

84  
2ej.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROTECCION CONTRA INCENDIO EN  
TANQUES DE ALMACENAMIENTO  
ATMOSFERICOS VERTICALES.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

P R E S E N T A :

MA. JOSEFINA MARTINEZ ESQUIVEL



FALLA DE CEN GEN

MEXICO, D. F.

1989



## **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 está 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.

# I N D I C E

OBJETIVO.....	1
INTRODUCCION.....	2
<b>CAPITULO I CONCEPTOS BASICOS.....</b>	<b>6</b>
I.1 Aspersores o rociadores.....	6
I.2 Burladero.....	6
I.3 Boil-Over.....	6
I.4 Cámaras para espuma mecánica.....	8
I.5 Cuneta.....	8
I.6 Dique de seguridad.....	8
I.7 Escalera.....	10
I.8 Espuma mecánica.....	10
I.8.1 Espuma de tipo proteica.....	11
I.8.2 Espuma resistente al alcohol.....	11
I.8.3 Espuma de alta expansión.....	11
I.8.4 Agua liviana.....	11
I.9 Espuma química.....	12
I.10 Frente de ataque.....	12
I.11 Fuego.....	12
I.11.1 Vapores combustibles.....	13
I.11.2 Oxígeno del aire.....	13
I.11.3 Energía.....	14
I.12 Ruaricación.....	15
I.13 Hidrante.....	15
I.14 Líquido inflamable.....	15
I.15 Mantenimiento.....	15
I.15.1 Mantenimiento preventivo.....	17
I.15.2 Mantenimiento correctivo.....	17
I.16 Monitor.....	17
I.17 Petróleo crudo.....	17
I.18 Presión de vapor.....	17
I.19 Producto combustible.....	19
I.19.1 Líquidos inflamables.....	19
I.19.1.1 Clase IA.....	19
I.19.1.2 Clase IB.....	19
I.19.1.3 Clase IC.....	19
I.19.2 Líquidos combustibles.....	21
I.19.2.1 Clase II.....	21
I.19.2.2 Clase IIIA.....	21
I.19.2.3 Clase IIIB.....	21
I.20 Punto de combustión.....	21
I.21 Punto de ebullición.....	22
I.22 Punto de inflamación.....	22
I.23 Rampa.....	22
I.24 Red de distribución de agua.....	22
I.25 Sistema contra incendio.....	22
I.26 Temperatura de inflamación.....	23

I.27	Vías de acceso.....	23
I.28	Vías de escape.....	23

<b>CAPITULO II TANQUES DE ALMACENAMIENTO ATMOSFERICOS VERTICALES.....</b>		
II.1.1	Tanques atmosféricos verticales de techo fijo.....	24
II.1.2	Tanques atmosféricos verticales de techo flotante.....	24
II.2	Clasificación del área de almacenamiento.....	25
II.3	Clasificación de riesgos.....	25
II.4	Venteos, arrestadores de flama y válvulas de alivio.....	27
II.5	Muros de contención (Diques).....	30
II.6	Capacidad de contención.....	31
II.7	Seccionamiento de patios.....	32
II.8	Distancia mínima entre tanques y otras construcciones.....	37
II.8.1	Distancia mínima entre tanques.....	37
II.8.2	Distancia mínima entre tanques y muros de contención.....	37
II.8.3	Distancia mínima entre tanques y construcción o vía pública mas cercana.....	37
II.9	Drenajes.....	41
II.9.1	Drenaje acetoso.....	42
II.9.2	Drenaje pluvial.....	42
II.10	Frentes de ataque (FA).....	43
II.11	Vías de escape y acceso para mantenimiento.....	45
II.11.1	Escaleras.....	45
II.11.2	Rampas.....	45
II.11.3	Ruñaladeros.....	45
II.12	Instalación eléctrica.....	46
II.13	Prevención del sobrellenado de tanques de almacenamiento atmosféricos.....	46

<b>CAPITULO III DISEÑO DE INSTALACIONES Y EQUIPO PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO ATMOSFERICOS VERTICALES.....</b>		
III.4	Espuma química.....	49
III.5	Generadores para espuma química.....	49
III.5.1	Generador dos en uno.....	49
III.5.2	Generador dual.....	51
III.6	Sistema para espuma química.....	51
III.7	Dosificadores para líquidos espumantes.....	51
III.7.1	Dosificador en línea.....	51
III.7.2	Dosificador en la succión de la bomba.....	51
III.7.3	Dosificador entre la descarga y la succión de la bomba.....	58
III.7.4	Bomba dosificadora.....	58
III.7.5	Boquilla dosificadora.....	58
III.8	Espuma mecánica.....	58
III.9	Cámara para espuma mecánica.....	58
III.9.1	Cámara tipo I.....	62
III.9.2	Cámara tipo II.....	62
III.10	Sistemas fijos para espuma mecánica.....	62

III.11	Sistemas semifijos para espuma mecánica.....	65
III.12	Sistemas portátiles para espuma mecánica.....	68
III.13	Aplicación de la espuma.....	68
III.14	Operación del sistema.....	70
III.14.1	Sistemas automáticos.....	70
III.14.2	Sistemas manuales.....	70
III.15	Mantenimiento.....	70
III.16	Instalaciones para extinción.....	71
III.17	Incisos aplicables según el riesgo de que se trate.....	71
III.20	Tipo de espuma.....	80
III.21	Tipo de instalación.....	82
III.22	Almacenamiento de materiales.....	87
III.23	Generadores de espuma.....	87
III.24	Gasto mde agua necesario para extinción.....	88

