiga” del combustible

Esta propiedad hace posible proteger tanques de techo cónico fijo inyectando la espuma por la parte inferior de un tanque, método llamado inyección sub superficie

100 años de historia en pocos minutos



Producto de un serio problema en el portaaviones Forrestal que cobro vidas y dañó considerablemente la cubierta de este barco y sus aviones

El “Naval Research Laboratory” - NRL – desarrolla un nuevo agente extintor por el año 1967

Aqueous Film Forming Foam, o bien, AFFF

Espuma Formadora de Película Acuosa

USS Forrestal



USS Forrestal



USS Forrestal



USS Forrestal



USS Forrestal



100 años de historia en pocos minutos



La diferencia entre un AFFF y la espuma fluoroproteínica esta en el TIEMPO DE DRENAJE

TIEMPO DE DRENAJE – tiempo que demora la espuma – burbujas - en regresar a ser solución de espuma

La SOLUCION DE ESPUMA que drena tiene tensoactivos fluorados que le permite flotar sobre la superficie del combustible formando una película acuosa, aumentando asi la velocidad de extinción

100 años de historia en pocos minutos



Las AFFF aun estan siendo utilizadas

Las AFFF se proporcionan al

1%, 3% o 6% en hidrocarburos

Existen también las AFFF 3%x6%, 3%x3% y 1%x3% para hidrocarburos y solventes polares

3%x6% se proporcionan al 3% en hidrocarburos y 6% en solventes

3%x3% se proporcionan al 3% en hidrocarburos y solventes

1%x3% se proporcionan al 1% en hidrocarburos y 3% en solventes

Proporcionar

Al 1% - Una parte de concentrado de espuma por noventa y nueve partes de agua

Al 3% - Tres partes de concentrado de espuma por noventa y siete partes de agua

Al 6% - Seis partes de concentrado de espuma por noventa y cuatro partes de agua

Expansión

La EXPANSION no es otra cosa que el aumento de volumen que ocurre cuando se le agrega aire a la SOLUCION DE ESPUMA

Las espumas pueden ser de

Baja expansión	2:1 a 20:1
Media expansión	20:1 a 200:1
Alta expansión	200:1 a 1000:1

Aplicaciones

La espuma de baja expansión se utiliza para proteger

- Tanques de almacenamiento de combustible de techo cónico fijo o de techo flotante, abierto
- Diques de tanques horizontales
- Diques de bombas de combustible
- Sistemas de rociadores de mesas de carga, de bodegas
- Protección de tanques de techo cónico fijo con inyección sub superficie
- Derrames









Aplicaciones



La Espuma de media expansión se usa para proteger

Diques de tanques horizontales

Diques de bombas



Aplicaciones

La espuma de alta expansión se utiliza para proteger

Plantas de LNG – Liquefied Natural Gas – o GNL – Gas Natural Licuado

Hangares





Determinando la cantidad de agua y concentrado de espuma



Para este propósito tomemos un tanque de techo cónico fijo de 50 pies de diámetro en el que se almacena kerosene con flash point de 100 °F

NFPA 11 pide

Una tasa de aplicación de 0,10 gpm/pie cuadrado

Un tiempo de aplicación de 30 minutos

Determinando la cantidad de agua y concentrado de espuma



Calculamos la superficie del tanque

$$(50/2)^2 \times 3,1416 = 1.964,125 \text{ pies cuadrados}$$

1.964,125 pies cuadrados x 0,10 gpm/pie cuadrado = 196,425 gpm de SOLUCION DE ESPUMA

196,425 gpm de SOLUCION DE ESPUMA x 30 minutos = 5.910 galones de solución total

5.910 galones de solución y concentrado



Concentrado para proporcionar al 1%

59,1 galones de concentrado – 5.850,9 galones de agua

Concentrado para proporcionar al 3%

177,3 galones de concentrado – 5.732,7 galones de agua (59,1 x 3)

Concentrado para proporcionar al 6%

354,6 galones de concentrado – 5.555,4 galones de agua (59,1 x 6 o 177,3 x 2)

Donde no aplicar espuma



No olvidar, la espuma es un agente para fuegos clase B pero solo de líquidos

En fuegos originados por combustibles líquidos con presencia de energía

En fuegos originados por combustibles líquidos fluyendo por gravedad llamados también tridimensionales

