

2 Ep. No. 86

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



LAS CAMARAS DE ESPUMA COMO AUXILIAR EN EQUIPOS CONTRAINCENDIOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO
PRESENTA

ALDO CESAR RUIZ LARRAGUIVEL

MEXICO, D. F.

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

- 1) INTRODUCCION
- 2) DIFERENTES TIPOS DE ACCIDENTES QUE PROVOCAN FUEGO
- 3) QUE ES UNA CAMARA DE ESPUMA
- 4) LAS CAMARAS DE ESPUMA COMO MEDIO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL
- 5) DIFERENTES TIPOS DE CAMARAS DE ESPUMA
- 6) LA CAMARA DE ESPUMA TIPO MLS
- 7) LA CAMARA DE ESPUMA TIPO MCS
- 8) FABRICACION
- 9) FUNCIONAMIENTO
- 10) UTILIDAD
- 11) INSTALACION
- 12) SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO
- 13) APENDICE Y CONCLUSIONES
- 14) BIBLIOGRAFIA

1. INTRODUCCION

INTRODUCCION

En esta época en la que se requiere de un gran desarrollo industrial y crecimiento de fabricas y empleados, también está presente el riesgo de un accidente y crece el riesgo a medida que crece la industria, si no se tiene un buen -- plan de seguridad contra accidentes, y en estos accidentes no se puede descartar la presencia del fuego, y para ---- evitarlo y sofocarlo se construyen cada vez más equipos -- para combatirlo y prevenirlo.

Tal es el caso de las cámaras de espuma para protección --- de tanques de almacenamiento, que es un equipo que usa en - la extinción de incendios con la ayuda de espuma mecánica que es descargada por la camara y dispersada dentro del tanque -- con la ayuda de un deflector, inclusive se colocan varias -- cámaras de espuma en un solo tanque para mayor seguridad.

En esta investigación se va a utilizar la Ingeniería Química para hacer un análisis de todos los modelos existentes y en seguida ver la fabricación y funcionamiento de éstas cámaras aprovechando las propiedades de los fluidos, en este caso de la espuma mecánica y en base a esto recomendar en todo proyecto la necesidad y utilidad de una cámara de espuma a nivel ---- industrial y finalmente la instalación que debe hacerse para el mejor aprovechamiento de las cámaras tomando en cuenta los materiales tanto de las cámaras, bridas y tanques así como su

resistencia, la cantidad de cámaras que se deben instalar --
según el tamaño del tanque y el líquido que se almacena, ----
además la seguridad que ofrecen y el mantenimiento que se --
le debe de dar, por mínimo que sea, ya que en los equipos de
seguridad no se deben escatimar gastos y se les tiene que dar
un mantenimiento regularmente para así tener confiabilidad --
y eficiencia en esta clase de equipo tan importante para todos.

2. DIFERENTES TIPOS DE ACCIDENTES QUE PROVOCAN FUEGO

CAPITULO II

DIFERENTES TIPOS DE ACCIDENTES QUE PROVOCAN FUEGO

La siguiente es una lista propuesta, bajo la cual se clasifican los fenomenos que producen incendios.

Es de importancia esta lista porque proporciona una clara vision de los problemas de prevencion de incendios y porque el conocimiento de sus causas es el mejor medio para planear un control y defensa constructiva. Las causas son diez.

- 1) Contacto directo con flamas o materiales radiantes.
- 2) Aplicacion de calor a bajos grados por tiempo prolongado.
- 3) Calentamiento espontaneo e ignicion.
- 4) Explosiones o propagacion rapida de flamas.
- 5) Rayo (intensidad de relampagos)
- 6) Explosiones de polvos.
- 7) Electricidad
- 8) Reacciones quimicas
- 9) Fricción, presion, choques, caidas (conclusion)
- 10) Electricidad estatica.

A continuacion se explicaran cada uno de los fenomenos que producen incendios con ejemplos representativos.

1) CONTACTO DIRECTO CON FLAMAS O MATERIALES RADIANTES.

Cualquier flama abierta es una fuente de peligro constante porque puede haber posibles contactos con combustibles, gases y polvos.

Un chorro de gas oscilando, las velas que se usan para varios -
propositos y de salidas sin proteccion, sopletes que usan los
plomeros para derretir tuberias.

Las flamas abiertas en plantas industriales en fraguas, estufas
de gas, pilotos de encendido, soldadura o chorros de gas que se
usan para chamuscar o para el calentamiento de engomantes.

2) APLICACION DE CALOR A BAJOS GRADOS POR TIEMPO PROLONGADO.

Esta clasificacion incluye las lineas de vapor primarias que --
salen saturadas y exhaustas de vapor, que pueden pasar a traves
de pisos de madera, divisiones de otros materiales combustible
y fuera de espacios libres apropiados.

Tambien se incluyen fuentes de radiacion tales como focos incan-
descentes de luz de alto voltaje.

Las chimeneas de las calderas y las chaquetas aisladas impropia-
mente permiten calor de radiación que tambien crea condiciones
en plantas industriales que es una mayor fuente de peligro.

Por ejemplo, una pequeña distancia entre la camisa, o el conducto
de ventilación y los techos de madera a un calor constante even-
tualmente produce serios resultados, otro ejemplo el papel alrede-
dor de las lamparas para propositos decorativos o para emitir o -
dar tono a la luz.

La temperatura de un foco descubierto es elevada y bastante para
requerir precaución y se evitara que materiales combustibles esten
en contacto con la lampara. Tambien la temperatura del filamento
es de tal grado que el rompimiento del foco, en presencia de -----
cualquier gas o vapor inflamables puede causar ignición y explosión.

3) CALENTAMIENTO E IGNICION ESPONTANEOS

Los fuegos que se imputan a esta causa requieren algun conocimiento de las características de los materiales y sus tendencias.

Aunque es difícil evitar completamente las condiciones que --- pueden resultar en la ignición espontánea, el margen de peligro se puede evitar considerablemente tomando simples precauciones. La oxidación se produce por muchas causas y puede estar en ---- proceso por largo tiempo antes de elevarse la temperatura hasta el punto de inflamabilidad, como en cajas de carton, cueros --- tratados, y carbón, especialmente carbón ligero, haran prontamente esta acción de oxidación. La fricción entre miembros organicos puede ser una causa. La actividad bacterial se eleva por el lento calentamiento de la masa debida a la presión o germinación tal como el secado de pastos o granos.

Finalmente, las reacciones químicas que se deben al almacenaje de varias sustancias que puedan producir una actividad si hay combinación. El calentamiento y la ignición espontaneos en los materiales combustibles se debe a la acción química mas que a la fuente de calor. El proceso se conoce como combustión espontánea si ocurre el punto de ignición, empieza con una lenta oxidacion o fermentacion la cual genera calor. Como el calor aumenta, la acción química se acelera hasta que se alcanza la temperatura -- de ignición.

Hay cuatro metodos que se pueden usar para prevenir la combustión espontanea y que se pueden emplear efectivamente.

Estos metodos son: aerear, extender los montones, limitar los apilamientos, evitar las fricciones, mojar o mezclar, almacenar en estructuras al fuego, almacenar bajo agua, hacer pruebas con -

termómetros e instalar alarmas y termo coples para detectar la elevación de la temperatura.

4) EXPLOSIONES O PROPAGACION RAPIDA DE FLAMAS

Las explosiones resultan de una rapida descomposición con liberación de grandes cantidades de calor, de la propagación rapida de la flama, a traves de los vapores desprendidos o por descarga instantánea de presiones.

Para evitar explosiones se debe analizar las propiedades de los materiales que pueden producir una de las tres condiciones ---- mencionadas.

5) RAYOS

No hay principio que gobierne los incendios por rayo. Todos estan sujetos a sus peligros y a incendiarse, siendo quiza el más ----- potente. Incendia casi cualquier material, por su temperatura ---- que es comparable el arco electrico y la velocidad de su ataque que da poco tiempo de prevenirlo. Los pararrayos cuando se instalan correctamente, han probado el 95.0% de eficiencia y es el único metodo de defensa.

Debe estar éste a tierra y sin aislar.

6) EXPLOSIONES DE POLVOS

Las nubes de polvos se pueden formar por: Combustión de muestras de materiales, por ejemplo negro de humo.

Destilación seca, Sublimacion (azufre, naftaleno)

Pulverización mecanica, molido, martillado (machacado), batido.

Purificación mecanica (tamarizado y soplado) harina y granos.

Transporte de materiales de un lugar a otro.

Cualquier clase de polvos organicos que floten en el aire se pueden prender por la llama mas simple, por chispas electricas o cuerpos radiantes a temperaturas suficientemente altas.

7) ELECTRICIDAD

Las principales causas de fuego por este fenomeno de electricidad son: arco voltaico, chispazos y recalentamientos . Un arco ----- electrico se causa por la interrupción de la corriente y su --- intensidad depende de la cantidad de corriente y voltaje. Esta temperatura de arco puede ser muy alta.

Si un arco electrico se aproxima y está en contacto con un material combustible el fuego sobreviene, si está en contacto con un metal, tales como los conductores que se usan, soportes metalicos, clavos o juntas de cajas, la chispa puede ser lanzada y causar fuegos.

Para eliminar la posibilidad de arco voltaico, todos los empalmes unidos y nudos de cables se deberán asegurar y evitar la posibilidad de conductores expuestos, las terminales de los conductos seran selladas con naipes para evitar aristas asperas, y un --- aislamiento correcto se instalará, donde los cables pasen por divisiones o soportes.

8) REACCIONES QUIMICAS

Esta clasificación incluye cualquiera y todos los fenomenos --- incidentes de uso, manejo o almacenamiento de sustancias incluyendo aun la posibilidad de pruebas mas leves de cambios quimicos dentro de ellas mismas o en combinacion con otros materiales.

Estas reacciones tienen lugar por causas que pueden ser características inherentes a la sustancia misma, tales como ignicion - espontanea cuando se calientan ligeramente, o explotan por ---- percusión o como en la mayoría de las cuasas generales, en combinacion con otros materiales, debidas a reacciones naturales afines.

Aun en pequeñas cantidades pueden causar una llama inicial -- suficiente para encender materiales de los alrededores.

9) FRICCIÓN, PRESIÓN, CHOQUES, CONCUSIONES (CAIDAS)

Estas causas están conjuntamente unidas con la temperatura, y la producción de calor es el último resultado de cada una.

En el caso de la fricción y la presión la acción puede ser lenta, mientras que los choques y caídas pueden producir una acción rápida.

El rozamiento continuo de superficies orgánicas o metálicas --- eleva la temperatura y si continúa, incendian el material, si su punto de ignición se encuentra dentro de la posibilidad, o ---- desprenderán vapores que puedan incendiarse. Las presiones ---- pueden resultar de operaciones mecánicas. Estas presiones producen calor, causando expansiones o actividad molecular, resultando --- ignición o explosión.

Para eliminar la fricción se puede instalar un dispositivo ó -- anillo donde resbalan las cargas de la fricción.

10) ELECTRICIDAD ESTÁTICA

La industria ha producido muchos materiales y dispositivos que - desarrollan causas de fuego y una de las causas sobresalientes es la que produce electricidad estática. La fricción de bandas de hule entre dos superficies, produce cargas eléctricas. Las correas de transmisión han sido por muchos años fuente de este fenómeno y por largo tiempo han causado fuego en el proceso de algodón. La causa es indudablemente debida a la fricción entre las correas y el aire o las poleas, o ambos. La carga reforzada puede producir una chispa visible.

Asi que para evitar la formacion de una carga fuerte es necesario instalar un colector permanente, que este en contacto con la ---- correa y conectado a tierra.

CONTROL DE INCENDIOS

Para extinguir un fuego es necesario detener la rapida reaccion de oxidacion que causa el incendio. Hay cuatro metodos por los cuales se puede extinguir y son:

- a) Enfriamiento
- b) Separacion del agente oxidante del combustible
- c) Dilucion o eliminacion del combustible suministrado y
- d) Extincion quimica (interrupcion de la reaccion)

Los incendios se extinguen generalmente por uno o más metodos, o bien la combinacion de ellos.

EXTINCCION POR ENFRIAMIENTO

Es el más ampliamente usado y en el caso de fuegos, en materiales combustibles comunes, la mayor efectividad de la extincion es quitar el calor del combustible, ya que este se enfira, la velocidad de liberacion de vapores y gases combustibles a la zona de --- combustión se reduce hasta que la mezcla combustible no existe -- más, y el fuego se apaga.

La eficiencia depende de sus calores especificos y latentes.

Una razon por lo que el agua es un agente extintor superior, es que sus calores especificos y latentes son más altos que los - otros agentes extintores.

EXTINCIÓN POR SEPARACIÓN DEL AGENTE OXIDANTE DEL COMBUSTIBLE

Esta extinción se acompaña por la supresión o sofocamiento del fuego.

El bioxido de carbono y la espuma extinguen por este metodo. Una capa de bioxido de carbono o espuma arriba de la superficie del material que esta ardiendo evitara que el oxigeno alcance el -- fuego, apagandose. Y permanecera apagado si la capa se mantiene lo suficiente hasta que el material combustible se enfria abajo de su temperatura de ignición. La reducción del contenido de - oxigeno del aire necesario para prevenir fuegos y explosiones -- varía con los diferentes materiales manejados y con la clase de gas inerte que se use.

EXTINCIÓN POR DILUCIÓN O REMOLICIÓN DEL COMBUSTIBLE SUMINISTRADO

En cualquier mezcla de combustibles gaseosos o vapores con aire, la velocidad de propagación de la flama, depende de la relación combustible aire, y de la temperatura y presión de la mezcla.

La flama o zona de combustión se localizará donde la velocidad de la mezcla combustible-aire se mueve desde la fuente de combustible justamente igual a la velocidad de propagación de la flama.

La flama se extinguirá si la mezcla se diluye abajo del limite -- inferior de la flama de propagación ó si la flama se mueve lejos de la fuente de combustible a una velocidad mas grande que la velocidad de propagación de la flama. Si las condiciones de --- temperatura cerca de la fuente de combustible no son favorables para una reignición la flama permanecera extinguida.

EXTINCIÓN QUÍMICA

Por algún tiempo se ha reconocido que la efectividad de ciertos hidrocarburos halogenados y sales inorgánicas como agentes --- extintores se debe a algunas propiedades extraordinarias de -- estos agentes. Cuando los polvos químicos secos se desarrollan -- como agentes extintores, se pensó que su efectividad se debía al hecho de que cuando se calentaban se formaba dióxido de carbono. Esta hipótesis ha sido descartada cuando se demostró que -- los polvos químicos secos tenían cerca de dos veces la efectividad a una cantidad igual de dióxido de carbono. La teoría de extinción química, se atribuye la efectividad de extinción -- de los hidrocarburos halogenados y sales inorgánicas a una --- reacción química de los agentes extintores con uno de los productos intermedios en la reacción en cadena que tiene lugar durante la combustión. La reacción rompe la cadena y detiene completamente la combustión de acuerdo a esta teoría.

Los materiales básicos comúnmente usados en los polvos químicos secos extintores son bicarbonato de sodio, bicarbonato de ---- potasio y fosfato monoamónico. En estos polvos lo que tienen -- fosfato de amonio y carbonato de potasio son los más efectivos en las distintas clases de incendios.

ESTADISTICAS Y CAUSAS DE INCENDIOS

CLASIFICACION DE INCENDIOS Y EXPLOSIONES EN LA INDUSTRIA

Los riesgos industriales se clasifican en (A) normales y (B) - de cuota especifica. Ambos se consideran industriales porque la maquinaria para el trabajo de manufactura desarrolla mas de 5.0 H.P. en sus motores y la fuerza que los mueve puede ser electrico o hidraulica.

La diferencia entre los riesgos industriales Normales y de los de Cuota Especifica es que estos ultimos deben reunir ciertas - características tales como: instalación electricia adecuada -- mantenimiento efectivo, orden y limpieza estricta, no tener --- congestionamiento en la distribución del equipo, asi como en la maquinaria y el almacenamiento, tener departamento de seguridad, y contar en general con todas las disposiciones y normas de ---- seguridad .

CAUSAS POSIBLES DE INCENDIOS EN LA INDUSTRIA

RAZONES DE PERDIDAS

1) FACTOR ESTRUCTURAL

Construccion inferior (madera, carton) area excesiva
Falta de suficiente protección en areas expuestas
Aberturas verticales sin proteger

2) FACTOR DE OCUPACION

Contenidos altamente inflamables, cantidad excesiva de existencias combustibles.

Líquidos y gases inflamables

Equipo inseguro de calentamiento.