**CAPITULO IV DISEÑO DE INSTALACIONES Y EQUIPO PARA ENFRIAMIENTO EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO ATMOSFERICOS VERTICALES**

IV.1	Clase de agua.....	90
IV.2	Almacenamiento.....	90
IV.3	Gasto total.....	92
IV.4	Gasto necesario para enfriamiento.....	92
IV.5	Red de tuberías.....	92
IV.6	Equipo de bombeo.....	96
IV.7	Tomas de agua.....	101
IV.8	Monitores.....	102
IV.9	Instalaciones para enfriamiento.....	103
IV.9.5	Orientación de los anillos y su alimentación.....	104
IV.9.6	Número de sectores por anillo.....	106
IV.9.7	Cálculo del gasto por anillo.....	108
IV.9.8	Cálculo del gasto por sector.....	109
IV.9.9	Dimensionamiento de los sectores.....	109
IV.9.10	Dimensionamiento de ramales.....	110
IV.10	Sistemas de enfriamiento con orificios y placas de choque.....	110
IV.10.1	Cálculo de número de orificios por ramal.....	110
IV.11	Sistema a base de espreas.....	113
IV.11.2	Tipo de boquillas.....	115
IV.11.3	Número de espreas.....	115

**CAPITULO V INSPECCION Y MANTENIMIENTO GENERAL DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS DE CONTRA INCENDIO Y ENFRIAMIENTO EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO ATMOSFERICOS VERTICALES**

V.1	Inspección del equipo contra incendio.....	120
V.2	Inspección a redes y válvulas de agua contra incendio.....	122
V.3	Inspección de hidrantes.....	124
V.4	Inspección a monitores.....	125
V.5	Inspección a las mangueras para servicio de agua contra incendio.....	126

V.6	Inspección a las bombas de agua contra incendio.....	129
V.7	Inspección a sistemas rociadores.....	141
V.8	Inspección de los sistemas de espuma.....	143
V.9	Inspección a las materias primas generadoras de espuma.....	146
CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES.....		148
BIBLIOGRAFIA.....		154

## OBJETIVO

El presente trabajo tiene como finalidad principal proporcionar los lineamientos necesarios para integrar los diferentes sistemas de protección contra incendio y de enfriamiento, así como los criterios de diseño que deben cumplir dichos sistemas a fin de que los Tanques de Almacenamiento Atmosféricos Verticales se encuentren debidamente protegidos.

## I N T R O D U C C I O N

Uno de los aspectos más importantes en la industria del petróleo es, el integrar los diferentes sistemas de protección contra incendio y de enfriamiento, así como el diseño de dichos sistemas, los cuales son indispensables para prevenir o evitar de una u otra forma daños al personal que labora o rodea a ésta y como consecuencia los equipos o instalaciones existentes.

Los incendios dentro de las industrias son ocasionados normalmente por fenómenos naturales como los rayos o la electricidad estática, por fallas humanas, por la mala selección o instalación de accesorios auxiliares, motores eléctricos, sistemas de alumbrado, etc.

Debido a esto, los sistemas de protección contra incendio y de enfriamiento deben planearse, diseñarse e instalarse adecuadamente conforme a las normas vigentes, combinadas con ciertos criterios basados en la experiencia.

Para aplicar lo mencionado anteriormente, el presente trabajo, a través de su desarrollo, establece los requisitos mínimos necesarios que deben cumplir todas las instalaciones y equipos de dichos sistemas a fin minimizar, controlar y extinguir fuegos que pudiesen ocurrir en los Tanques de

Almacenamiento Atmosféricos Verticales que contienen productos inflamables y combustibles.

Para el desarrollo del presente trabajo se han seleccionado cinco temas como a continuación se presentan:

En el CAPITULO I : **CONCEPTOS BASICOS**, se describen y definen los términos de uso más frecuente en el desarrollo del trabajo.

En el CAPITULO II: **TANQUES DE ALMACENAMIENTO ATMOSFERICOS VERTICALES**, se describen los tipos de tanques según la función que desempeñan de acuerdo a su capacidad de almacenamiento, de sus dimensiones, del producto que almacenan y su localización con respecto a otras áreas dentro de la planta. Se tratan:

- Clasificación de riesgos
- Venteos, arrestadores de flama y válvulas de alivio
- Muros de contención (diques)
- Drenajes
- Instalación eléctrica

En el CAPITULO III: **DISEÑO DE INSTALACIONES Y EQUIPO PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO ATMOSFERICOS VERTICALES**, se dan las bases para el diseño de las instalaciones y equipos contra incendio recomendables, tomando en cuenta su capacidad y dimensiones, así como los productos que en él se almacenan. Se tratan:

- Tipos de espumas
- Sistemas generadores para espuma química
- Cámaras para espuma mecánica
- Sistemas fijos, semifijos y portátiles para espuma mecánica
- Clasificación, características, propiedades y cantidad de espumas, tiempo de descarga y número de puntos de inyección
- Aplicación de la espuma
- Gasto de agua necesario para extinción

En el CAPITULO IV : **DISEÑO DE INSTALACIONES Y EQUIPO PARA ENFRIAMIENTO EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO ATMOSFERICOS VERTICALES**, se dan las bases para el diseño de las instalaciones y equipo de los sistemas para enfriamiento a base de agua, con el fin de aislarlos de posibles incendios o por exposición a incendios cercanos. Se tratan:

- Características que debe cumplir el agua
- Red de agua contra incendio, gastos necesarios según la capacidad de los tanques y productos que almacenan
- Tuberías y conexiones
- Equipo de bombeo
- Monitores
- Instalaciones para enfriamiento
- Sistemas de enfriamiento con orificios y placas de choque
- Sistemas a base de espumas

En el CAPITULO VI: INSPECCION Y MANTENIMIENTO GENERAL DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS CONTRA INCENDIO Y DE ENFRIAMIENTO EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO ATMOSFERICOS VERTICALES, se establecen los requerimientos mínimos necesarios de inspección y mantenimiento de las instalaciones y equipos contra incendio y de enfriamiento en dichos tanques, a fin de mantenerlos en óptimas condiciones de uso.