En fuegos originados por combustibles líquidos fugando bajo presión

En fuegos en los que hay presencia de materiales que reaccionan con agua

Malas prácticas en diseño de sistemas de espuma



Durante los años que he dedicado a protección contra incendio, a la fecha son 44, me he encontrado con malas prácticas

Respecto de sistemas de espuma menciono, a continuación, para terminar mi presentación, solo dos

Cámaras de espuma
Protección de tanques de almacenamiento

Cámaras de espuma



Una cámara de espuma, típico, esta diseñada para operar entre 40 psi y 100 psi

Una cámara, además, tiene una placa orificio para regular el flujo de descarga según la presión de entrada a ella

La placa orificio de cada cámara tiene un orificio mínimo y uno máximo

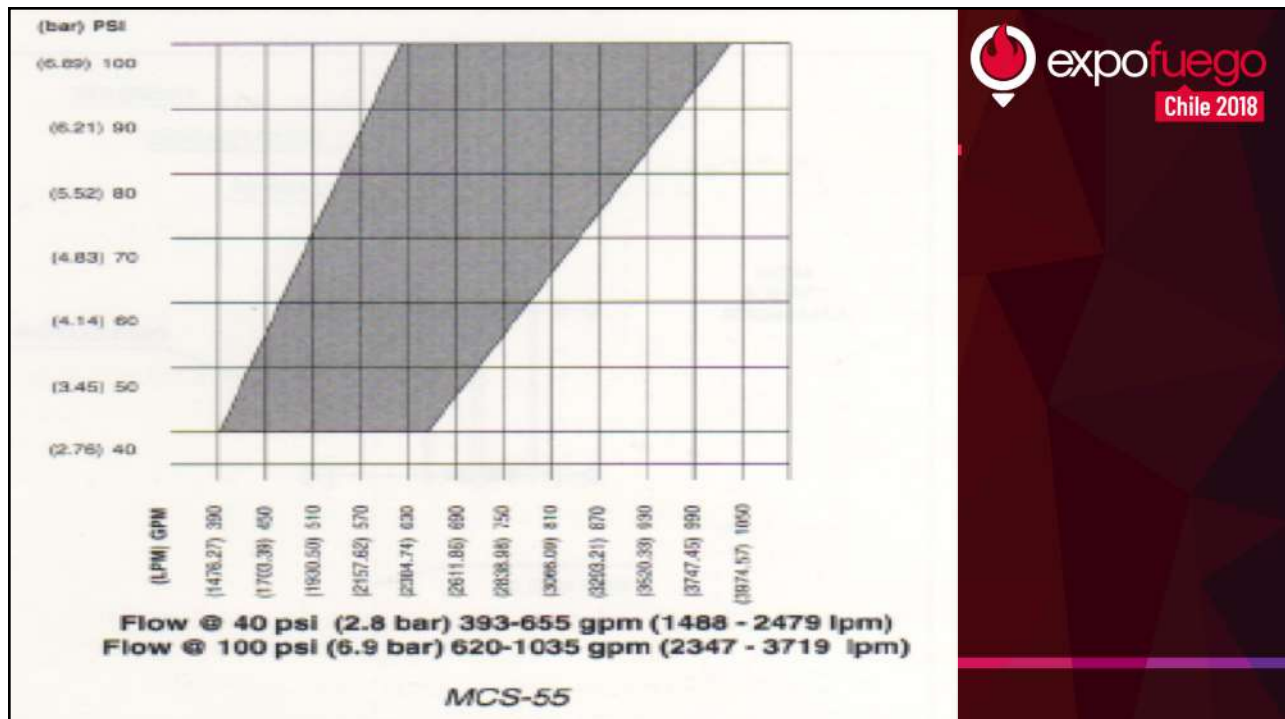
La mayoría de los fabricantes tienen cuatro diferentes tamaños de cámaras, flujos nominales de 90, 170, 330 y 550 galones por minuto

Cámaras de espuma

Una cámara debe ser entregada por el fabricante/proveedor con su placa orificio ya perforada con el diámetro que corresponde al caudal y presión de trabajo y, mas aun, el diámetro del orificio de la placa debe estar marcado en ella con números de golpe