3) PROTECCION CONTRA INCENDIOS

Falta de adecuada protección privada

Falta de puertas contra incendio o divisiones entre secciones.

Puertas contra incendio bloqueadas, abiertas o de otro modo inoperantes.

Falta de adecuada protección pública.

Sistema de rociadores tapadas.

4) COMBATE DE INCENDIOS

Difícil acceso al fuego

Ataque al fuego deficiente por empleados.

Departamentos contra incendios inadecuadamente dotados o equipados.

Inexperiencia en combate de fuegos de gran magnitud.

Retraso del departamento de incendios.

5) DEMORA EN DAR LA ALARMA

Avance del fuego cuando se descubrió

Esfuerzo hecho para extinguir sin dar la alarma

El velador queda confundido

Falta de sistemas de alarma contra incendio.

Sistemas de alarma descompuestos

6) SUMINISTRO DE AGUA

Inadecuado suministro de agua

Escasos de hidratantes

7) CONDICIONES DE TIEMPO

Viento fuerte

Poca humedad

Mucho frío

8) EXPLOSIONES

Clasificación de incendios

Los incendios se han clasificado en función de la sustancia a extinguir y son:

CLASE A: Incendios que incluyen materiales combustibles comunes tales como madera, textiles, trapos, papel, siendo de suma importancia para combatir esta clase de incendios el uso de grandes cantidades de agua o de soluciones que la contengan en un gran porcentaje.

CLASE B: Incendios que incluyan líquidos y gases inflamables grasas, aceites y materiales similares, siendo esencial para su extinción el quitar el aire (oxígeno), produciendo un efecto de recubrimiento sobre las sustancias, inhibiendo así la liberación de vapores combustibles o interrumpiendo la reacción en cadena.

CLASE C: Incendios en equipo eléctrico energizado donde la seguridad del operador requiere el uso de agentes extintores no conductores de la electricidad.

CLASE D: Incendios en ciertos metales combustibles tales como magnesio, titanio, zirconio, sodio, potasio, etc., que requieren un medio de extinción de absorción de calor que no reaccione con el metal que se encuentra ardiendo.

Los extinguidores se clasifican en unidades de extinción -----
dependiendo de su capacidad extintora bajo condiciones normales
de uso, se recomienda lo siguiente:

Ocupación de lugares ligeramente peligrosos (oficinas, escuelas,
edificios públicos) las unidades se colocaran de tal manera que
una persona no tenga que caminar mas de 30 metros para llegar
a la mas cercana. Deberá haber al menos una unidad por cada --
500 m² o fracción, de superficie.

3. QUE ES UNA CAMARA DE ESPUMA

CAPITULO III

Que es una camara de espuma?

Existe en la actualidad diferentes clases de sistemas de protección contra incendio, específicamente para todos y cada uno de las diferentes areas de una planta. Sin embargo, enunciaremos a continuación los sistemas de seguridad para tanques de almacenamiento basicamente, ya que es muy importante esta selección en virtud de que de aqui se puede derivar la protección que se utilizará en las otras areas de trabajo de la planta.

Comenzaremos por mencionar que el componente principal del sistema semifijo de espuma es el agua por lo cual nos vamos a referir a los sistemas de espuma ya sea química o mecánica. Los sistemas de espuma se utilizan para extinguir fuegos de la clase A y B principalmente en tanques de almacenamiento de líquidos inflamables, en areas donde puede ocurrir derrames de dichos líquidos y en lugares de almacenamiento de líquidos o productos con las mismas propiedades inflamables. Existen sistemas de espuma fijos y semifijos de los cuales unicamente nos referimos a los fijos dentro de los que se encuentran las camaras de espuma pero no sin antes mencionar brevemente las características de los sistemas semifijos de espuma.

Estos sistemas se caracterizan por su versatilidad ya que en el momento de sofocar un incendio se utiliza espuma mecánica por un frente y agua por cualquier otro, por lo cual se utilizan en lugares donde se necesite de los dos medios de protección.

La característica principal de este sistema es que para proporcionar espuma al lugar a proteger, es necesario transportar un remolque -- o un camión, el cual tiene un deposito almacenador de liquido espumante y proporcionadores de linea, los cuales funcionan al tener flujo de agua a presión.

Los sistemas fijos de espuma mecanica o quimica constan de una fuente de suministro de agua, bombas para darle al agua la presión necesaria, una "casa de espuma", de donde parte la red de tuberias que la conduce a cada uno de los tanques, donde se producirá la espuma ---- a través de sus respectivos formadores de espumas fijos.

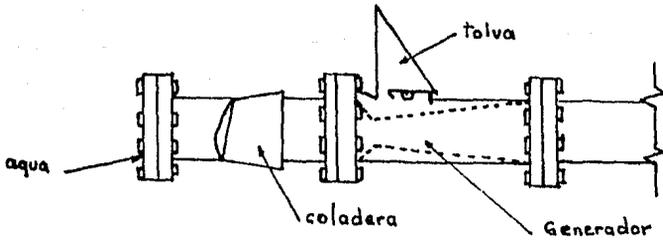
En la casa central se encuentra el deposito para el líquido espumador en caso de tener el sistema para espuma mecanica, y la dotación de polvo en caso de contar con espuma quimica, los proporcionadores de liquido espumante, en el caso de sistemas de espuma mecanica o generador de espuma en el sistema de espuma quimica, y las bombas de agua.

Los sistemas fijos pueden ser manuales o automaticos. Generalmente se destinan a protección de lugares de grandes dimensiones que esten, contengan o puedan quedar cubiertos con liquidos flamables.

A continuacion mencionaremos los principales componentes de los ---- sistemas fijos de espuma .

Funcionamiento:

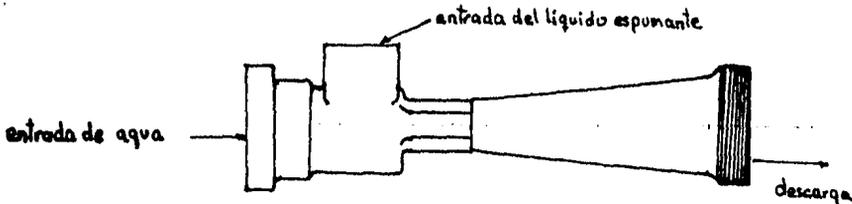
- a) El generador de espuma quimica es un aparato que se usa intercambiandose entre dos mangueras o entre dos tramos de tuberia segun el caso, incorpora el polvo al flujo de agua por sucesion a través de una tolva, produciendose la espuma en la propia salida del generador para descargarla por una boquilla o una camara de espuma.



Funcionamiento:

b) Proporcinator de linea

Este aparato es uno de los mas comunes para adicionar el liquido espumante a una corriente de agua a presion con objeto de producir la espuma mecanica. Consiste en un venturi, el cual hace un vacio y succiona el liquido espumante a traves de una manguera, tiene conecciones en los extremos. similares a las mangueras, y para hacerlo funcionar se coloca entre dos de ellas, o bien entre dos tramos de tuberia, obteniendose la mezcla de agua y liquido espumante.



c) Cámara de espuma mecanica

Es un aparato utilizado para formar e introducir espuma mecanica al tanque de almacenamiento para proteccion, se instala permanente en la parte exterior y superior permante en la parte exterior y superior del tanque, con un sello para evitar la fuga a traves de la camara de los vapores del liquido

flamable almacenado.

Existen dos clases de cámaras la tipo I y II, las de tipo I se utilizan para proteger tanques de almacenamiento de solventes polares como el alcohol, cetonas, esterres, etc. Esta cámara consta de un formador de espuma, una placa de orificio, un sello, un manguerote, generalmente de asbesto llamado "tubo moeller", enrollado en el interior de la cámara que al ponerla en operación se desenrolla -- rompiendo el sello y deposita la espuma sobre la superficie del --- liquido con la ayuda de un deflector instalado en la parte interna del tanque.

Las cámaras tipo II, son las utilizadas para proteger tanques que almacenan líquidos derivados del petróleo, crudos, diesel, gasolina, etc.

Esta cámara, consta de un formador de espuma. una cámara de expansión, un sello y un deflector para que la espuma resbale por la pared del tanque y se deposite sobre la superficie del líquido.

4. LAS CAMARAS DE ESPUMA COMO MEDIO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

CAPITULO NO. IV

LAS CAMARAS DE ESPUMA COMO MEDIO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Para conocer la forma en que da seguridad a una planta una camara de espuma y conociendo los principales componentes de este tipo de sistema como se vió en el capitulo anterior, se procederá a dar los datos para un mejor funcionamiento de la camara para la protección contra incendio de los tanques así como los requerimientos necesarios para los diferentes tipos de tanques.

El tanque de almacenamiento debe contar con una cámara de espuma por cada 465m² (5000 pies cuadrados) del área por proteger.

Se debe aplicar por cada metro cuadrado, la espuma resultante de la mezcla de 4.072 litros agua/minuto o sea 1 galón de agua/min. por cada 10 pies cuadrados.

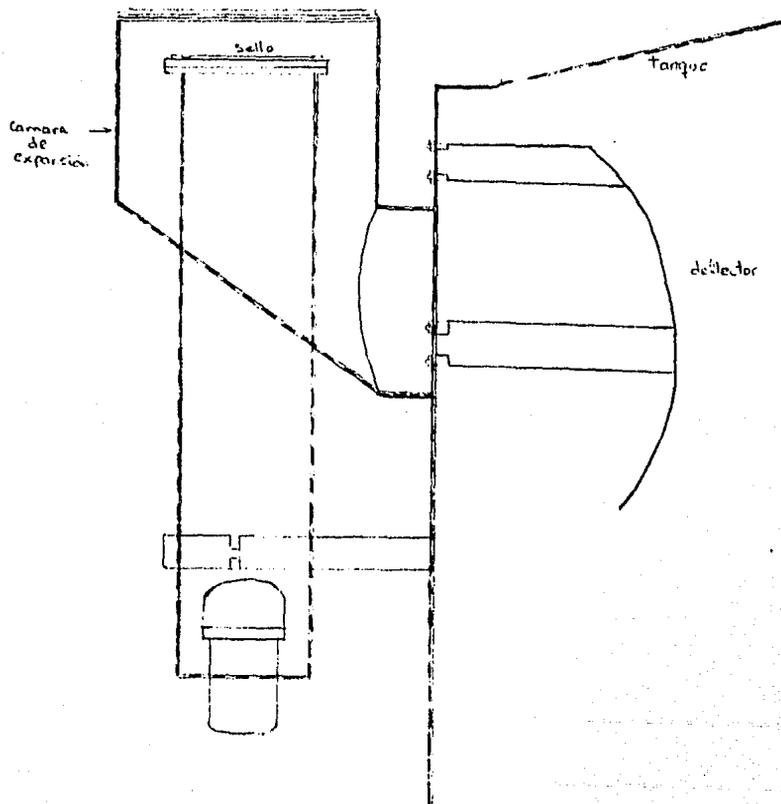
La espuma debe ser del tipo proteico y en concentración al 3%.

La presión mínima para operar en las cámaras es de 2.1092 kg/cm² -----
(30 psi).

Las especificaciones de la tubería son las mismas que las de la red de agua contraincendio..

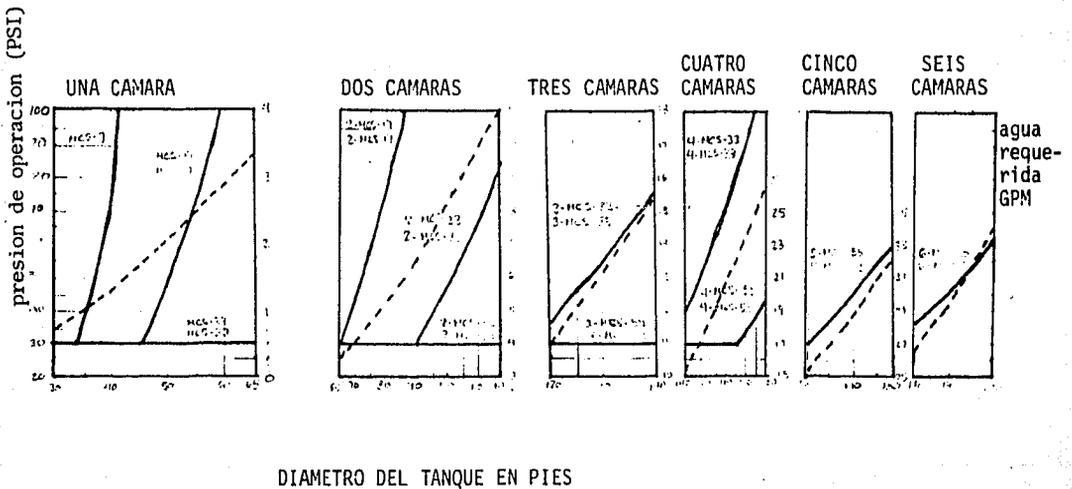
La pérdida de energía se calculará por la formula de Darcy debe contarse con dotación de agua y líquido espumante proteico al 3%, para 30 minutos en los líquidos con temperatura de inflamación menor de 60 °C (140°F), ejem. Diesel, Diafano, Contaminado, Pemex extra y Pemex Nova. Las tuberías que conecten a la cámara de espuma deberán llegar hasta la orilla exterior del dique de contención, de preferencia por donde pase un camino; en este extremo la tubería deberá tener una conexión hembra giratoria de 6.35 cm de Ø (2.5pulg) con rosca para manguera.

El diámetro de la tubería sera de acuerdo a la cantidad de espuma que se deba proporcionar a cada toma según la superficie del ---- tanque y se utiliza generalmente de 4" Ø nominal por razones que veremos en los cálculos y considerando una velocidad razonable entre 1.2 y 2.4 m/seg. (4 a 8 pies / seg). Además se utiliza diferentes tipos de bridas según sea el tamaño de la camara como veremos en la figura:



Determinación de las camaras de espuma tipo II para la protección de los tanques.

Para la selección del número y tipo de camaras requeridas para cada tanque, se utilizan las gráficas ilustradas en el catálogo de la National Foam System y que se presentan a continuación:



La determinacion del gasto de agua y gasto del líquido proteíco al 3% que se necesitan para la protección varía según el tamaño del tanque y se calcula como se ve en la tabla siguiente:

TABLA I
CANTIDAD DE LIQUIDO PROTEICO REQUERIDO POR TANQUE

TANQUE	DIAMETRO		Area= $\frac{\pi D^2}{4}$		COSTO DE AGUA Q=4.072 L/min/m ²		GASTO LIQ. PROT. q=0.03 Q		GASTO DE LA SOL. Q1=Q+q1	
	m	pies	m ²	pies ²	L/min.	GPM	L/min.	GPM	L/min.	GPM
TV-1	30.48	100	729.66	7851.14	2971.18	785.11	89.14	23.55	3060.32	808.66
TV-2	30.48	100	729.66	7851.14	2971.18	785.11	89.14	23.55	3060.32	808.66
TV-3	22.352	73.33	392.39	4222.12	1597.81	422.21	47.93	12.67	1645.74	434.88
TV-4	22.352	73.33	392.39	4222.12	1597.81	422.21	47.93	12.67	1645.74	434.88
TV-5	22.352	73.33	392.39	4222.12	1597.81	422.21	47.93	12.67	1645.74	434.88
TV-6	18.287	60	262.65	2826.11	1069.51	282.61	32.09	8.48	1101.60	291.09
TV-7	12.954	42.5	131.8	1418.17	536.69	141.81	16.10	4.25	552.79	146.06

Por lo cual si aplicamos las gráficas en los ejemplos de tanques que dimos anteriormente, determinamos lo siguiente:

TANQUE	DIAMETRO		Presión Operación		Modelo y números de cámaras Tipo II
	m	pies	Mínima en la Camara kg/cm ²	PSI	
TV-1	30.480	100	2.1092	30	2 MCS- 55
TV-2	30.480	100	2.1092	30	2 MCS- 55
TV-3	22.352	73.33	2.1092	30	1 MCS- 55
TV-4	22.352	73.33	2.1092	30	1 MCS- 55
TV-5	22.352	73.33	2.1092	30	1 MCS- 55
TV-6	18.287	60	2.1092	30	1 MCS- 33
TV-7	12.954	42.5	2.1092	30	1 MCS- 17

La presión de operación mínima necesaria en la entrada de la tubería de alimentación de la cámara de espuma es de 2.109 kg/cm² (30 psi) y para tener dicha presión debemos considerar la altura a la cual está instalada la camara de espuma, así como la longitud total de tubería considerada hasta el punto de alimentación a las cámaras que se encuentran fuera del muro de contención.

En ese punto es donde se determina la presión mínima necesaria a la cual debe ser alimentada la mezcla de agua y líquido protéico al -- 3% para obtener la operación de la cámara de espuma.