Y por último se anexan las conclusiones.

## CAPITULO I

### CONCEPTOS BASICOS

En el presente capítulo, se definen los términos de uso más frecuentes necesarios para la mejor comprensión de los capítulos siguientes.

**1.1 ASPERSORES O ROCIADORES.**- Son dispositivos que tienen como función atomizar una corriente de agua presurizada para aislar o enfriar tanques de almacenamiento atmosféricos verticales por medio de una cortina de agua (en caso de que ocurra un incendio cercano a dichos tanques)

**1.2 BURLADERO.**- Es una vía de escape que consiste en un escalón empotrado en el dique para facilitar la salida de personal mediante el salto de este muro en caso de emergencia. Debe localizarse a cada 50m. como máximo. Fig.1

**1.3 BOIL-OVER.**- Fenómeno que se presenta en el incendio de algunos productos (crudo e hidrocarburos pesados) en tanques con techo abierto, cuando después de un largo período de incendio normal se presenta un incremento repentino en la intensidad del fuego, asociada con la explosión de aceite incendiado. El boil-over ocurre cuando los residuos de la superficie encendida se vuelven más densos que el aceite no incendiado y descienden debajo de la superficie para formar un

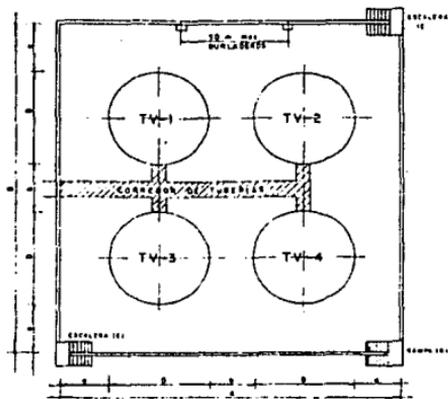


FIG 1.- BURLADERO, ESCALERA Y RAMPA

lecho caliente, el cual avanza hacia abajo mucho más rápido que el líquido que regresa a la superficie. Cuando este lecho caliente llamado ONDA CALIENTE alcanza agua o emulsión aceite-agua en el fondo del tanque, ésta primero se sobrecalienta y después ebulle casi explosivamente, fluyendo hacia arriba hasta rebosar el tanque (NFPA):

**1.4 CÁMARAS PARA ESPUMA MECÁNICA.**- la cámara para espuma mecánica es un aparato que se instala permanentemente en la parte superior de la pared externa del tanque a proteger, con un sello para evitar la fuga de los vapores del líquido inflamable almacenado al exterior. Estas cámaras se utilizan para formar e introducir la espuma (conjunto de burbujas formadas a partir de una solución acuosa de baja densidad) al tanque

**1.5 CUNETETA.**- Es un canal superficial que tiene la finalidad de recolectar pequeños derrames de los tanques de almacenamiento para evitar que se extiendan en toda el área interior del dique. Fig.2

**1.6 DIQUE DE SEGURIDAD.**- Muro de contención o seguridad construido de concreto o mampostería sólida debidamente impermeabilizado que limita a uno o más tanques con el objeto de evitar, que en caso de derrame o siniestro, se extienda el

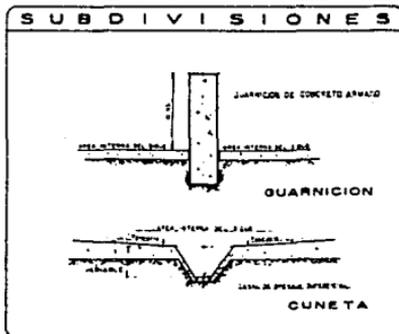
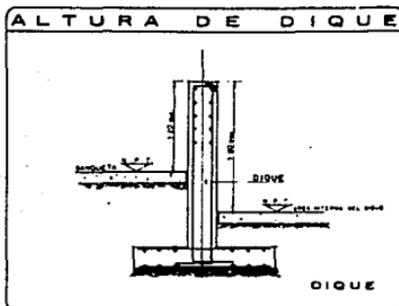
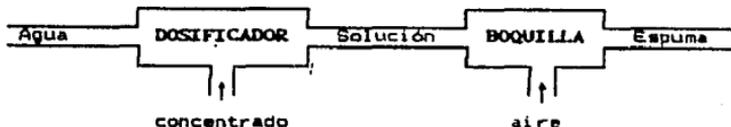


FIG 2.-- DIQUE DE SEGURIDAD, CUNETAS Y GUARNICION

producto contenido hacia otras áreas, así como tener la posibilidad de recuperar éste en un momento dado. Fig. 2

**1.7 ESCALERA.**- Es la vía de acceso de personal al área interior del dique para los trabajos de mantenimiento y operación. Fig. 1

**1.8 ESPUMA MECANICA.**- La espuma mecánica es el medio más adecuado para combatir incendios en tanques de almacenamiento de líquidos inflamables. Las espumas mecánicas para su formación tienen un principio similar cuando al agua se le agrega detergente y luego con la mano se agita para formar la espuma. Así en este caso, un flujo de agua por las mangueras y a través del dosificador crea el vacío necesario para succionar el líquido concentrado, para formar una solución que al llegar a la boquilla succiona el aire necesario para formar la espuma.