Quien diseña, entonces, debe proporcionar el caudal de diseño y la presión de operación de la cámara para que el fabricante/proveedor pueda cumplir con el punto anterior

ESTO, POR SPUESTO, RARAMENTE SUCEDE



Tanques de almacenamiento



La protección contra incendio de un tanque de almacenamiento de techo cónico fijo y techo flotante abierto se hace con un sistema principal mas PROTECCION SUPLEMENTARIA

La PROTECCION SUPLEMENTARIA consiste en líneas manuales de espuma de 50 galones por minuto en cantidad y tiempo de operación según el diámetro del tanque a proteger, para combatir fuegos de derrames posibles de ocurrir en el dique del o los tanques

Los diseños normalmente hacen caso omiso de la protección suplementaria y consideran, en cambio, la protección del dique del tanque, típico con monitores , lo que resulta en sobreprotección y un proyecto de alto costo

Tanques de almacenamiento



Para mejor explicar este punto

NFPA 11 - Espuma de baja, media y alta expansión

Capítulo 5 – Diseño de sistemas de espuma

5.2 Tanques exteriores de techo cónico fijo. Los siguientes métodos para proteger tanques de techo cónico fijo se incluyen en esta sección sin ningún orden de preferencia

Tanques de almacenamiento



Líneas manuales de espuma o monitores

Aplicación sobre la superficie del producto almacenado con salidas de descarga fijas

Aplicación sub superficie (por la base de un tanque)

Aplicación semi sub superficie

Tanques de almacenamiento



5.2.1 PROTECCION SUPLEMENTARIA. Además de los medios primarios de protección se debe proveer protección suplementaria de acuerdo con los requisitos de la sección 5.9

En vez de esta protección suplementaria se aplica

5.7 Areas represadas – Intemperie

5.7.1 Para los efectos de esta norma, áreas represadas (o diques) son áreas encerradas por contornos de tierra o barreras físicas que contienen un combustible hasta una altura mayor de 1 pulgada

Tanques de almacenamiento



5.7.2 La protección de estas áreas se debe lograr ya sea con salidas fijas de descarga, monitores fijos o portátiles o líneas manuales (mangueras) de espuma

LA PROTECCION TIPICA? CON MONITORES!

NO SOLO UNO SINO QUE MAS DE UNO, DE 500 GALONES POR MINUTO RESULTADO?

SOBREDIMENSION DEL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO Y, POR SUPUESTO, ALTO COSTO DE UN PROYECTO QUE EL INTERESADO DEBE ASUMIR

FIN DE MI PRESENTACION



Conrado Marin - Consultor - Protección contra Incendio

- Ingeniero Comercial - Universidad de Chile
 - Contador Auditor - Universidad de Chile
 - Licenciado en Ciencias Económicas - Universidad de Chile
 - Experto en Prevención de Riesgos de la Industria Extractiva Minera - Servicio Nacional de Geología y Minería - SERNAGEOMIN - Registro 722 - Categoría B - Ministerio de Minería, Chile
 - Graduado Escuela ANSUL - Marinette, Wisconsin 1974, 1975, 1976, 1977, 1989, 2011
 - Instructor invitado - Universidad Texas A&M - Escuela en Español - Operaciones contra Incendio - 1992/2001
 - Instructor invitado - Universidad Texas A&M - Escuela en Español - Operación de bombas de Vehículos contra Incendio - 2002/2018
 - Instructor invitado - Ansil Fire Technology Center Escuela Ansil en Español - 1993/2015 2018
 - Instructor I NFPA 1041, Edición 2002 - Certificación Pro Board - Universidad Texas A&M (2007)
 - Instructor II NFPA 1041, Edición 2002 - Certificación Pro Board - Universidad Texas A&M (2008)
 - Instructor de National Fire Protection Association - NFPA - Standard 10 - Extintores
 - Instructor de National Fire Protection Association - NFPA - Standard 11 - Espuma de baja, media y alta expansion
 - Miembro 115897 de National Fire Protection Association - NFPA - desde mayo de 1976, hoy miembro de por vida
- Tel : 56 98 293 8966
E-mail : conalmagro@vtr.net