Para el cálculo consideramos lo siguiente:

$$P_a = P_c + H_{fs} (\rho) + Z_c g/gc (\rho)$$

en donde:

P_a = Presión mínima de alimentación a la cámara de espuma

P_c = Presión necesaria para la operación de la cámara de espuma e -- igual a 2.1092 kg/cm² (30 psi)

H_{fs} = Pérdidos por fricción a través de la tubería de alimentación a la cámara de espuma, que serán calculadas para la ecuación de Darcy o usando el criterio ΔP_{100} .

ρ = Densidad de la mezcla agua - líquido protéico al 3% (considerada como la densidad del agua a 20 °C (68°F) debido a que la mezcla es 97% de agua en su composición) y el peso específico del ---- líquido protéico es 1.12.

Z_c = Altura a la cual esté instalada la cámara de espuma en el tanque de almacenamiento = 11.052 m

g = Aceleración de la gravedad 9.81 m/seg² (32.2 pies/seg²)

G_c = Factor de conversión 9.81 m/seg² (32.174 lbpie/seg²- libra)

Tomando como ejemplo la instalación en cualquiera de los tanques ----- TV-3, TV-4, TV-5 de Pemex Nova, tendremos lo siguiente:

Gasto de la solución agua - líquido portéico = $Q_1 = 1645.74 \text{ l/min} = (434.76 \text{ GPM})$ Velocidad $v = 2.74 \text{ m/seg.}$ (9 pies/seg) seleccionada mayor a -----
8 pies/seg.

Mencionando anteriormente debido a la toma de menor diametro respecto al diametro de la tubería de la red para alimentar a la camara de ----- espuma.

$$\text{Diametro de la tubería} = D = \sqrt{\frac{\text{Sup.}(4)}{\pi}}$$

$$\text{Superficie} = S = \frac{Q_1}{v}$$

$$S = \frac{434.76 \text{ GPM} (\text{Pie}^3 / 7.481 \text{ gal}) (\text{min} / 60 \text{ seg.})}{9 \text{ Pies/seg.}} = .107 \text{ Pies}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{(.107 \text{ Pies}^2)(4)}{\pi}} = .369 \text{ Pies} \times \frac{12 \text{ in}}{\text{Pie}} = 4.43 \text{ in.}$$

Para una tubería de 4 in \emptyset cedula 40D int = 0.3355 ft

Area transversal = 0.08840 ft^2 la velocidad que se tomará para los -- calculos es de :

$$v = \frac{Q_1}{S} = \frac{434.76 \text{ gal/min} (\text{Pie}^3 / 7.481 \text{ gal}) (\text{min} / 60 \text{ seg.})}{0.08840 \text{ pies cuadrados}}$$

$$V = 10.95 \text{ pies/segundo}$$

Encontrando los términos faltantes de la ecuación establecida, tenemos:

$$H_{fs} = \frac{f L v^2}{29 cD} \quad \text{Ecuación de Darcy}$$

en donde:

f = Factor fricción de Darcy (función de Re-numero de Reynolds - y \emptyset interno)

v = Velocidad en pies/seg = 10.97 pies/seg

L= Considerando una longitud igual a 100 pies y así poder determinar las pérdidas por fricción por cada 100 pies.

GC= Factor de corrección igual a 32.174 lb. pie/lb. seg²

D= Diámetro interno de la tubería en pies=0.3355 pies

$$Re = \frac{Dv\rho}{\mu}$$

ρ = Densidad del agua a 20° C (68°F) = a 62.3052 lb/pies³

μ = Viscosidad del agua a 20°C (68°F) = a 1 cp. = 6.72×10^{-4} lb/pies-seg.

$$\therefore Re = \frac{0.3355 \text{ ft} (10.95 \text{ Pies/seg}) (62.3052 \text{ lb/ft}^3)}{6.72 \times 10^{-4} \text{ lb/pie-seg}}$$

Re= 34.06×10^4 y diámetro nominal de 4 in. por lo tanto $f_1=0.0178$

$$Hfs = \frac{(0.0178)(10.95)^3 \text{ Pies}^2/\text{seg}^2 (100 \text{ Pies})}{2(32.174 \text{ lb Pie} / \text{lb seg}^2) 0.3355}$$

Hfs= 9.88 lb pie /lb.

Hfs(ρ)= 9.88 lb.pie/lb.x 62.3052 lb./pie³

Hfs(ρ)= 615.57 lb./pie² x pie²/144 in.²

Hfs(ρ)= 4.27 lb/in²

$\Delta P/100 = 4.27 \text{ lb./in}^2$

$\Delta P = \Delta P/100 \times$ longitud de equivalente

Longitud de equivalente= a la longitud de la tubería en tramos rectos más la longitud de equivalente de los accesorios.

Accesorios: Un codo de 90° con un $l/d = 30$ da una longitud de equivalente = a 10.065 pies

Una expansión de campana de 2.5 in. a 4 in. de diámetro = $\frac{0.2057}{0.3355}$

$d_1/d_2 = 0.6131$. $K=0.38$

con K y diametro nominal = a 23(0.3355)= a 7.7165 total de longi-
tud de equivalente de los accesorios = a 17.7815 pies
Longitud de tuberia en tramos rectos = a 37.052 metros=a 121.56 pies
Longitud de equivalente total = a 139.34 pies

$$\Delta P = 4.27 \text{ psi}/100 \times 139.34 \text{ pies}$$

$$\Delta P = 5.95 \text{ psi}$$

$$Z_c = 11.052 \text{ metros} = a 36.259 \text{ pies}$$

$$Z_{cg}/G_c = 36.259 \text{ pies} (32.2 \text{ pie}/\text{seg}^2 / 32.174 \text{ lb.pie}/\bar{\text{lb}} \text{ seg}^2)$$

$$Z_{cg}/g_c = 36.288 \bar{\text{lb}}\text{-pie}/\text{lb.}$$

$$Z_{cg}/g_c(\rho) = 36.288 \bar{\text{lb}}.\text{pie}/\text{lb.} (62.3052 \text{ lb}/\text{pie}^3)$$

$$Z_{cg}/g_c(\rho) = 2260.931 \bar{\text{lb}}./\text{pie}^2$$

$$Z_{Cg}/g_c(\rho) = 15.7 \bar{\text{lb}}/\text{in}^2$$

Sustituyendo los valores encontrados en la ecuacion establecida
encontramos:

$$PA = 30 \text{ psi} + 5.95 \text{ psi} + 15.7 \text{ psi}$$

$$PA = 51.65 \text{ psi} \times .07030 \text{ kg.}/\text{cm.}^2$$

$$PA = 3.631 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

Siguiendo la misma secuencia de calculo para los demas tanques
tendremos la tabla siguiente:

TABLA II
PRESION NECESARIA EN EL FORMADOR DE ESPUMA

TANQUE	Ø Nominal Tuberia de alimentacion camara de espuma		Long. tuberia Tramos rectos		Gasto solucion camara		AP 100		PA		No. de camaras por tanque
	mm	pulg	m	pies	L/min.	GPM	Kg/cm ²	lb/in ²	Kg/cm ²	lb/in ²	
TV-1	101.6	4	70.052	229.83	1530.16	404.33	0.26	3.73	3.9149	55.6838	2
TV-2	101.6	4	70.052	229.83	1530.16	404.33	0.26	3.73	3.9149	55.6838	2
TV-3	101.6	4	37.052	121.56	1645.74	434.88	0.30	4.30	3.6332	51.6769	1
TV-4	101.6	4	37.052	121.56	1645.74	434.88	0.30	4.30	3.6332	51.6769	1
TV-5	101.6	4	37.052	121.56	1645.74	434.88	0.30	4.30	3.6332	51.6769	1
TV-6	76.2	3	37.052	121.56	1101.60	291.09	0.56	7.95	3.9451	56.1127	1
TV-7	63.5	2.5	37.052	121.56	552.00	146.06	0.28	3.96	3.5682	50.7524	1

5. DIFERENTES TIPOS DE CAMARAS
DE ESPUMA

CAPITULO V

DIFERENTES TIPOS DE CAMARAS DE ESPUMA

Existen diferentes tipos de camara de espuma para protección de tanques de almacenamiento como son:

TIPO ELC

TIPO MCS

TIPO MLS

Además existe también para protección de tanques de almacenamiento, unas torres de espuma de diferentes tipos, como la HT y DT, las cuales ----- mencionaremos brevemente, explicando su funcionamiento y utilidad.

Este tipo de torres de espuma, se ha usado ventajosamente como una protección suplementaria o secundaria para los tanques de almacenamiento de --- líquidos flamables u otro tipo de riesgos para equipos no provistos de --- accesorios de descarga. Son en realidad camaras de espuma portatiles, que pueden ser transportados al lugar del incendio, ponerlas en operación y - removerlas despues que el fuego haya sido extinguido.

Como mencionamos anteriormente, hay dos tipos de torres de espuma disponibles, cada una con un rango de flujo que llega a los 60 GPM.

La torre standard DT portatil, manualmente ensamblada y levantada, fue - diseñada primeramente para uso en tanques de una altura hasta de 30 pies de alto (9.15 m), torres de este tipo en tanques de 40 pies (14.64 m) -- o mas pueden ser utilizadas cuando exista la suficiente fuerza humana -- disponible para el levantamiento.

La torre tipo HT es levantada hidraulicamente, despues regresar a su -----
posicion, fue diseñada en principio para el uso de tanques mas altos de -
60 pies (18.3 m). Las torres de cualquier tipo pueden estar provistas -
de una extension llamada "Cuello de Ganso" para el uso en techos flotantes
en los tanques.

La torre portatil tipo DT es construida de aleaciones de aluminio, el ---
cuello de ganso, es de acero inoxidable, extremadamente resistente al ----
calor y a los golpes. El productor de espuma esta localizado en la base --
del cuello de ganso. Las secciones de la torres estan construidas con una -
longitud de 10 pies intercambiables. La seccion de la base esta equipada --
con picos de acero, para darle un agarre firme en la tierra. Estas -----
secciones son transportadas al lugar del incendio y ensambladas en el piso
en una sola pieza de la longitud requerida.

Por la localización de la base y el levantamiento manual, la torre con los
brazos de empuje y los cables deben de hacer que el cuello de ganso ensamble
de tal manera que haga la descarga en contra de la pared interior del -----
tanque. Son necesarios de cuatro a seis hombres para levantar la torre.

Como se mencionó antes, la torre DT, no es recomendada para tanques mayores
de 30 pies por que crece la dificultad para poner la torre en posición.

De cualquier manera, la torre DT, para operar en tanques mas altos de 48 pies
se necesitan de 12 a 15 hombres para levantar estas torres y este numero ----
de hombres es considerablemente mayor al que es requerido para operar una --
torres hidraulica.

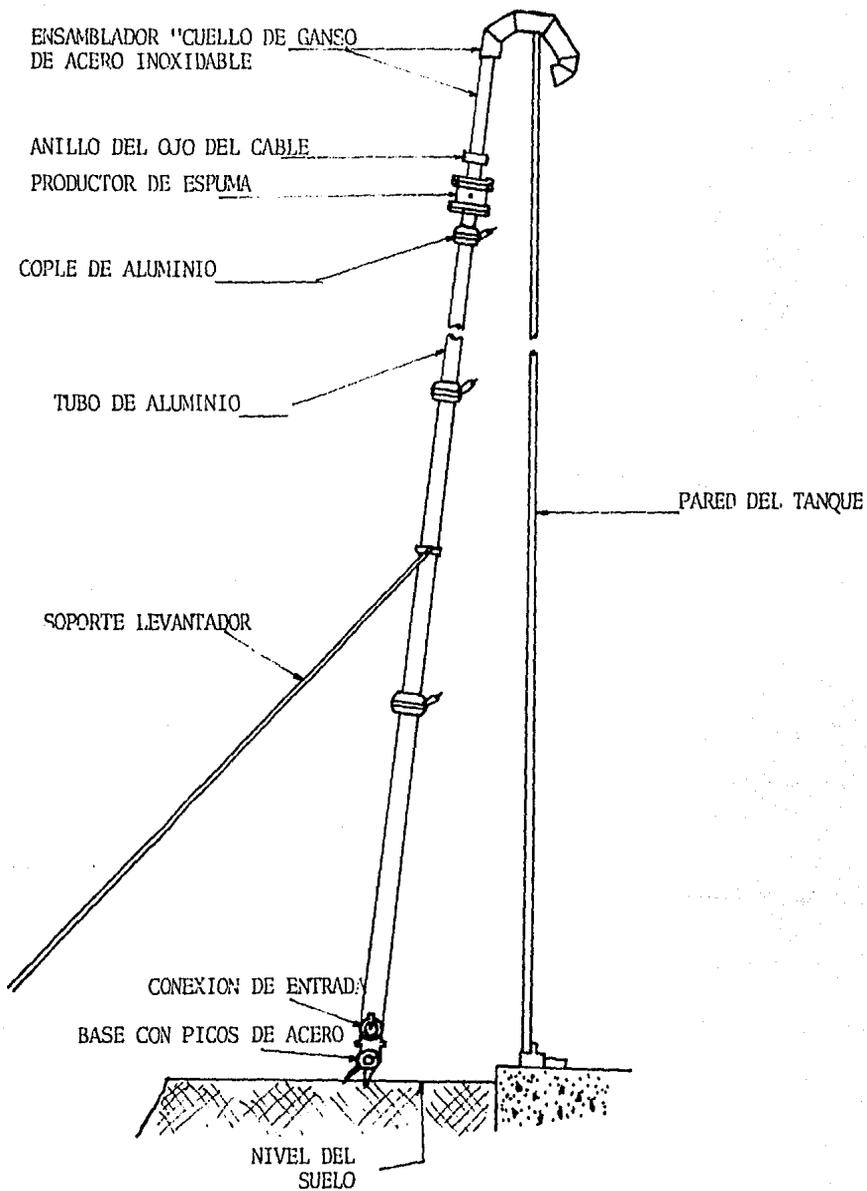
Las torres portatiles DT, son fabricadas en varias capacidades como se muestra
la tabla a continuacion, la velocidad del flujo de la espuma depende de la
presion de agua disponible. Una operacion satisfactoria es obtenida a una --

presion de 40 psi minimo en el productor de espuma, presiones mas altas -- produciran mayor espuma por minuto. El numero y tamaño de la torre requerida depende de la presion en el productor de espuma, el tipo de liquido flamable almacenado y el diametro del tanque.

TIPO DE TORRE	CAPACIDAD DEL PRODUCTOR DE ESPUMA GPM		
	PRESION PRODUCTOR ESPUMA (PSI)	40	75
DT-9	50-90	64-132	79-152
DT-17	90-175	132-237	152-277
DT-33	175-380	237-520	277-600

En la tabla se muestra el rango de la descarga de la solución usando el mas pequeño y el mas grande orificio en el productor de espuma.

Las torres DT de espuma pueden convertirse al uso de espuma quimica simplemente removiendo el productor de espuma e instalando el apropiado. El peso aproximado de una torre para un tanque de 30 pies es de 380 lbs. (172.3 kg)



TORRE DE ESPUMA PORTATIL TIPO DT

La torre hidraulica de espuma tipo III:

Esta torre fue construida para combinar fuerza y ligereza con el mayor --- flujo de solucion posible de mandar. Las secciones de la torre son ----- construidas de una aleacion de acero de alta tension, el cuello de ganso -- de un calibre pesado de acero inoxidable, resistente al calor capaz de --- absorber los golpes por si accidentalmente choca con la pared del tanque. Para un manejo mas rapido, facil y donde la fuerza humana es limitada , - la torre hidraulica ofrece una completa satisfaccion en proteccion de ----- tanques arriba de los 48 pies de altura, con secciones de extension ----- adicionales disponibles, se pueden usar en tanques de mas de 60 pies de -- alto.

Esta torre puede levantarse por 4 hombres, este es un factor importante --- cuando el tiempo y la fuerza humana pueden faltar. Es facil transportar -- a la base del tanque en tres secciones, la base con picos y tijeras armado en la base local, las cuatro unidades hidraulicas compactas y el cuello de ganso con el productor de espuma y el tubo levantador. Despues desconectada la manguera y todo el ensamblado se pone en posicion. Todas estas operacio- nes incluyendo el levantamiento de la torre son controladas a una distancia segura del area de incendio. Las lineas no deben llenarse de solucion antes de terminar el cuello de ganso en el tanque.