Las espumas mecánicas que hay en el mercado se pueden clasificar de la siguiente forma:

I.8.1 ESPUMA DE TIPO PROTEICA.- El líquido concentrado es una proteína hidrolizada con aditivos para preservarla de la descomposición. Viene en concentraciones del 6% y 3%, su expansión al formar la espuma es de unas diez veces su volumen (baja expansión). En líquidos polares, no puede ser empleada, ya que la disuelve.

I.8.2 ESPUMA RESISTENTE AL ALCOHOL.- Este tipo de concentrado se desarrolla en virtud de que la espuma proteica se disuelve al entrar en contacto con solventes orgánicos fuertes como el éter, benceno, tolueno, metanol, etc. El concentrado resistente al alcohol está formado básicamente por detergentes sintéticos, con las mismas características y propiedades para la producción de espuma que en el caso de la proteica. Se usa en solución al 6%.

I.8.3 ESPUMA DE ALTA EXPANSION.- Este concentrado aumenta cerca de mil veces su volumen al generar la espuma, siendo el método para hacerlo, similar al de las otras espumas, solamente para agregar el aire se requiere un ventilador para manejarlo en el volumen adecuado. La base es sintética y generalmente se usan del 1 al 3%.

I.8.4 AGUA LIVIANA.- El agua liviana es la designación

para un producto que al adicionarse al agua forma una solución que flota en los hidrocarburos líquidos sellando la superficie, impidiendo la evaporación. Se usa combinado con polvo purpura "k" teniendo una acción muy efectiva en la extinción del fuego. El concentrado es un derivado fluorado que se agraga al agua en una concentración del 6% para formar el agua liviana.

**I.9 ESPUMA QUIMICA.**- La espuma química se obtiene a partir de la reacción de dos soluciones, una alcalina y otra ácida, generalmente bicarbonato de sodio (componente B) y sulfato de aluminio (componente A). Estas sustancias vienen en dos tipos de polvo: el llamado polvo único (dos en uno), que está compuesto por una mezcla de las dos sustancias A y B necesarias para formar la espuma; y el otro en el que los componentes A y B vienen separados para mezclarse con el agua (en un generador de doble tolva). Así mismo, existen soluciones de estos polvos para mezclarse con agua

**I.10 FRENTA DE ATAQUE.**- Es el lugar a través del cual se tiene la comunicación directa al tanque de almacenamiento, desde un dique adyacente a una calle de servicio para proporcionar, en caso de siniestro, facilidades para ataque de contra incendio.

**I.11 FUEGO.**- Es un fenómeno químico en cual se combina el combustible y el oxígeno del aire para formar dióxido de carbono ( $CO_2$ ), monóxido de carbono ( $CO$ ) y vapor de agua con

desprendimiento de luz y calor.

Como se sabe, la combustión es el resultado de una rápida oxidación de materiales combustibles en presencia de una fuente calorífica con desprendimiento de energía en forma de luz y calor. Los vapores que a cierta temperatura se desprenden de los materiales combustibles, al mezclarse en proporciones adecuadas con el oxígeno del aire y estando en contacto con una fuente de calor, llega el momento en que entran en combustión, la que continuará en cuanto existan los tres elementos en proporciones adecuadas.

En consecuencia, para que haya fuego se requiere la combinación de tres elementos, los cuales son:

- a) Vapores combustibles
- b) Oxígeno del aire
- c) Calor

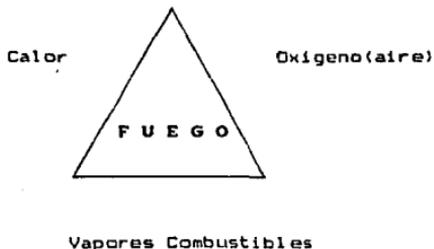
1.11.1 VAPORES COMBUSTIBLES.- El combustible para poder arder se debe de encontrar en forma de vapor. En el caso de los líquidos muy volátiles como la gasolina, la vaporización se presenta muy fuerte y por lo tanto arde con mucha facilidad.

1.11.2 OXIGENO DEL AIRE.- El oxígeno forma parte del aire en una proporción del 21% aproximadamente, el cual es indispensable para alimentar a la combustión, de ahí que al oxígeno se le denomina Comburente. Sin el oxígeno, los vapores

combustibles aún en presencia de una fuente calorífica no entrarán en combustión.

I.11.3 ENERGIA.- El calor es una forma de energía necesaria para producir la combustión. La temperatura que hace vaporizar a los combustibles se le llama Temperatura de Vaporización; una temperatura más elevada, como la de una flama o chispa, produce la ignición de los vapores combustibles. A esta temperatura se le llama Temperatura de Ignición.

I.11.4 La reunión de estos tres elementos siempre nos producirá fuego. Se acostumbra representarlos por el llamado TRIANGULO DEL FUEGO.



**1.12 GUARNICION.**- Es una subdivisión del dique que al igual que la cuneta, tiene la finalidad de evitar que se extiendan en toda el área interior del dique los pequeños derrames de los tanques. Este pequeño muro de contención se construye de concreto armado, ya sea de 45cm. de altura, o bien, la altura que resulte para contener un 10% de la capacidad del tanque límite. Fig. 2

**1.13 HIDRANTE.**- Es un dispositivo para salida de agua, integrado a la red de agua contra incendio. Se construye conectando un tubo vertical de 10 o 15 cm. de diámetro (4" o 6") directamente a la línea de agua o mediante un codo de 90° , instalando en la parte superior de este tubo un tapón y dos niples de 63.5 o 38.1 cm. (2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" o 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" ) de diámetro con cuerda estandar de tubería, opuestos uno al otro. En dichos niples se colocan válvulas de compuerta de bronce con cuerda macho de contra incendio en la salida. Fig. 3

**1.14 LIQUIDO INFLAMABLE.**- Cualquier líquido cuyo punto de inflamación sea menor de 37.8°C y tenga una presión de vapor que no exceda de 2.8 Kg/cm<sup>2</sup> abs. ( 40 lb/pulg<sup>2</sup> ) a 37.8°C (clase I NFPA)

**1.15 MANTENIMIENTO.**- Son una serie de actividades que se realizan en los sistemas contra incendio con el fin de conservar la continuidad de servicio en forma segura, confiable y económica. Se clasifican en Mantenimiento Preventivo y

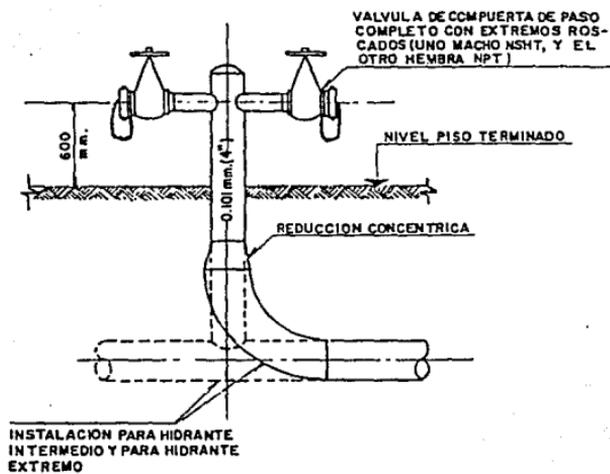


FIG 3.- DETALLE DE HIDRANTE

## Mantenimiento Correctivo.

I. 15.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.- Son una serie de actividades que se deben de realizar en los sistemas contra incendio de acuerdo a los programas de mantenimiento existentes ( diariamente, semanalmente, anualmente, etc. ) para evitar en lo posible la presencia de fallas que afecten la seguridad del personal y de las instalaciones mismas.

I. 15.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.- Son una serie de actividades que se deben de realizar en los sistemas contra incendio cuando estos han dejado de proporcionar el servicio para el cual fueron diseñados.

I. 16 MONITOR.- También es conocida como torrecilla o cañón monitor. Es un dispositivo colocado en la parte superior de un hidrante, el cual tiene una boquilla regulable para chorro directo o niebla con mecanismos que le permiten girar  $120^{\circ}$  en el plano vertical y  $360^{\circ}$  en el horizontal. Fig. 4.

I. 17 PETROLEO CRUDO.- Mezcla de hidrocarburos que tienen punto de ebullición menor de  $65.6^{\circ}\text{C}$ , los cuales no se han procesado en una refinería.

I. 18 PRESION DE VAPOR.- Presión ejercida por un líquido volátil contenido en un recipiente cerrado al evaporarse parte del líquido y establecerse el equilibrio de las fases

DETALLE DE MONITOR (HIDRANTE INTEGRADO)

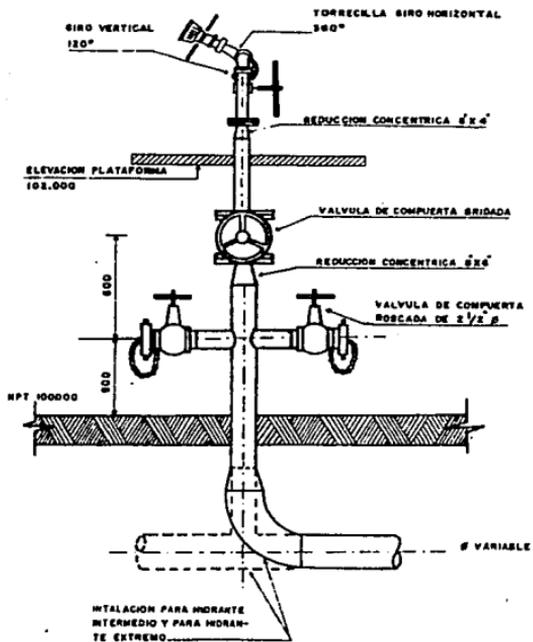


FIG 4.- DETALLE DE MONITOR (HIDRANTE INTEGRADO)

líquido-vapor. Estos valores son muy empleados para estimar la velocidad de vaporización de un líquido. Una sustancia inflamable tóxica con alta velocidad de vaporización es más peligrosa que una sustancia de baja velocidad de vaporización. Aún cuando la velocidad de vaporización de un líquido depende de varios factores, el empleo de la presión de vapor puede servir como base para formarse un criterio aproximado de la velocidad de evaporación.