La presion hidraulica levanta la torre a lo maximo en segundos, cuando se ha elevado a un punto arriba de la altura maxima de la pared del tanque, se quita la presion y la torre baja gradulamente hasta que el cuello de ganso es enganchado en la orilla de la pared. Entonces la espuma es descargada en

contra de la parte interna de la pared del tanque, y fluye hacia abajo y a través de la superficie incendiada para extinguir el fuego.

Una presión de 50 psi en el agua conectada a la torre es requerida para levantar la misma y aplicar espuma a 40 pies de altura, 70 psi es requerida para tanques de 60 pies. Esta presión en general es menor a la que se necesita para que el productor de espuma opere. La sección hidráulica está diseñada para permitir que el agua escurra de las uniones, de esta manera la enfría y previene la formación interna de vapor que provocaría una falta de control en la torre en la altura máxima. El descenso de la torre es tan fácil y rápido como la elevación se aplica otra vez la presión hidráulica para elevar la unidad del cual es jalado fuera del tanque y la torre empieza a descender cuando la presión se deja de aplicar.

La construcción compacta de las torres de espuma hidráulicas significan que pueden ser fácilmente transportadas, manejadas, guardadas y también fácilmente levantadas en áreas de diques, como está formado de varias longitudes de tubos telescópicamente unidos, comparativamente se necesita un pequeño espacio para poner toda la torre en la tierra antes que sea levantada contra el tanque. Esta es una ventaja en áreas de tanques congestionadas.

La construcción especial de la base va a la torre estabilidad y rigidez en tres direcciones. Las estructuras de tipo tijera localizadas a la base en posiciones correctas a los soportes, previniendo que la torre se mueva excepto hacia el tanque, sin esta estructura los operadores podrían colocar los soportes incorrectamente y formaría una base inestable.

Las torres hidraulicas HT, son fabricadas en varias capacidades como se muestra en la siguiente tabla. El flujo de la espuma depende de la ---- disponibilidad de la presion de agua, y al igual que las torres DT, una operacion satisfactoria es cuando se tiene una presion minima de 40 psi en el productor de espuma, presiones mas altas produciran mas espuma por minuto, el numero y el tamaño de la torre requerida dependen de la ----- presion en el productor de espuma, el tipo de liquido flamable almacenado y el diametro del tanque.

TIPO DE TORRE	CAPACIDAD DEL PRODUCTOR DE ESPUMA GPM			
	PRESION PRODUCTOR ESPUMA (PSI)	40	75	100
HT-9	50-90	64-132	79-152	
HT-17	90-175	132-237	152-277	
HT-33	175-380	237-520	277-600	
HT-55	380-600-	520-600	600	

Camara de espuma tipo ELC

Esta camara de espuma esta clasificada como de tipo II, pues es usada en tanques de techo levantables obteniendo liquidos hidrocarburos.

En general los mismos requerimientos se aplican a la camara de espuma - ELC, usadas para proteger cualquier tanque como a las camaras MCS o MLS.

La camara de espuma instalada dentro del tanque de almacenamiento ----- (como se ve en la figura) se localiza en el punto mas alto del tubo ---- levantador extendiendose atraves de la cubierta del tanque. El productor de espuma esta localizado afuera de la cubierta del tanque, a una -----

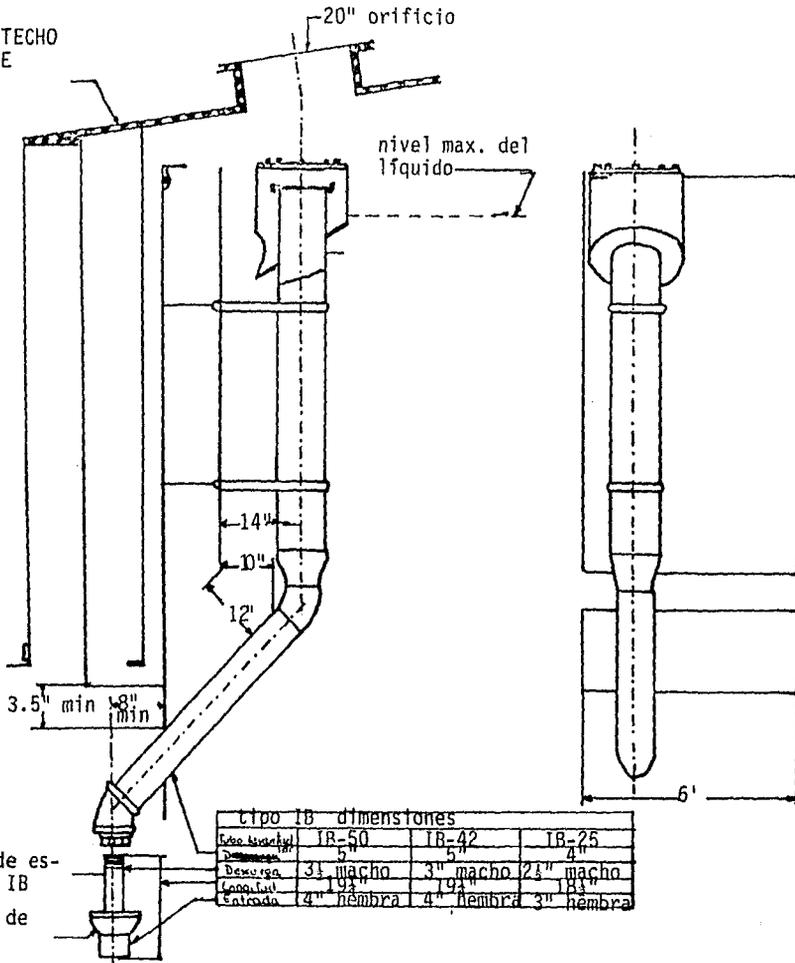
distancia variable por debajo de la camara de espuma, dependiendo de las condiciones de operacion de cada sistema. Este arreglo provee una ----- instalacion fija de la camara de espuma y a la vez permite el funcionamiento del techo como es requerido.

Para prevenir algun escape de vapor a traves de la camara de espuma, un diafragma especial de vidrio es sellado en posicion en el punto mas alto del levantador. Cuando la presion de la espuma es aplicada el diafragma se rompe, permitiendo a la espuma entrar al tanque. El diafragma de -- cristal es instalado por encima del nivel del liquido flamable del ---- tanque. De esta manera no hay perdida de producto si el sello es roto - accidentalmente. Para descargar la espuma tan generosamente como sea -- posible, la camara de espuma la descarga directamente a un angulo de 45° de la pared del tanque o a un deflector si hay uno instalado.

Las especificaciones para cada caso varian segun el diametro del tanque, longitud del borde al reductor y el tamaño del productor de espuma ya que esta camara utiliza uno especial que requiere de menor presion para la descarga y que es denominado productor de espuma tipo IB. El peso promedio de la camara de espuma y el tubo levantador es de 250 lbs ----- (95 kgs).

CAMARA DE ESPUMA TIPO ELC

TANQUE DE TECHO
LEVANTABLE



6. LA CAMARA DE ESPUMA TIPO MLS

CAPITULO No. VI

LA CAMARA DE ESPUMA TIPO MLS

La camara de espuma tipo MLS esta clasificada como tipo I (no salpica espuma al exterior) y se fabrica generalmente en tres tamaños. Son recomendadas particularmente para tanques que contienen solventes polares en donde las camaras tipo II son inefectivas aun combinadas con tubos conductores.

Cuando ocurre una explosion en un tanque de liquidos inflamables donde las camaras de espuma tipo II son usadas con tubos conductores, el tubo puede ser desalojado de la camara de espuma o torcido por el calor del fuego antes de ser aplicada la espuma, esto permite a la espuma a que salpique sin control en la superficie del liquido incendiado. El fuego se agrava mas y mucha espuma se pierde. Este peligro se evita usando una camara de espuma tipo MLS con tubos Moeller.

Cuando estas camaras son instaladas en tanques conteniendo liquidos hidrocarburos, producen un considerable ahorro de espuma. Los requisitos para el almacenamiento de liquidos son comparables a los de salida tipo II, esto es posible usando un tubo Moeller de asbesto cruzado, este tubo permite a la espuma salir, ya que se encuentra especialmente enrollado y colocado en el origen dentro de la camara de espuma, que esta provista de un sello de vapor para prevenir cualquier fuga de vapor del tanque.

En operacion la presion de la espuma expande el tubo rompiendo el sello, y el tubo es automaticamente expedito, como el tubo flota en la superficie del liquido, la espuma exuda a traves de la malla. Este metodo de aplicacion elimina salpicaduras o hundimientos, por lo cual, requiere un tiempo de operacion muy corto y menor espuma. Por ejemplo un tanque de 150 pies de diametro conteniendo gasolina, debe estar equipado por 4 camaras de espuma

tipo MCS, segun las normas de la NBFU se requieren 2,919 galones de liquido espumoso proteico al 3% para extinguir un fuego en ese tanque. Si se usan 4 camaras de espuma tipo MLS se utiliza unicamente 1,592 galones del mismo liquido proteico al 3%, debido al reducido tiempo de operacion, lo cual resulta un ahorro de 1,327 galones de liquido proteico utilizando camaras de espuma tipo MLS.

Esta camara de espuma puede trabajar satisfactoriamente a presiones desde 30 psi en el productor de espuma, sin embargo los sistemas estan generalmente diseñados para una presion minima de operacion de 40 psi, en el productor de espuma teniendo un adecuado factor de seguridad.

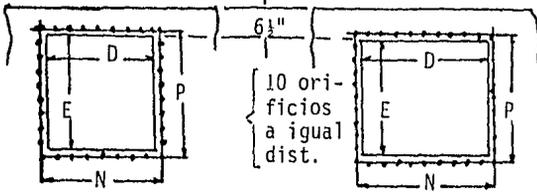
Las camaras de espuma tipo MLS estan construidas en acero al carbon y el sello, de papel aluminio.

En instalaciones donde el producto protegido esta sujeto a contaminacion por el acero al carbon o el aluminio, pueden ser fabricadas con acero inoxidable teniendo exactamente el mismo resultado en la operacion. Para este tipo de casos, se debe de tener especial atencion en el ensamblado, (soldadura) pintado, sellado y otras partes debido a la compatibilidad de estos con el producto a proteger.

En cualquier tanque nuevo es prudente planear una instalacion para camara de espuma, hasta los tanques para liquidos no inflamables pueden convertirse despues en almacenamiento de liquidos inflamables. Para este proposito existen bordes y cubiertas conocidas como "futuros ensambles" los cuales pueden ser instalados a un costo minimo durante la construccion del tanque.

Esta medida simplifica la instalacion de camaras de espuma, inclusive las camaras de espuma tipo MLS con sellos temporales en la entrada pueden ser instaladas con el mismo proposito, el productor de espuma y la tuberia se instalan despues.

Despues de cada uso, el cuerpo de la camara de espuma debe ser sopleteado con agua limpia e instalar un nuevo tubo Moeller y un nuevo sello, con inspecciones periodicas se puede asegurar que el equipo este listo para usarse a cualquier tiempo.



9 orificios
a la misma distancia
tipo MCS-9, 17

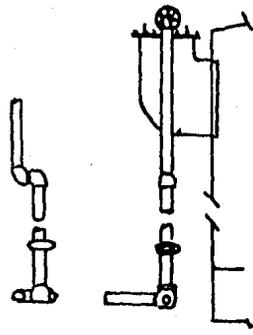
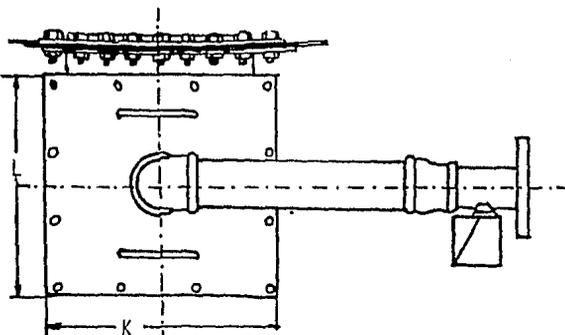
11 orificios
a la misma distancia
tipo MCS-33, 55

angulo superior

10 orificios
a igual distancia

PLANO
EN DETALLE
DE LA
CAMARA DE
ESPUMA TIPO MLS

CORTE EN DETALLE EN TANQUE



ENSAMBLE EN TANQUE

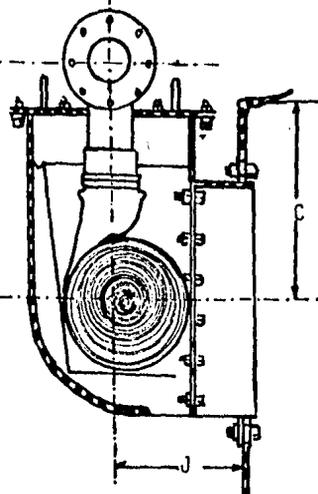
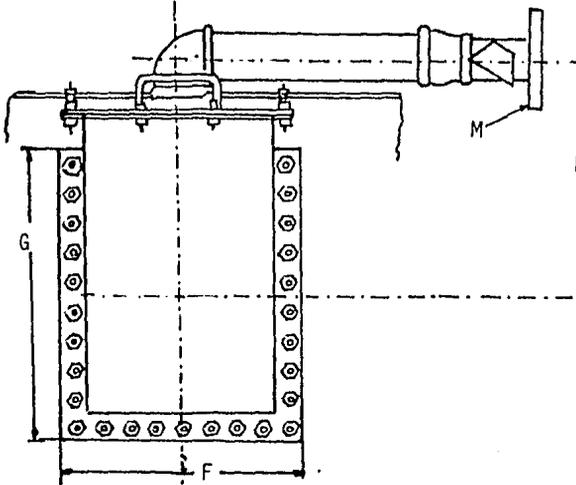


TABLA DE DIMENSIONES

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P
MLS-17	37	22	7	19	2	23	25	7	12	22	19	3	21	23
MLS-33	41	21	7	24	22	28	26	10	12	27	20	4	26	24
MLS-55	45	25	7	24	22	28	26	10	12	27	20	6	26	24

7. LA CAMARA DE ESPUMA TIPO MCS

CAPITULO VII

LA CAMARA DE ESPUMA TIPO MCS

La cámara de espuma tipo MCS es de tipo II quiere decir que en la descarga no conduce directamente la espuma por ningún medio a la superficie sino únicamente es desviada a las --- paredes del tanque por medio de un deflector dividido y de - ahí se va resbalando por la superficie del líquido al centro del tanque, se fabrica en 4 modelos que difieren solo en ---- capacidad, desde 90 hasta 550 GPM.

Esta cámara de espuma es la más usada por su facilidad de -- instalación, su mínimo mantenimiento y por no tener ningún -- inconveniente con productos corrosivos por no estar en contacto directo con el líquido almacenada, además de su rapidez para entrar en acción.

Cuando un tanque de líquidos hidrocarburos se está incendiando la cámara de espuma MCS entra en operación con mayor rapidez - que todas las demás, descargando la espuma y salpicándola hacia un deflector que obliga a ésta a resbalar por las paredes del tanque, y una vez en la superficie del líquido se mete por -- abajo de la superficie incendiada y corre al centro del tanque provocando un rompimiento en el contacto de las flamas y el -- resto del líquido almacenado formando una cubierta del mismo -- tamaño que la superficie del líquido.

Las cámaras de espuma MCS están construidas en acero al carbón sin tener que preocuparse como ya se mencionó si el líquido--- es altamente corrosivo o el tanque de acero inoxidable, ya que

la cámara de espuma no está en contacto con el líquido o --- vapores del líquido almacenado, sino que se encuentra separado por un sello construido por un empaque de cartón asbesto y un diafragma de vidrio entre dos placas de acero.

Esta cámara de espuma por su versatilidad puede funcionar desde una presión de 30 psi hasta 100 psí y dependiendo del --- tamaño del diámetro del orificio puede descargar mayor o menor galonaje, por ejemplo, en la cámara de espuma MCS-55 puede -- variar el diámetro del orificio de 2.159 pulgadas a ----- 2.486 pulgadas y descargando de 538 a 1131 GPM dependiendo -- de la presión de operación.

A continuación se presenta los diferentes diámetros de orificio que se fabrican para diferentes galonajes, dependiendo de la presión utilizada.