**I.19 PRODUCTO COMBUSTIBLE.**- Cualquier líquido cuyo punto de inflamación sea de 37.8°C o más alto (clase II y III NFPA). De acuerdo a la NFPA, los líquidos inflamables y combustibles, se clasifican como a continuación se mencionan: (ver tabla 1)

**I.19.1 LIQUIDOS INFLAMABLES.**- a estos líquidos le corresponde la clase I y se subdividen en:

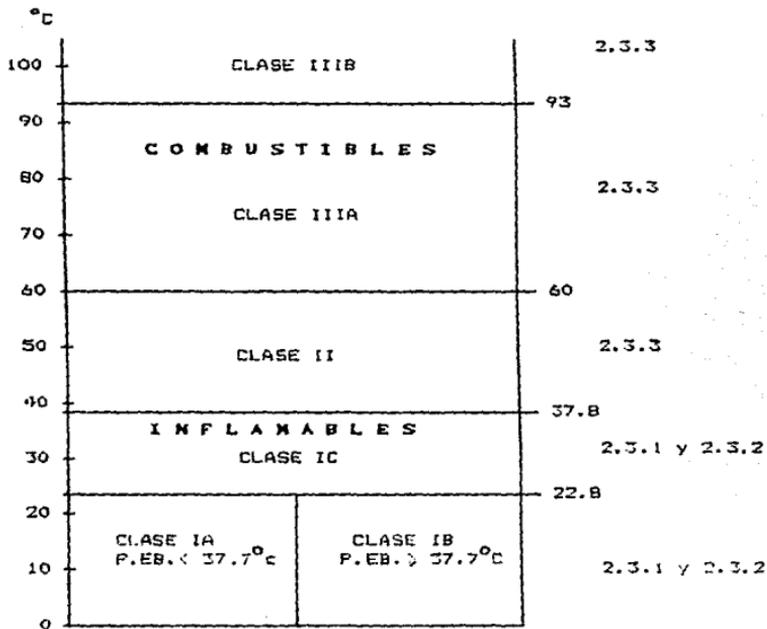
**I.19.1.1 Clase IA.**- Incluye aquellos líquidos con punto de inflamación inferior a 22.8°C y cuyo punto de ebullición es menor de 37.7°C

**I.19.1.2 Clase IB.**- Incluye aquellos líquidos con punto de inflamación menor de 22.8°C y cuyo punto de ebullición sea de 37.7°C o mayor.

**I.19.1.3 Clase IC.**- Incluye aquellos líquidos con punto de inflamación entre 22.8°C , 37.8°C , cuyo punto de ebullición es

CLASIFICACION DE PRODUCTOS  
COMBUSTIBLES E INFLAMABLES  
(NFPA)

CLASIFICACION DE  
RIESGOS



LOS RIESGOS 2.3.4 (SOLVENTES POLARES Y ALCOHOLES) Y 2.3.6 (CRUDO Y RECUPERADO DE TRAMPAS) PUEDEN SER INFLAMABLES O COMBUSTIBLES. SUS PUNTOS DE INFLAMACION SON VARIABLES.

TABLA 1

menor de 37.7°C. Se consideran líquidos inflamables los siguientes productos: gasolinas (nova, extra, catalítica, reformada), nafta, turbosina, metanol, etanol, aromina, dodecibenceno, tolueno, etc.

**I.19.2 LIQUIDOS COMBUSTIBLES.-** Les corresponden las clases II y III y se subdividen en:

**I.19.2.1 Clase II.-** Incluye a los líquidos cuyo punto de inflamación está entre 37.8°C y 60°C.

**I.19.2.2 Clase IIIA.-** Incluye a los líquidos cuyo punto de inflamación está entre 60°C y 93°C.

**I.19.2.3 Clase IIIB.-** Incluye aquellos líquidos con punto de inflamación de 93°C o mayores. Se consideran líquidos combustibles los siguientes: diáfano, tractomex, tractogas, aceite a base de citrolina, diesel, combustóleo (ligero, intermedio y pesado), lubricantes, etc.

**I.20 PUNTO DE COMBUSTION.-** Es la temperatura más baja a la cual, bajo condiciones específicas definidas, un producto del petróleo se vaporiza rápidamente en cantidad suficiente para formar sobre la superficie una mezcla aire-vapor la cual arde continuamente durante 5 segundos por lo menos cuando se incendia por una flama pequeña.

**1.21 PUNTO DE EBULLICION.**- Es el paso rápido al estado gaseoso de un líquido cuya presión de vapor, al aumentar la temperatura, llega a ser igual a la presión ambiente a que se halla sometido el líquido.

**1.22 PUNTO DE INFLAMACION.**- Es la más baja temperatura a la cual, bajo condiciones definidas, un producto del petróleo se vaporiza rápidamente, en cantidad suficiente para formar sobre su superficie una mezcla de aire-vapor, la cual produce un "flasheo" o explosión suave, cuando se incendia por una flama pequeña.

**1.23 RAMPA.**- Es una vía de acceso de personal con equipo portatil para mantenimiento, con pendiente adecuada y un ancho similar a la escalera. Fig. 1

**1.24 RED DE DISTRIBUCION DE AGUA.**- Consiste de una serie de tuberías intercaladas, que forman generalmente anillos en las áreas a proteger, que pueden aislarse mediante válvulas de compuerta con las respectivas salidas para hidrantes y/o monitores.

**1.25 SISTEMA CONTRA INCENDIO.**- Es un conjunto de criterios (descripción, diseño y cálculos) regulados por ciertos códigos, normas y estándares con el fin de proteger los recursos humanos y materiales en una planta industrial.

**I.26 TEMPERATURA DE INFLAMACION.-** También llamada "Flash Point" , es la más baja temperatura a la cual un líquido desprende, en la superficie o cerca de ella, vapores suficientes para permitir la combustión. Estos valores están reportados en grados celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ). Los líquidos que se encuentren en o arriba de su temperatura de inflamación, no deben exponerse a flamas, chispas y fuentes de ignición.