TABLA PARA CALCULAR EL DIAMETRO DE ORIFICIO DE LA

CAMARA MCS-90

Diam Tanq. pies	Presion de la espuma Lbs/pulg ²								GPM Req.
	30	40	50	60	70	80	90	100	
23	.648"								42
24	.671"								45
25	.709"	.651"							49
26	.728"	.677"	.641"						53
27	.755"	.702"	.664"						57
28	.787"	.732"	.692"	.661"					62
29	.812"	.755"	.715"	.682"	.658"				66
30	.843"	.784"	.742"	.708"	.683"	.658"	.641"		71
31	.872"	.811"	.767"	.732"	.706"	.680"	.663"	.645"	76
32	.900"	.837"	.792"	.756"	.729"	.702"	.684"	.666"	81
33		.862"	.816"	.779"	.751"	.723"	.705"	.696"	86
34		.887"	.840"	.801"	.773"	.744"	.725"	.706"	91
35			.862"	.823"	.794"	.764"	.745"	.725"	96
36			.884"	.844"	.814"	.784"	.764"	.744"	102
37			.914"	.873"	.842"	.810"	.790"	.769"	108
38				.893"	.861"	.829"	.808"	.787"	113
39					.887"	.859"	.832"	.810"	120
40					.910"	.876"	.853"	.831"	126
41						.896"	.873"	.850"	132
42							.896"	.872"	139
43								.890"	145
44								.912"	152

Orificio mayor .914" 153 GPM a 100 psi
97 GPM a 40 psi

Orificio menor .641" = 75 GPM a 100 psi
47 GPM a 40 psi

TABLA PARA CALCULAR EL DIAMETRO DEL ORIFICIO

DE LA CAMARA MCS-170

Diam Tanq. pies	Presion de la espuma lbs/pulg ²							GPM Req.	
	30	40	50	60	70	80	90		100
45	1.245"								159
46		1.198"							167
47		1.230"	1.163"						176
48			1.193"						185
49			1.209"						190
50			1.225"	1.170"					195
51			1.240"	1.185"					200
52				1.231"	1.186"				216
53					1.202"				222
54					1.215"				227
55					1.233"	1.187"	1.159"		234
56						1.218"	1.188"	1.160"	246
57						1.235"	1.205"	1.176"	253
58							1.235"	1.206"	266
59								1.227"	276
60								1.246"	284

Orificio mayor 1.249 = 285 GPM a 100 psi
182 GPM a 40 psi

Orificio menor 1.158" = 245 GPM a 100 psi
156 GPM a 40 psi

TABLA PARA CALCULAR EL DIAMETRO DE ORIFICIO
DE LA CAMARA MCS-330

Diam. tanque pies	Presión de la espuma lbs/pulg ² .						GPM Req.		
	30	40	50	60	70	80		90	100
61	1.682"							285	
62	1.697"	1.580"						290	
63		1.600"						298	
64		1.633"						310	
65		1.685"	1.594"					330	
66		1.698"	1.605"					335	
67			1.620"					341	
68			1.641"	1.568"				350	
69			1.660"	1.586"				358	
70			1.685"	1.610"				369	
71			1.701"	1.625"				376	
72				1.644"	1.582"			385	
73				1.655"	1.592"			390	
74					1.653"	1.590"		420	
75					1.682"	1.619"	1.579"	435	
76						1.646"	1.606"	1.568"	450
77						1.656"	1.615"	1.577"	455
78						1.665"	1.624"	1.585"	460
79						1.684"	1.643"	1.664"	471
80						1.700"	1.659"	1.620"	480
81								1.670"	510
82								1.687"	521

Orificio mayor 1.713 = 536 GPM a 100 psi
341 GPM a 40 psi

Orificio menor 1.566 = 448 GPM a 100 psi
285 GPM a 40 psi

TABLA PARA EL CALCULO DEL DIAMETRO

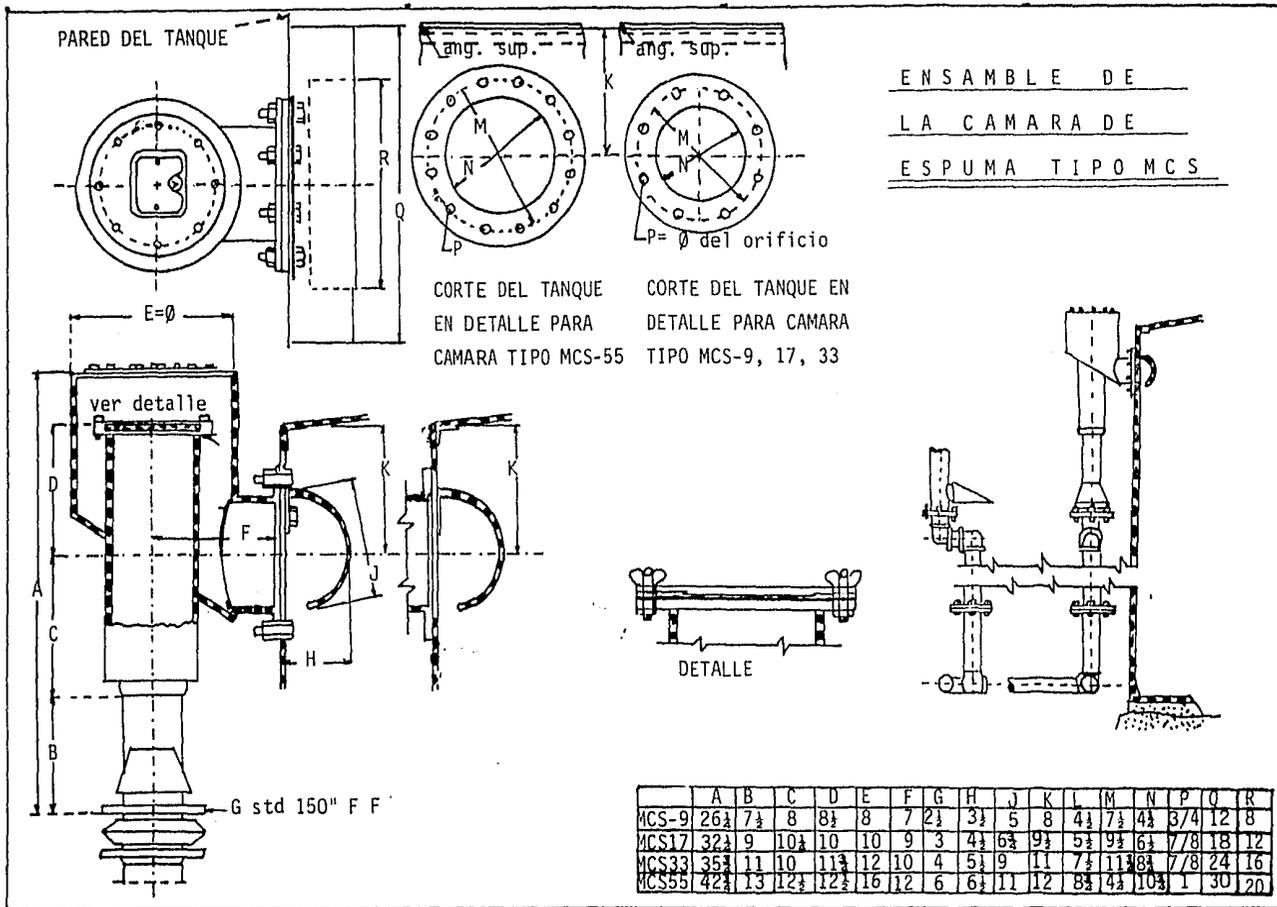
DE ORIFICIO DE LA

CAMARA MCS-550

Diametro tanque pies	PRESION DE LA ESPUMA Lbs/pulg. ²								GPM
	30	40	50	60	70	80	90	100	
83	2.312"								538
84	2.320"	2.159"							542
85	2.329"	2.167"							546
86	2.337"	2.175"							550
87	2.453"	2.283"	2.159"						606
88	2.461"	2.290"	2.166"						610
89	2.481"	2.390"	2.184"						620
90		2.315"	2.189"						623
91		2.365"	2.236"						650
92		2.390"	2.260"	2.159"					664
93		2.409"	2.279"	2.177"					675
94		2.483"	2.349"	2.244"	2.159"				717
95			2.352"	2.247"	2.162"				719
96			2.344"	2.255"	2.170"				724
97			2.402"	2.295"	2.208"				750
98			2.426"	2.318"	2.230"				765
99			2.434"	2.325"	2.238"				770
100			2.473"	2.363"	2.274"	2.188"			795
101				2.376"	2.286"	2.200"			804
102				2.389"	2.299"	2.213"	2.159"		813
103				2.400"	2.309"	2.222"	2.168"		820
104				2.422"	2.230"	2.243"	2.188"		835
105				2.429"	2.337"	2.249"	2.195"		840
106				2.448"	2.355"	2.267"	2.212"	2.159"	853
107				2.466"	2.373"	2.284"	2.228"	2.176"	866
108				2.486"	2.392"	2.302"	2.246"	2.193"	880
109					2.419"	2.328"	2.272"	2.217"	900
110					2.486"	2.392"	2.334"	2.278"	950
111						2.454"	2.395"	2.338"	1000
112						2.486"	2.426"	2.368"	1026
113							2.436"	2.378"	1035
114							2.448"	2.389"	1045
115							2.454"	2.395"	1050
116							2.471"	2.412"	1065
117							2.486"	2.427"	1078
118								2.452"	1100
119								2.480"	1126
120								2.486"	1131

Orificio mayor 2.490" = 1135 GPM a 100 psi
721 GPM a 40 psi

Orificio menor 2.159" = 853 GPM a 100 psi
542 GPM a 40 psi



8. FABRICACION

CAPITULO VIII

FABRICACION.

La fabricacion de la Camara de espuma incluye varios factores desde el diseño mismo; la seleccion del material a la terminacion.

Primeramente se ve el tipo de camara que se va a construir, -- el modelo, la capacidad, la presion a la que va a trabajar, y la altura a la que se encuentra, esto nos va a dar el modelo exacto de camara de espuma que se solicita y su instalacion -- empezaremos por ver los diferentes factores que se incluyen en los diferentes tipos de camaras de espuma.

Como se vio anteriormente, existen varios tipos de camaras de espuma que recordaremos, tipo ELC, MCS, y MLS ademas de las -- torres de espuma HT y DT.

En el caso de las torres de espuma HT y DT son fabricadas con tuberia de acero de alta tension de diferentes diametros para que se puedan quedar unos dentro de otros con una longitud variable de 13 a 23 pies (4 a 7 metros) cada tramo para las torres HT y de 8 a 12 pies (2.4 a 3.6 M) cada tramo para las torres tipo DT. En las uniones de estos tubos se instalan unos coples de aluminio para evitar fugas cuando se aplique la presion interna. En el extremo superior del tubo va una extension del tubo, ligeramente menor en diametro, pero que no llega a meterse --- dentro del tubo anterior y de una longitud aproximada de 5 pies (1.5 m) en donde se instala el formador de espuma y en el -- extremo superior se encuentra el "cuello de ganso" que es una especie de gancho fabricado en acero inoxidable para soportar.

el calor y golpes que pudiera recibir. Entre los tubos se les pone un aditivo para evitar rozamiento y alguna fuga de presión, el tubo levantador y los picos que evitan que la torre se resbale están fabricados en acero al carbono.

Camara de espuma tipo ELC

Esta cámara es fabricada en diferentes materiales según el líquido almacenado, ya que como es instalada en la parte interior del tanque debe tomarse en cuenta la corrosión o reacción que vaya a tener el líquido almacenado con el material de la cámara de espuma, generalmente se fabrica del mismo material del cual es el tanque y se recomienda no usar este tipo de cámara de espuma en tanques que almacenen líquidos corrosivos, la fabricación es muy semejante a la de las cámaras tipo MCS y que se verá posteriormente.

Camara de espuma tipo MLS

La fabricación de cámaras de espuma de este tipo es un poco más compleja debido a la forma de instalación y forma de operación, consta principalmente del cuerpo de la cámara, fabricado en acero con una placa de 23-28 pulgadas (58.4-71.1 cms) de ancho doblada a partir de 17.25 (para el tipo MLS-17) y 17.5 in (44.45 cms) para MLS-33 y MLS-55 en 90° de tal manera que forme dos paredes y una curvatura de aproximadamente 8-8.5 pulgadas de radio dependiendo del tipo de cámara, la pared frontal mide 23-28" por 25.5-26" conteniendo el sello que va a ser roto en la operación y la tapa que tiene unas medidas de 22x19.5 para MLS-17 y 27.25x20.5 para las demás, el espesor es de 3/4". El tubo Moeller

es otro de los constituyentes de la Camara, es principalmente un tubo de asbesto enrollado dentro de la camara el cual ---- cuando se pone en operacion y se aplica la espuma por este tubo, se expande rompiendo el sello y manteniendose en la superficie del liquido para asi ayudar a la salida de la espuma de la camara.

Esta sostenido por un tubo sujetador capaz de detenerlo durante la expansion y operacion.

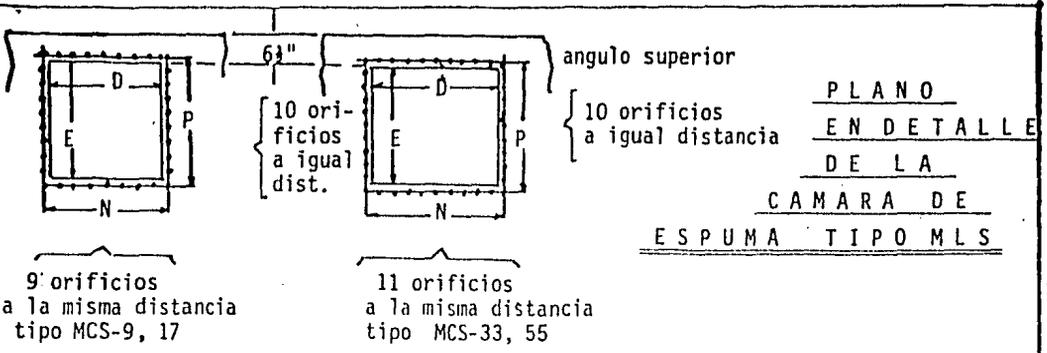
Hay dentro de la camara de espuma una cuna donde se apoya el tubo Moeller, consta de una placa de acero que va diagonalmente desde el origen de la camara a la base y luego continuar horizontalmente hasta unas 2 1/2 pulgadas antes del sello por proteccion de este..

En la parte superior se encuentra la cubierta que como se ---- meciono anteriormente tiene unas medidas de 22x19.5 y/o 27.25x20.5 con un empaque para evitar fugas.

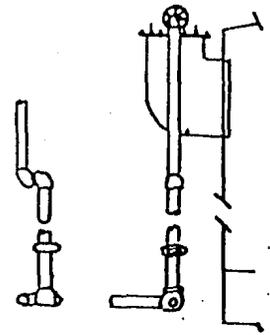
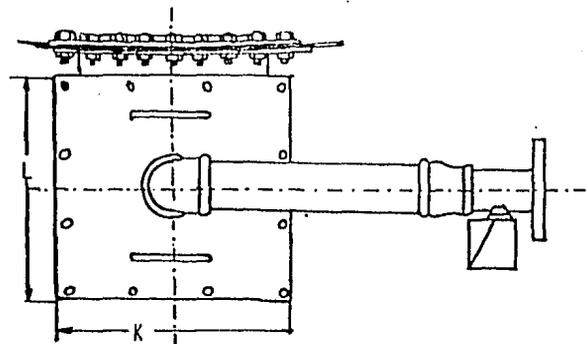
En la parte frontal se encuentra el marco que sujeta el sello fabricado basicamente de asbesto y empaque.

Afuera, de la camara, se encuentra la tuberia con la que se connecta a la red, dicha tuberia consta de un codo de 90° conectado al tubo sujetador, un tubo de acero, una reduccion un formador de espuma conectado con un aparato que introduce corrientes de aire al formador de espuma y que esta construido de hierro y finalmente una brida de cobre con un empaque para conectarse a la tuberia que viene de la red contraincendio, la tuberia de la camara de espuma tiene una longitud total de 37

pulgadas para MLS-17, 46 3/8 para MLS=33 y 55. la distancia de la tubería al centro del sello es de 22, 24 3/8 y 25 pulgadas y del techo del tanque al centro del sello 17 1/4, 17 1/2" esto es debido a la diferencia de tubería que se utiliza en cada tipo de cámara, el diámetro del tubo Moeller es de 7" para MLS-17 y 10" para las demás y el orificio de la brida de cobre es variable según las condiciones del cliente, operación y presión a la que se va a utilizar.



CORTE EN DETALLE EN TANQUE



ENSAMBLE EN TANQUE

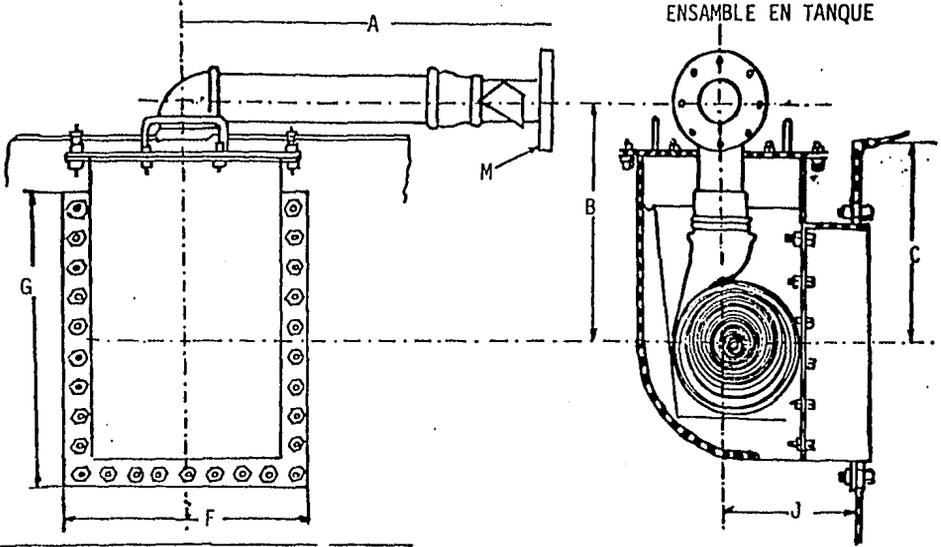


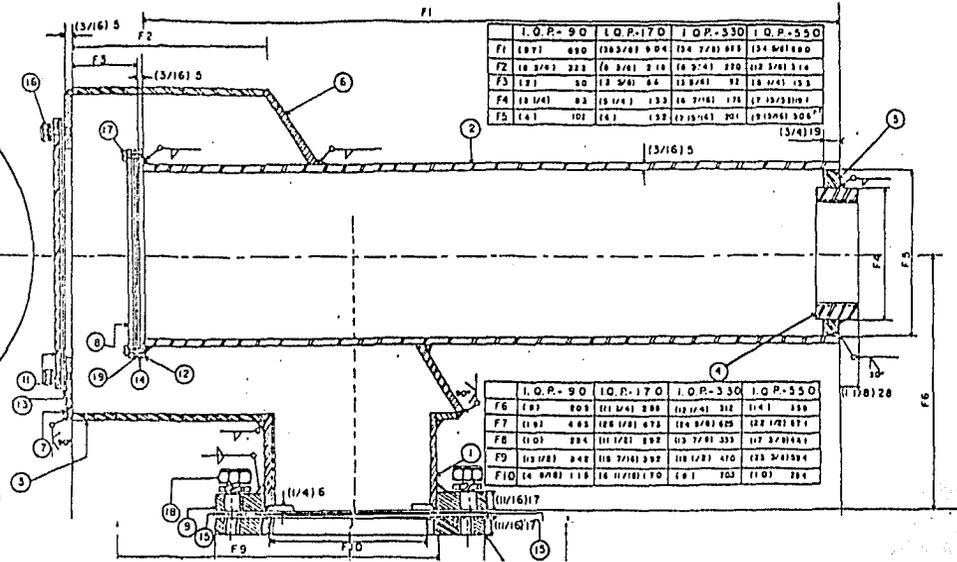
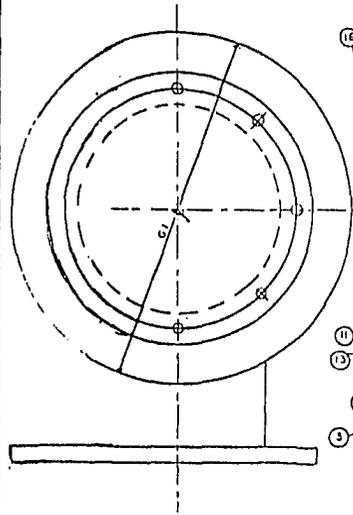
TABLA DE DIMENSIONES

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P
MLS-17	37	22	7 1/2	19	22	23	29	7	12	22	19 1/2	3	21	23 1/2
MLS-33	41	21	17 1/2	24	22	28	26	10	23	27	20 1/2	4	26	24
MLS-55	45	25	17 1/2	24	22	28	26	10	23	27	20 1/2	6	26	24

Camara de espuma tipo MCS

Este tipo de camara de espuma es fabricada generalmente en acero al carbon, pudiendose fabricar en acero inoxidable pero solo -- para casos muy especiales ya que esta camara no esta en contacto con el liquido o vapores del liquido almacenado, consta de un cuerpo que se obtiene de un corte transversal de una tuberia -- que puede ser de 4,6,8 o 10 pulgadas de diametro, y el tamaño longitudinal requerido segun el caso desde 27 a 34 5/8 pulgadas, las tuberias de 4 y 6 pulgadas son de cedula 40 y las 8 y 10 son roladas de 3/16 esp.

Al cuerpo se acopla la cabeza de la camra de espuma que son cortes de tubos de 8 a 20 pulgadas roladas de placa de 3/16 esp. y con cortes digonales para la parte inferior, de la -- cabeza con angular de 33° a 42°, en la parte posterior de la camara la parte diagonal comienza las 8 3/4 pulgadas en la camaras MCS-55, justo a esa altura en la parte frontal se salda un pedazo de tuberia del mismo diametro que el cuerpo de la -- camara a 90° del mismo, donde se coloca una brida de ----- 4 9/16, 6 11/16, 8, 10 pulgadas, segun el tipo de camara, ademas de un empaque de carton asbesto de diametro variable -- En la parte superior del cuerpo de la camara, que va adentro de la cabeza hay un empaque de carton asbesto y ademas un --- diafragma de vidrio entre dos placas de acero, este diafragma evita el contacto con los vapores del liquido almacenado y se rompe al entrar en funcionamiento la camara de espuma. En la parte superior de la camara se instala una placa de --- 7 5/8 a 19 5/8 despues un empaque de carton asbesto y hasta arriba una placa circular de 3/16 esp.



CAMARA DE ESPUMA TIPO MCS

En la parte inferior se coloca un medio cople para el tubo de coneccion y una brida de tamaño del cuerpo de la camara, el -- tamaño del orificio a la entrada de la camara, es variable segun los requerimientos de presion y descarga de espuma como se vio anteriormente.

A la entrada a la camara de espuma se encuentra el aparato espumador que consta de un orificio de vidrio en cuatro secciones iguales este orificio como ya se dijo, su tamaño es variable segun las -- necesidades, ademas de tener una entrada de aire en un costado para hacer la mezcla aire-liquido proteico para la formacion de espuma, esta entrada de aire consta de un filtro de lamina, malla de -- laton no. 20, soleras y tornillos para fijacion.

Formadores de espuma

Para el buen funcionamiento de la camara de espuma se debe de instalar el formador de espuma adecuado, ya que en la camara de -- espuma entra la combinacion del liquido proteico, aire y agua --- pero esta mezcla es llevada a cabo en el formador de espuma el cual permite la entrada de la cantidad exacta necesaria y a la minima presion. El orificio del plato es una parte importante de este instrumento, durante la fabricacion se puede tener el diametro requerido por el diseñador para la operacion optima de la unidad y provocar el paso del volumen de solucion estipulado por la NFBU (National Board of Fire Underwriters) para el tipo de tanque a proteger.

El formador de espuma puede operar con una presion minima de 30 psi en el formador aunque se utiliza generalmente 40 psi para tener un factor de seguridad. Cuando varias camaras de espuma - son utilizadas en un mismo tanque, el orificio de cada - - -

formador es diseñado igual para todos, para que la solución que pasa por todos los formadores sea igual y se conozca el total de solución requerida en ese tanque.

Los formadores de espuma están diseñados con grandes aberturas y pasajes y sin partes móviles que pudieran obstruir y provocar algún mal funcionamiento reduciendo así los abastecimientos y eliminando la necesidad de inspecciones continuas. El diseño -- para la entrada de aire limita la salida del flujo de la solución para proveer de la suficiente presión para romper el diafragma de vidrio o sello de vapor, según sea el tipo de cámara de ---- espuma, cuando el diafragma o sello es roto la solución pasa por el formador de espuma a la cámara de espuma.

9. FUNCIONAMIENTO

CAPITULO IX

FUNCIONAMIENTO

La extincion de incendios por medio de la espuma mecanica es muy usada en incendios clase A y clase B, como sabemos los -- incendios clase A son los que se trate de un fuego en un --- combustible como madera o papel, donde el efecto de enfriamiento del agua es lo mas importante para la extincion del fuego. Los incendios clase B son liquidos flamables donde un efecto - de sofocamiento o de cobertura es lo mas importante para ---- apagarlos. Los incendios clase C son los que se desarrollan en equipos electricos "vivos" o conectados donde el uso de un --- extinguidor de fuegos no conductor es de primera importancia. La espuma mecanica es una suspension de aire en un liquido -- el cual las pequeñas celdas de aire estan separadas unas de otras por peliculas delgadas de liquido. Extingue el fuego --- primeramente por sofocamiento del mismo, formando una capa -- protectora entre los vapores flamables y la atmosfera. Debido a que el agua en la espuma tambien absorbe calor y causa un sustancial enfriamiento del liquido incendiado y las superficies que lo rodean, reduciendo las probabilidades de "flash-back" o reignicion del liquido flamable causado por una exposicion de los vapores de este en una fuente de ignicion como un metal ---- ardiendo o una chispa.

La espuma mecanica es producida por mezclado de un liquido -- proteico, agua y aire en un formador de espuma que produce una mezcla homogenea.

Una buena espuma mecanica debe fluir lo suficientemente libre para cubrir rapidamente una superficie, debe tener la suficiente

cohesion para formar una capa estrecha y apretada para que no escapen los vapores y que tengan una alta adhesion.

Debe ser resistente al calor y a la descomposicion por liquidos inflamables involucrados, los vapores de los liquidos y los -- productos de la combustion. Debe retener suficiente agua para mantener un sello grande y ser lo suficiente ligera para ---- flotar en liquidos inflamables de baja gravedad especifica. Las burbujas no deben ser grandes o fragiles que se puedan descomponer rapidamente bajo temperaturas altas o rupturas mecanicas. La capacidad de la capa protectora de espuma esta determinada principalmente por las propiedades de cada burbuja y por las fuerzas que interactuan entre cada burbuja.

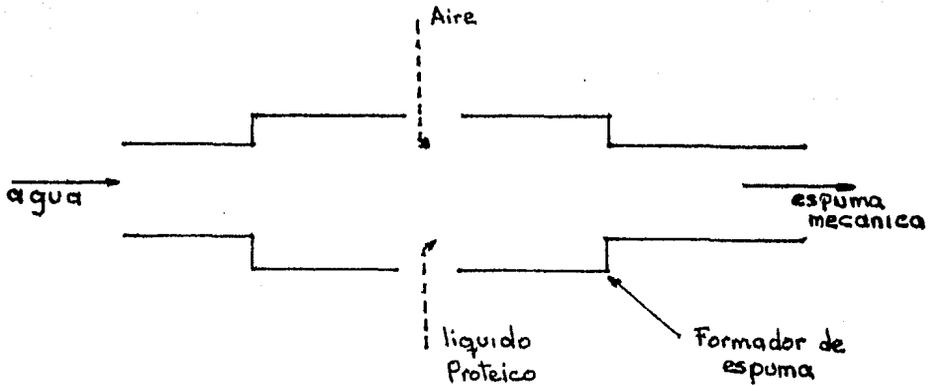
La calidad de la espuma se define generalmente en terminos de su "cuarto de vida", que es el tiempo requerido en minutos para que un cuarto del total del liquido en solucion con la espuma sea separado totalmente de la espuma; su expansion, el volumen proporcional de aire a la solucion; y su habilidad para resistir el calor. Estas caracteristicas son influenciadas por la naturaleza quimica del liquido proteico concentrado, la temperatura y presion del agua usada para formar la espuma, y la eficiencia del aparato formador de espuma. La espuma que pierde su agua relativamente rapido fluye con mas rapidez y flui ra con mayor libertad alrededor de obstaculos y formara rapidamente la capa protectora sobre la superficie a extinguir. La espuma que pierde su agua lentamente es dura y por lo tanto mas adhesiva, no fluye facilmente.

Como regla general,, el "cuarto de vida" de la espuma decrece. La expansion decrecera ligeramente como la temperatura del agua disminuya. Por lo que se tiene que escoger la espuma optima en eficiencia, "cuarto de vida" y expansion para cada tipo de riesgo. La estabilidad de la espuma bajo condiciones de fuego depende de la composicion y concentracion del liquido proteico utilizado, la naturaleza del liquido incendiado, la eficiencia del formador de -- espuma y el metodo y gasto de espuma aplicada.

El liquido proteico y agua es facilmente limpiable. Puede ser ---- lavado o removido cuando se separa, sin dejar ningun tipo de sales o residuos difificiles de quitar.

Para producir la espuma mecanica se necesita solamente juntar en un estado turbulento los tres componentes, agua aire y liquido proteico cuando estos tres componentes son mezclados se produce la espuma --- mecanica.

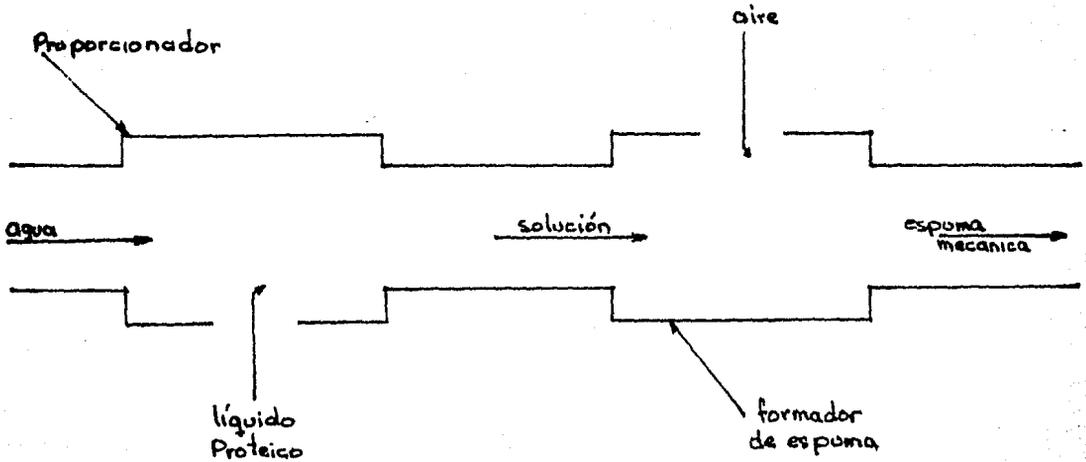
En la figura siguiente, se muestra el metodo basico para la combinacion de los tres componentes, complementado con un formador de ---- espuma. El agua bajo presion es introducida en el formador de espuma ya sea por una boquilla o una tuberia y es introducido en el formador de espuma por un orificio interno. Esta agua, moviendose a alta velocidad, crea un vacio el cual a traves de un tubo levantado, actua sobre el liquido proteico que se encuentra en un recipiente adyacente, extrayendolo a la corriente de agua para formar la solucion en el porcentaje apropiado, casi al mismo tiempo, el movimiento crea otro vacio en otra area para introducir aire de la atmosfera en la proporcion adecuada. Los tres ingredientes mezclados en sus debidas proporciones pasa en un estado turbulento a un tubo o camara, bajando inmediatamente su velocidad y cambiando su estado a uno mas calmado, creando la -- espuma mecanica en este punto.



El metodo descrito anteriormente es muy simple y puede ser utilizado en boquillas portatiles, pero no es practico en un formador de espuma instalado en una camara de espuma en lo alto de un tanque de almacenamiento de liquidos flamables. En este caso, es necesario introducir el liquido proteico por otros medios en un punto algo distante antes del formador de espuma.