**I.27 VIAS DE ACCESO.-** Para los fines de este trabajo, se consideran como vías de acceso las escaleras que estratégicamente se instalan en los diques de seguridad de los tanques.

**I.28 VIAS DE ESCAPE.-** Se consideran como tales, los medios adicionales que se construyen en los diques de seguridad para facilitar la salida rápida de los mismos en caso de emergencia, por ejemplo, las escaleras empotradas en el dique (burladeros) y las rampas que se construyen para fines de mantenimiento.

## CAPITULO II

### TANQUES DE ALMACENAMIENTO ATMOSFERICOS VERTICALES

Como ya se mencionó anteriormente, en este capítulo se hace la descripción de cada tipo de tanque según la función que desempeña dentro de las instalaciones de la planta, de acuerdo a su capacidad de almacenamiento, de sus dimensiones, del producto que almacena y de su localización con respecto a otras áreas ( de proceso y urbanas).

II.1 De acuerdo a la presión de vapor de los productos que almacenan los tanques, se clasifican en:

#### II.1.1 TANQUES ATMOSFERICOS VERTICALES DE TECHO FIJO.-

Estos tanques pueden almacenar productos cuya presión de vapor no llega a  $0.169 \text{ Kg/cm}^2$  ( $2.4 \text{ lb/pulg}^2$ ) y que por lo tanto, se almacenan prácticamente a presión atmosférica y no ofrecen mayores riesgos por la cantidad de vapores que se desprenden en estas condiciones.

#### II.1.2 TANQUES ATMOSFERICOS VERTICALES DE TECHO FLOTANTE.-

En estos tanques se almacenan aquellos productos cuya presión de vapor se encuentra entre  $0.169 \text{ Kg/cm}^2$  ( $2.4 \text{ lb/pulg}^2$ ) y  $1 \text{ Kg/cm}^2$  ( $14.2 \text{ lb/pulg}^2$ ) y que por lo tanto pueden formar una atmósfera explosiva sobre el líquido contenido, o bien desprender cantidades considerables de vapores durante su

operación. Este techo está diseñado de tal forma que le permite flotar sobre el líquido almacenado evitando los grandes volúmenes de gases y vapores que existan en los tanques.

## **11.2 CLASIFICACION DEL AREA DE ALMACENAMIENTO**

11.2.1 Para la clasificación del área de tanques con respecto a otras áreas o instalaciones, debe considerarse la dirección de los vientos dominantes y reinantes, para evitar que los gases emitidos por los tanques invadan dichas áreas y en especial a las de los quemadores y calentadores a fuego directo.

11.2.2 Debe procurarse que el área interior del dique se proyecte a un solo nivel de plataforma.

11.2.3 En el caso donde se tenga un terreno accidentado, de preferencia esta área se localiza en la parte más baja con respecto a otras instalaciones, a excepción del área para tratamiento de efluentes.

**11.3 CLASIFICACION DE RIESGOS.-** Para fines subsiguientes, los riesgos se clasifican de la siguiente manera:

RIESGO	TIPO DE PRODUCTO	TIPO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO	CLASIFICACION (NFPA)
2.3.1	Gasolinas, naftas y otros hidrocarburos líquidos	Atmosférico techo fijos	IB, IC
2.3.2	Gasolinas, naftas y otros hidrocarburos líquidos	Atmosférico techo flotante	IB, IC
2.3.3	Combustibles y destilados	Atmosférico techo fijo	II y IIIA
2.3.4	Solventes polares y alcoholes	Atmosférico techo fijo	Variable
2.3.5	Asfaltos y residuos (con poca agua)	Atmosférico techo fijo	IIIR
2.3.6	Crudo recuperado de trampas (todo líquido que contenga agua y fracciones ligeras de mezclas pesadas)	Atmosférico techo fijo o flotante	Variable

## II.4 VENTEOS, ARRESTADORES DE FLAMA Y VALVULAS DE ALIVIO.

II.4.1 Todos los tanques verticales de almacenamiento atmosférico, deben tener en el techo, válvulas de presión y de vacío.

II.4.2 La localización de estos dispositivos en el techo del tanque, se deben hacer de preferencia en la periferia y en un lugar opuesto a la plataforma de medición sin olvidar la dirección de los vientos dominantes. En cualquier caso se tendrán las facilidades necesarias como pasillos, barandales, plataformas, etc. para efectuar la revisión y limpieza de estos dispositivos con seguridad.

II.4.3 Los tanques de techo fijo deben estar dotados de arrestadores de flama, en las líneas que comuniquen hacia la atmósfera, para los casos en que la naturaleza del producto que contenga permita prever la posibilidad de atmósferas explosivas sobre el líquido.

II.4.4 Cuando los tanques de techo fijo no estén dotados de sistemas de alivio, su construcción debe ser tal que en caso de un aumento de la presión interna, la primera unión entre dos láminas que falle sea la unión entre el cuerpo cilíndrico y el techo. En este caso debe existir una comunicación a la atmósfera de suficiente capacidad para permitir los movimientos

del nivel del líquido en el tanque.

II.4.5 Se pueden almacenar en tanques de techo fijo con sistema de alivio y comunicación directa a la atmósfera ( y sin arrestador de flama), aquellos productos cuya temperatura de inflamación sea superior a 60°C.

II.4.6 Sin embargo los productos cuya temperatura de inflamación es inferior a 60°C pueden almacenarse en tanques con techo fijo provistos de preferencia con arrestadores de flama, salvo cuando existan razones específicas en contrario.