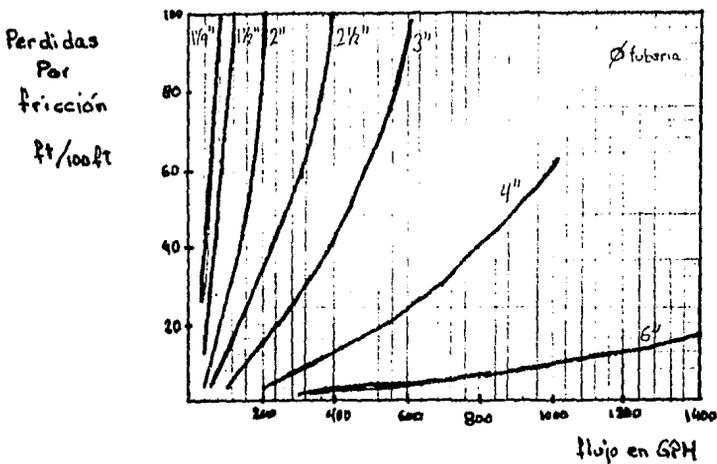
La figura siguiente, ilustra este metodo, el agua bajo presion es pasada a traves, o adyacentemente a un proporcionador al cual el abastecimiento del liquido proteico es suministrado. El proporcionador esta construido para producir una solucion en el porcentaje requerido con el agua fluyendo al formador de espuma, esta solucion bajo presion, -- pero sin el aire introducido todavia, pasa a traves de una tuberia ---- adicional al formador de espuma, el formador usado en este sistema -- puede ser identico al anterior excepto por que el suministro de --- liquido ya fue hecho y no hay que conectarlo a ningun recipiente --- la solucion pasa a traves del formador de espuma en la cantidad ----- apropiada, proporcional al orificio interno del formador, y crea un

vacio para introducir aire de la misma manera que en el sistema --- anterior, formando la espuma mecanica.



La presión estática del agua en una tubería es una medida de la fuerza necesaria para forzar al agua a subir en una tubería, verticalmente a una altura determinada aunada con las pérdidas por fricción y por altura, mientras el agua está en reposo. Cuando una salida es abierta en el sistema, el agua fluirá si la fuerza del agua es mayor al de la salida o es usada una bomba para forzar el agua a través del sistema. La medida de la presión con la que fluye el agua en cualquier punto del sistema es la presión residual en ese punto. El volumen --- de agua descargado depende del tamaño de la tubería, la salida y la presión residual. Para un diseño apropiado de un sistema de espuma, -- la presión residual o puntual en el tanque de almacenamiento de espuma

debe ser conocido para un flujo determinado. La presión necesaria --- en el formador de espuma y los galones por minuto que fluyen a esa presión son obtenidos de la gráfica de "determinación del número y tipo de cámaras requeridas para cada tanque" que se ven también ---- en el capítulo de "Utilidad". La cantidad de solución de espuma bombeada es obtenida de la gráfica siguiente.



La diferencia entre la presión necesaria en el formador de espuma y la presión en libras por pulgada cuadrada en contra la cual la presión del agua en el origen enviara el volumen requerido es la pérdida de -- presión permitida por fricción en la tubería y "pérdida por altura" (Para convertir pies de pérdida por altura en lb/in² se divide entre 2.31)

De aquí se deduce la altura del tanque a proteger dependiendo de la diferencia en altura, entre la base del tanque y la bomba. El balance

es la cantidad de "perdida por altura permitida y perdidas por -----
friccion entre la bomba y la camara".

De la grafica de utilidad para la determinacion de las camaras se muestra que para proteger un tanque de 50 pies de diametro y 30 pies de alto, se requieren 196 GPM de solucion, con una camara MCS-17 operando a 55 psi en el formador de espuma, suponiendo que la presion de agua permitida es de 100 psi puntual con un flujo de 196 GPM.

$100 \text{ psi} - 55 \text{ psi} = 45 \text{ psi}$

Para convertirlo a pies de altura

$45 \times 2.31 = 104'$ permitidos como perdida de altura

$104' - 30'$ (altura del tanque)

$= 74'$ permitido de perdidas por friccion

de la grafica se encuentra

150' de 3" de diametro en la tuberia a 196 GPM = $13'/100' = 19.5'$

125' de 2 1/2 de diametro en la tuberia a 196 GPM = $30'/100' = \underline{37.5'}$

Perdida Total por friccion 57.0'

Como las perdidas totales por friccion son menores a las permitidas, el tamaño de tuberia usada es el adecuado.

10. UTILIDAD

CAPITULO X

UTILIDAD

Para ver todo lo util que puede ser una cámara de espuma, tambien hay que ver los minimos requerimientos que se tienen y que se --- detallan en el codigo de normas de NBFU. Cuando se usan cámaras de espuma tipo MCS o MLS, el gasto de solución protéica para los líquidos mas flamables es de 1GPM por cada 10 ft² del area del tanque. Solo algunos líquidos flamables requieren de mayores flujos de --- aplicacion.

El numero minimo de cámaras aprobadas son:

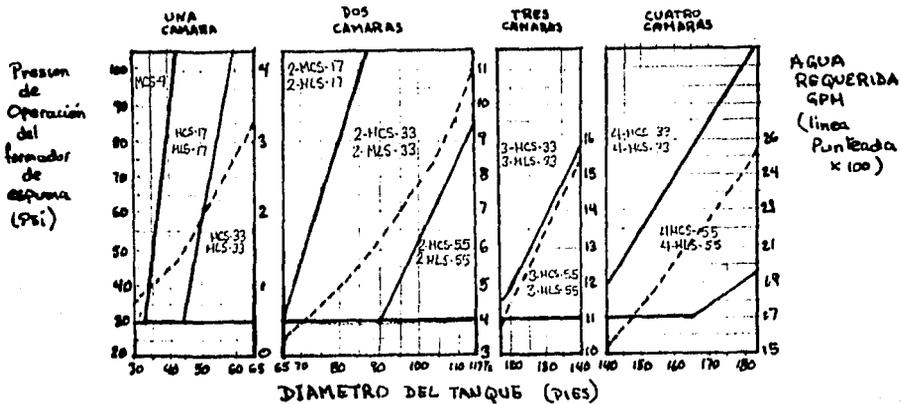
ABAJO de 65' de diametro, 1 cámara

entre 6.5' y 117.6', 2 cámaras

de 117.6' a 140' , 3 cámaras

arriba de 140', 4 cámaras

Para tanques arriba de 180' se aconseja consultar con el fabricante para que se haga algunas recomendaciones.



- Un estudio de las graficas anteriores nos dara una explicación más clara de los tanques que las cámaras de espuma MLS o MCS van a -- proteger, el numero que se requieren y los rangos de presion a los que van a operar. Por ejemplo, un tanque de 70' de diametro puede ser protegido a presiones de arriba de 48 psi en el formador con 2 camaras MCS-17 o MLS , pero si las presiones disponibles son --- menores se pueden utilizar 2 camaras MCS-33 o MLS-33.

La cantidad de líquido protéico que se debe tener al alcance está en función del tamaño del tanque y la naturaleza del líquido almacenado, la cantidad de solución protéica requerida para proteger el tanque más grande y/o el líquido mas riesgoso se considera suficiente como para proteger otros tanques. Para hidrocarburos, se calcula -- la cantidad de solucion al 3% en galones, usando una camara MCS, --- multiplicando el area del tanque en pies cuadrados (diametro 2 x .7854) Por un factor de .075 para aceites lubricantes, residuos etc.

- Un factor de .09 para queroseno, y otros materiales que tengan un punto de inflamacion entre 110 y 200 °F. Un factor de .165 para ---- gasolina, benceno y todos los crudos del petroleo.

Para calcular la cantidad de líquido protéico al 3% cuando se ----- usa camara tipo MLS, se multiplica el area del tanque en pies 2 --- (diametro 2 x .7854) por un factor de .045 para aceites lubricantes residuos etc. Un factor de .06 para queroseno y otros materiales de punto de inflamacion entre 110 y 200 °F, y un factor de .09 para - gasolina, y todos los crudos del petroleo.

De aqui se pueden tomar ciertas consideraciones en el costo de cada equipo y las ventajas de un equipo.

De los datos anteriores, podemos ver que un tanque con un cierto - diametro conteniendo gasolina va a necesitar mayor cantidad de - liquido espumoso que un tanque considerablemente mas grande, conteniendo aceite lubricante. De cualquier manera estas consideraciones de mayor liquido porteoico son minimas comparadas con el riesgo que se corre cuando no se tiene dicho equipo.

Ademas de la cantidad de líquido protéico para uso de líquidos hidrocarburos, se deben tener a la mano las siguientes cantidades exactas para el uso de mangueras portatiles de espuma, y para el llenado de otras lineas de descarga para llevar la solucion a los tanques más lejanos.

Flujo en las mangueras para tanques menores de 35' de diametro
1 corrientes; 15 galones de liquido.

Para tanques de 35 a 65 pies de diametro, 1 corriente; 30 galones de liquido.

Para tanques de 65 a 95 pies de diametro, 2 corrientes; 60 galones de liquido.

Para tanques de 95 a 117.6 pies de diametro, 2 corrientes, 90 galones de liquido.

Para tanques de mas de 117.6 pies de diametro, 3 corrientes, 135 galones de liquido.

Cada corriente de las mangueras portatiles deben tener una capacidad de agua de 50 GPM minimo.

Las líneas de descarga de 3" requieren de 1.2 galones de solución al 3% por cada 100 pies de línea, las líneas de 4" requieren de 2 galones por cada 100 pies, las de 6" requieren de 4.5 galones por 100 pies de línea y las de 8", 8 galones por 100 pies de línea. Se recomienda que la 2a. mitad del total de la cantidad de líquido protéico requerida, se almacene en un tanque para proveer rápida e ininterrumpidamente durante toda la operación. Ejemplos de líquidos almacenados que requieran protección en los tanques de diferentes tamaños, se mencionaran a continuación:

TABLA III
"CANTIDAD DE LIQUIDO ESPUMANTE REQUERIDO"

diametro del tanque ft	area del tanque ft ²	camaras de espuma tipo MCS liquido proteico al 3% GPM			camaras de espuma tipo MLS liquido proteico al 3% GPM		
		gasolina benzol y crudo	queroseno aceites ligeros	aceite lubricante residuos	gasolina benzol y crudo	queroseno aceites ligeros	aceite lubricante residuos
		F = .165	F = .09	F = .075	F = .09	F = .06	F = .045
25	491	81	44	37	44	30	22
36	1018	168	92	76	92	61	46
60	2827	466	255	213	255	170	127
90	6362	1050	572	477	572	382	287
120	11310	1866	1017	850	1017	680	510
144	16286	2687	1467	1222	1467	977	733

TABLA IV
REQUERIMIENTOS PARA LA PROTECCION DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO
CONTENIENDO LIQUIDOS HIDROCARBUROS

diametro del tanque de almacenamiento	Numero de camaras de espuma requerido	Tamaño de las camaras de espuma requeridas	Presión requerida en el formador de espuma	Flujo mínimo al tanque de almacenamiento de líquido proteico.	Numero de boquillas de 1.5 in. de espuma requerido	Flujo total a través de las boquillas de líquido proteico	REQUERIMIENTOS DE ALMACENAJE DE LIQUIDO PROTEICO						Cantidad de líquido proteico para boquillas portátiles.	
							N.B.F.U. Salidas tipo I- instaladas en deposito		N.B.F.U. salidas tipo II distribución estándar		15 minutos aceites pesados, aceites combustibles pro. inflamacion + 200°F	20 minutos Queroseno Diesel pto. inflamacion 110-200°F		30 minutos Gasolina Nafta pto. inflamacion -110°F
PIES	NUMERO	MODELO	P.S.I.	G.P.M.	NUMERO	G.P.M.	GALONES	GALONES	GALONES	GALONES			GALONES	
25	1	85	50	49	1	50	22	29	44	37	44	81	15	10
30	1	85	70	71	1	50	32	43	64	53	64	117	15	m
35	1	120	62	96	1	50	43	58	86	72	86	158	15	n
40	1	180	50	126	1	50	57	76	113	95	113	208	30	20
45	1	180	77	159	1	50	72	95	143	119	143	262	30	m
50	1	260	56	196	1	50	88	118	176	147	176	323	30	i
55	1	260	83	238	1	50	107	143	214	178	214	393	30	n
60	1	360	63	283	1	50	127	170	255	212	255	467	30	s
65	1	360	87	332	1	50	149	199	299	249	299	548	30	
70	2	260	54	385	2	100	173	231	346	289	346	635	60	20
75	2	260	72	442	2	100	199	265	398	332	398	729	60	m
80	2	360	50	503	2	100	226	302	453	377	453	830	60	i
85	2	360	63	567	2	100	255	340	510	425	510	936	60	n
90	2	360	79	636	2	100	286	382	572	477	572	1049	60	s
95	2	520	50	709	2	100	319	426	638	532	638	1170	60	
100	2	520	58	785	2	100	353	471	706	589	706	1295	90	30
105	2	520	70	866	2	100	390	519	778	650	778	1429	90	m
110	2	520	85	950	2	100	428	570	855	713	855	1568	90	i
115	2	520	100	1039	2	100	468	623	935	779	935	1714	90	n
115	3	520	50	1039	2	100	468	623	935	779	935	1714	90	s
120	3	520	52	1131	3	150	509	679	1018	848	1018	1866	135	30
125	3	520	60	1227	3	150	552	737	1105	920	1105	2025	135	m
130	3	520	70	1327	3	150	597	796	1194	995	1194	2190	135	i
135	3	520	81	1431	3	150	644	858	1290	1073	1290	2361	135	n
140	3	520	95	1539	3	150	693	923	1385	1154	1385	2539	135	s
140	4	520	56	1539	3	150	693	923	1385	1154	1385	2539	135	
145	4	520	65	1651	3	150	743	990	1489	1239	1489	2724	135	
150	4	520	73	1767	3	150	795	1060	1590	1325	1590	2916	135	
155	4	520	85	1887	3	150	849	1132	1698	1415	1698	3114	135	
160	4	520	95	2011	3	150	905	1207	1810	1508	1810	3318	135	
160	5	520	66	2011	3	150	905	1207	1810	1508	1810	3318	135	

11. INSTALACION

CAPITULO XI

INSTALACION

La instalación de las cámaras de espuma es muy sencilla partiendo básicamente de los implementos que se tengan en el tanque de --- almacenamiento. Como ya se mencionó se recomienda siempre que se vaya a construir un tanque de almacenamiento aunque esta sea para líquidos no inflamables es prudente planear una instalación para -- cámaras de espuma por prevención de que en un futuro ese tanque --- se utilice para almacenar algún líquido inflamable.

Para estas prevenciones existen bordes, cubiertos y conexiones conocidas como "futuros ensambles", los cuales con un costo mínimo se pueden instalar en el tanque durante la construcción, y aún con estos - "futuros ensambles" será muy difícil y no recomendable instalar ---- cámaras de espuma tipo ELC. En el caso contrario que no se haya ---- tenido la proyección necesaria, se tendrá que ver el número de cámaras que se instalarán y colocar una placa deflectora por dentro del ----- tanque, hacer una adaptación en la red de tuberías para el nuevo tanque y en el caso de cámaras de espuma tipo MCS, hacer una abertura circular para que salga un tubo del tamaño de la salida de la cámara, con su respectiva brida y en el caso de cámaras tipo MLS abrir =---- en forma rectangular y adaptar la cámara directamente al tanque, -- en estos casos se recomienda instalar cámaras de espuma tipo MCS. Cuando se tienen los "futuros ensambles" o se construye un tanque para líquidos inflamables, únicamente se tiene que tener en cuenta - el tipo de cámara de espuma y así variar la brida de entrada de 4"

para MCS-9, 6" para MCS-17, 8" para MCS-33 y 10" para MCS-55 para
bridas 150#F.F., la brida de la red de tuberías que van de

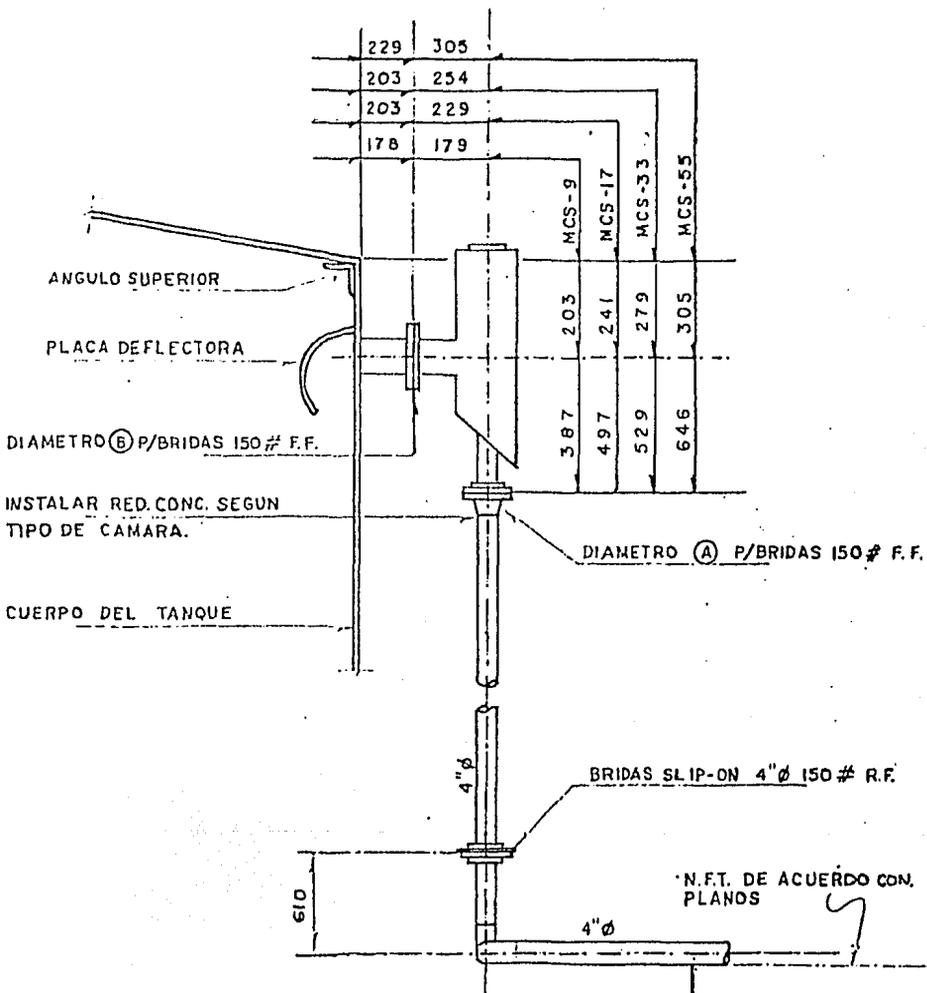
2 1/2" para MCS-9

3" para MCS-17

4" para MCS-33

6" para MCS-55

Así como también difieren en las distancias que van del tanque -----
a la brida, de la brida al centro de la cámara, de la brida de entrada
al ángulo superior del tanque y de la brida de entrada a la brida
de la tubería y que se ve en la figura siguiente:



TIPO CAMARA	DIAM. (A)	DIAM. (B)
MCS - 9	2 1/2"	4"
MCS - 17	3"	6"
MCS - 33	4"	8"
MCS - 55	6"	10"

INSTALACION DE UNA CAMARA DE ESPUMA TIPO MCS

12. SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO

CAPITULO XII

Seguridad y Mantenimiento

La seguridad que dan estas camaras de espuma en teoria, era lo suficiente atractiva como para instalar de inmediato en todos los tanques de almacenamiento los equipos necesarios pero ----- actuarian igual que en la teoria estos equipos?

que tan confiables pueden ser en diferentes condiciones tanto climatologicas como del liquido almacenado?

a que altura del suelo deberán colocarse las camaras?

dependen del nivel del liquido almacenado?

Estas y otras eran las preguntas que se hacian antes de tomar las decisiones , por lo que hicieron pruebas diferentes companias en el mundo, usando tecnicas en superficie y debajo de la superficie a diferentes condiciones. Variedad de tanques de 6.5 pies a 75 pies de diametro, productos desde crudo a gasolina y de heptano a solventes mas complicadas.

Estas pruebas se hicieron como ya se menciona utilizando una variedad de equipos, combustibles, tiempos de encendido y condiciones climatologicos. Se tomaran algunas pruebas efectuadas en ----- Gothenburg, Suecia, Poza Rica, Mexico, Baku, URSS, Texas A&M University fire training School, siendo los resultados los siguientes.

Comparacion de dos fuegos:

En la prueba 1 se muestra una comparacion de dos fuegos efectuada en Gothenburg, Suecia.

La primera prueba se utiliza una aplicacion manual de linea desde el suelo con una boquilla generadora de espuma, y en la segunda -- se usaron dos boquillas pulidas directas. Los flujos de aplicacion fueron de .24 y .25 gpm/ft², respectivamente.

Los proporcionadores fueron deliberadamente altas para compensar las perdidas de espuma resultantes por el ineficiente ataque desde el suelo. La espuma perdida fue estimado mayor que el 50%.

El tanque tenia 37 pies de diametro por 34 pies de alto y contenian gasolina.

Experimento 1

Gothenbuerg, Suecia- Febrero de 1973

Responsable- Brigada de fuego de Gothenburg

Aplicacion sobre el techo.

	<u>Prueba 1</u>	<u>Prueba 2</u>
Diametro del tanque	37 pies	37 pies
Altura del tanque	34 pies	34 pies
Tipo de combustible	gasolina	gasolina
Profundidad en el combustible	1.67 pies	1.67 pies
Tiempo de encendido (min'seg)	5:00	5:00
Tiempo de control (min'seg)	1:30	5:35
Tiempo de extincion (min'seg)	3:25	6:10
Flujo aplicado (gpm/pie ²)	0:24	0:25
Equipo de espuma	boquilla espesora de aire	boquilla pulida de agua.

Los 260 gpm de espuma generado por la boquilla espesora, produjo -- una lisa y estable cubierta de espuma y extinguió el fuego en 3 min. 25 segundos.

Las dos boquillas pulidas de agua utilizando 130 gpm cada una, -- usadas en la prueba 2, como sea produjo una cubierta de espuma menos extensa. Aun bajo estas condiciones adversas, el fuego fue extinguido en 6 min. 10 segundos.

Aplicaciones superiores

El experimento 2 muestra los datos de una prueba de aplicacion por la parte superior de AFFF (a queous film-forming foam) ----- espuma formadora de pelicula acuosa.

Por medio de un arreglo de camaras de espuma efectuado en Poza Rica, Mexico, los objetivos primarios fueron determinar el funcionamiento de un sistema AFFF en un tanque conteniendo crudo con un tiempo considerable de encendido y probar la aplicacion superior con arreglo de camaras de espuma. El area simuladz fue de 82 pies de diametro, 2 puntos de aplicacion y un numero de mas de 55 galones tambores de combustible, conteniendo combustible ardiendo, fueron situados en la fosa de incendio para proveer de agentes y fuerzas de reignicion. Se utilizaron 2 camaras de espuma de 250 gpm. El tiempo de encendido fue de 11 minutos. El control del fuego se tuvo en 1 minuto y se extinguió en 2 minutos, despues de haber sofocado el ----- fuego. El tambor de reignicion fue aplicado para reencender la -- superficie del combustible cubierta con AFFF.

Esta proteccion fue efectiva aun con el espumajeo y burbujeo por la alta temperatura de la superficie.

Experimento No. 2

Poza Rica, Mexico - Septiembre de 1972

Responsable: Pemex

Arreglo de Camara: tanque Simulado

Tamaño de Area	5148 pies 2 (66' x 78')
Tipo de combustible	Petroleo Crudo
Profundidad en el combustible	9 pulgadas
Tiempo de encendido	11:00 min'seg
Tiempo de control	1:00 min'seg
Tiempo de extincion	2:00 min'seg
Tiempo de aplicacion	2:15 min'seg
Flujo de aplicacion	0.10 gpm/p2
Equipo de espuma	arreglo de camaras

Comparacion de dos Pruebas

El experimento 3 muestra los datos de una compracion de dos pruebas, una de aplicacion superior, y otra de aplicacion por debajo de la superficie. Las avales fueron efectuados tambien -- en Poza Rica, Mexico.

El tanque fue de 6.5 pies de diametro y conteniendo petroleo crudo. El tiempo de encendido fue de 5 y 6 minutos respectivamente. Una larga barrera de metal estaba unida al tanque y actuaba como un radiador de calor y fuerza de re-ignicion en ambas pruebas.

La aplicacion por abajo de la suerficie mostro un control mas rapido y tiempo de extincion, comparado con la aplicacion superior. Una sabana lisa de espuma se formo debajo en la prueba por abajo de la superficie en contraste con una espumosa sabana formada en

la prueba de la parte superior, es el resultado de un enfriamiento del combustible a la superficie durante la inyección de espuma -- por abajo de esta. Esto ayuda a minimizar el fenómeno espumante -- y da una cubierta de espuma mas estable despues de extinguido.

Experimento No. 3
 Poza Rica, Mexico - Septiembre de 1972
 Responsable: Pemex
 Aplicacion: Superiores e Inferiores

	Superior	Inferior
Diametro del tanque (pies)	6.5	6.5
Tipo de combustible	petroleo crudo	petroleo crudo
Profundidad en el combustible (pies)	5	5
Tiempo de encendido (min'seg)	6:00	5:00
Tiempo de control (min'seg)	3:00	2:00
Tiempo de extincion (min'seg)	4:00	3:00
Tiempo de aplicacion(min'seg)	4:15	3:15
Flujo de aplicacion (gpm/pies ²)	0:10	0:10
Esquipo de espuma	forzando el formador de espuma	forzando el formador de espuma.

Pruebas abajo de superficie

Dos pruebas de aplicacion supergida fueron efectuadas en Baku, URSS. Compararon metodos usando un formador de espuma diseñado por AFFF y una modificacion de una boquilla de espuma usada como generador de espuma.

El tanque era de 28 pies de diametro, el tiempo de encendido fue de 10 minutos, y el combustible fue gasolina con una profundidad

de 20 pies. Debido al peligro de una cuarteadura en el tanque durante el encendido, se uso una cantidad menor de aros externos de enfriamiento. Estas pruebas demostraron la utilizada del AFFF en equipos no diseñados especificamente para el uso sumergido . La extincion tomo mas tiempo pero fue llevada a cabo con la ----- boquilla modificada.

Experimento No. 4

Baku-URSS- Abril de 1973

Responsable: Depto. de riesgos internos URSS

Aplicacion: sumergida

	<u>Prueba 1</u>	<u>Pueba 2</u>
Diametro del tanque (pies)	28.2	28.2
Tiempo de combustible	gasolina	gasolina
Profundidad en elcombustible (pies)	20	10
Tiempo de encendido(min'seg)	10:40	10:30
Teiempo de control (min'seg)	2:40	1:50
Tiempo de extincion(min'seg)	12:40	4:00
Tiempo de aplicacion(min'seg)	4:30	3:00
Flujo de aplicacion (gpm/pie2)	0:10	0:10
Equipo de espuma	boquilla modi- ficada de espu- ma	boquilla modi- ficada de espu- ma.

Otras pruebas sumergidas fueron llevadas a cabo en Gothenburg, Suecia, Estas fueron pruebas en un tanque de 12.5 pies de diame- tro con gasolina y un tiempo de encendido de 5 minutos .

Un formador de espuma diseñado por AFFF fue usado en la prueba 1

y una combinacion de eductor/unidad generadora de espuma de diseño europeo fue usado en la prueba no. 2. La profundidad en el combustible fue de 8 pies. El flujo de aplicacion fue de .07 gpm/pie² -- y 0.1 gpm/pie², respectivamente. Aun con las condiciones climatologicas de viento y el tiempo de encendido provoco que la pared del tanque se pusiera al "rojo vivo" ambos equipos extinguieron -- el fuego. El uso del equipo diseñado especificamente por AFFF, de todas maneras, controlo el fuego mas rapidamente.

EXPERIMENTO NO. 5

Gothemburg-Suecia, Febrero de 1973

Responsable-Brigada de fuego de Gothenburg

Aplicacion- Sumergida

	<u>Prueba No. 1</u>	<u>Prueba No. 2</u>
Diametro del tanque	12.5	12.5
Tipo de combustible	gasolina	gasolina
Profundidad en el combustible (pies)	8	8
Tiempo de encendido (min'seg)	5:00	5:00
Tiempo de control (min'seg)	0:35	1:00
Tiempo de extincion (min'seg)	2:40	2:50
Tiempo de aplicacion (min'seg)	1:35	2:50
Flujo de aplicacion(gpm/pie ²)	0.07	0.10
Equipo de espuma	formador de espuma	Sw. Skum. generador de espuma.

Otra prueba sumergida de sistemas AFFF fueron efectuadas en la Texas A&M University Fire Training School. Estos datos se muestran en la tabla correspondiente al experimento 6. La prueba no. 2 -- fue llevada a cabo en un tanque de 20 pies de diametro con un --- tiempo de encendido de 10 minutos, usando heptano como liquido -- flamable. El fuego fue controlado en 2 minutos, 30 segundos; la - aplicacion de la espuma se detuvo despues de 3 minutos. La ---- pelicula acuosa formada por la espuma (AFFF) para la extincion -- final de los aros de fuego, fue realizada en 16 minutos sin otra aplicacion adicional de espuma. Estos datos muestran los efectos del tiempo de pre-encendido. Otros tiempos de control fueron --- llevados a cabo, el tiempo de extincion final fue mucho mas corto (3 minutos, 45 segundos) con tiempos de pre-encendido mas cortos.

EXPERIMENTO NO. 6

Texas A&M - Enero de 1973

Aplicacion - Sumergida.

	<u>Prueba No. 1</u>	<u>Prueba No. 2</u>
Diametro del tanque (pies)	20	20
Tipo de combustible	heptano	heptano
Profundidad en el combustible (pies)	4	4
Tiempo de pre-encendido(min'seg)	1:00	10:00
Tiempo de control (min'seg)	2:00	2:30
Tiempo de extincion(min'seg)	3:45	16:00
Tiempo de aplicacion (min'seg)	3:00	3:00
Flujo de aplicacion (gpm/pie2)	0:10	0:10
Equipo de espuma	formador de espuma	formador de espuma

Los aros de fuego mencionados anteriormente es una característica de fuegos en tanques de almacenamiento. Son debido a las paredes calientes del tanque que re-enciende los vapores del combustible cerca de esta donde la espuma haya hervido. Esto ocurre usualmente donde la espuma tarde mas en llegar. Estas flamas lentamente disminuyen y son finalmente extinguidas asi como las paredes calientes son enfriadas por el agua en la espuma.

Con estos experimentos llevados a cabo en diferentes partes del mundo se logra tener una idea de la seguridad que proporcionan estos equipos y aunado al bajo mantenimiento que tienen, ya que periodicamente se sopletean con agua y en caso de haberse usado se instala un sello de vidrio y empaque nuevos, se sopletea con agua y se reinstala para quedar lista para volver a usarse, --- despues de todo una revision periodica a estos equipos no es - - - nada comparado con la seguridad que se obtiene de ellos, y eso es -- algo que siempre estamos pidiendo, seguridad para todos.

APENDICE Y CONCLUSIONES

APENDICE Y CONCLUSIONES

La nomenclatura utilizada en este trabajo esta basada fundamentalmente en la utilizada en la National Foam System Inc. fabricantes iniciales de este tipo de equipo y es la mas utilizada en el medio, para referirse a las camaras de espuma. Asimismo se dan las mismas recomendaciones que da la National Foam System Inc. agregando algunos tecnicismos mas por experiencia de Petroleos Mexicanos, que es el mayor consumidor de equipos como este, y de camaras de espuma en especial casi el unico y el unico que ha hecho experimentos con el funcionamiento del equipo. No por esta razon no se recomienda a otras empresas sino por el contrario se tienen equipos aptos para cualquier tipo de industria que tenga tanques de almacenamiento de liquidos flamables y responsabilidad para asegurar a su personal, ademas la Asociacion Mexicana de Instituciones de Seguros en el anuario estadistico de la Secretaria de Industria y Comercio en el ramo de diversos concede una disminucion en el pago de prima de seguros por instalacion de equipos como las camaras de espuma y en el caso especifico de equipos de seguridad en tanques de almacenamiento concede una disminucion de hasta un 45% en el pago de primas, lo cual se repercute en un ahorro cada vez mayor ya que la inversion inicial del equipo ademas de la amortizacion del equipo, ya que solo requiere de un gasto minimo mensual por parte del mantenimiento preventivo.

El costo de las camaras de espuma al mes de Agosto del presente es como sigue:

CAMARA DE ESPUMA TIPO	PRECIO
MCS-9	\$ 50,600.00
MCS-17	65,000.00
MCS-33	78,200.00
MCS-55	98,180.00
MLS 17	\$ 87,100.00
MLS 33	105,500.00
MLS-55	134,540.00

Estos precios son bastante asequibles para cualquier empresa y mas aun si se toma en cuenta que esta destinado a la seguridad de todos los trabajadores en la que no se deben escatimar gastos

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- Fire Protection Handbook
13a ed. N.F.P.A. (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION)
- N.F.P.A. Technical Committee Reports
Boston Mass.
- Atristain Luis "La Ingeniería de Seguridad Industrial para Tanques de Almacenamiento de Líquidos Inflamables" memorias del congreso nacional de seguridad
- Veale I Guillermo "Instalaciones fijas de protección contra incendio" memorias del congreso nacional de seguridad.
- Perry. "Chemical Engineering Handbook"
Automatic Fire Protection Systems N.F.P.A.
- Engineering Manual National AER-O-FOAM
- Pignato John A. "Storage Tank Protection Using Aqueous Film Forming Foam (AFFF)
- Boletines de Seguridad Industrial de Pemex.