II.4.7 En los tanques a los que no se aplica el parrafo II.4.4 de este capítulo, los dispositivos de alivio que se instalen deben tener por lo menos la capacidad que indica la tabla 2. Considerando como área expuesta al fuego el área de la envolvente, hasta 10m. de altura.

II.4.8 Además de la capacidad de los dispositivos de alivio necesaria para la operación del tanque, debe preverse una capacidad adicional de estos dispositivos para los casos de incendio, excepción hecha de lo establecido en el parrafo II.4 de este capítulo, la suma puede ser superior a lo previsto en el parrafo anterior.

II.4.9 La capacidad de los dispositivos prevista para casos de incendio puede disminuirse de acuerdo con uno de los

factores de la tabla 3, cuando los tanques cuenten con alguna de las protecciones indicadas.

TABLA 2

AREA EXPUESTA AL FUEGO m <sup>2</sup>	CAPACIDAD DEL DISPOSITIVO DE ALIVIO	
	MILES DE FT <sup>3</sup> DE AIRE/HORA	M <sup>3</sup> /HORA
10	105	2,973
20	211	5,975
30	265	7,504
50	354	10,024
80	462	13,082
100	524	14,838
140	587	16,621
180	639	18,094
240	704	19,934
280 y más	742	21,010

Nota: Para valores intermedios, debe interpolarse

TABLA 3<sup>2</sup>

PROTECCION	FACTOR
Drenaje adecuado (más de 20m <sup>2</sup> de área expuesta)	0.50
Aspersores de agua adecuados	0.30
Aislamiento térmico adecuado	0.30
Aspersores y aislamientos adecuados	0.15

2 PEMEX, Norma AII-1, capítulo 8 pag. AII-1-8.3, 1966.

II.4.10 En general, todos los tanques de almacenamiento cuentan con dispositivos de alivio que impiden la formación de presión o vacío que puede deformar al tanque o exceder a la presión de diseño durante las operaciones de llenado y vaciado, así como a consecuencia de los cambios de temperatura ambiente.

II.4.11 Los dispositivos de alivio deben operar a una presión adecuada de acuerdo con el diseño del tanque correspondiente.

II.4.12 Los tanques de almacenamiento cuentan con registro de medición y muestreo adecuados para la presión de operación prevista en el diseño. Estos registros, así mismo, funcionan de tal modo que no pueden originar fugas considerables ni chispas peligrosas durante su operación.

## II.5 MUROS DE CONTENCION (DIQUES)

II.5.1 Con objeto de evitar que los derrames de los tanques de almacenamiento puedan extenderse hacia otras áreas, existen los muros de contención de acuerdo a los siguientes lineamientos:

II.5.1.1 La altura de los muros o diques es como mínimo de 1.2m. con respecto a la calle y la altura sobre el patio interior no excederá de 1.8m. en terrenos absolutamente horizontales. En los casos donde esto no sea posible se tratan

como casos especiales. Fig.2

II.5.1.2. Además se debe evitar el paso de líneas ajenas a los tanques a través del patio interior del dique de seguridad.

II.5.1.3 La construcción de los muros de contención puede ser de lámina de acero, concreto o mampostería, ser herméticos (debiendo sellarse alrededor de los puntos en los cuales pasen líneas de tuberías) y soportar la altura hidrostática del líquido.

II.5.1.4 Cuando varios tanques se encuentren comprendidos dentro del área de los mismos muros de contención, deben existir canales de separación drenados o divisiones de 0.45m. de altura, de tal modo, que cada subdivisión sólo contenga un tanque, o varios tanques cuyo volumen total no sea mayor de 2'385,000 lts. (15,000 barriles).Fig. 2

## II.6 CAPACIDAD DE CONTENCIÓN.

II.6.1 La capacidad volumétrica mínima del dique es la misma para hidrocarburos sujetos a ebullición súbita (boil-over), líquidos inflamables y líquidos combustibles.

y

II.6.2 La capacidad volumétrica mínima del patio limitado por los diques, es la necesaria para contener la capacidad real del tanque si hay uno solo, o la capacidad real del tanque

mayor si hay varios dentro del mismo dique, más el volumen de otros tanques o construcciones que ocupen un espacio interior hasta una altura de 1.8m.

$$CVM = VRTM + VM$$

donde:

- CVM = Capacidad Volumetrica Mínima
- VRTM = Volumen Real del Tanque Mayor
- VM = Volumen Muerto

## 11.7 SECCIONAMIENTO DE PATIOS

11.7.1 Los tanques que almacenan CRUDO y otros hidrocarburos sujetos a "BOIL-OVER" con capacidad nominal de 1'590,000 lts. (10,000 barriles) y mayores deben ser dotados con diques de seguridad individuales. En el caso de tanques de menor capacidad pero cuya capacidad colectiva no exceda de 2'385,000 lts. (15,000 barriles) pueden localizarse dentro del mismo dique. Fig. 5.

11.7.2 Los tanques que almacenan "LIQUIDOS INFLAMABLES" como gasolinas y similares, clasificación NFPA IB y IC, deben tener diques individuales cuando su capacidad sea de 8'745,000 lts. (55,000 barriles) y mayores. En el caso de tanques de menor capacidad que contengan dichos productos, se considera como máximo admisible la colocación de tanques con capacidad colectiva de 11'925,000 lts. (75,000 barriles) en un solo



redondel. Fig. 6

II.7.3 El patio interior del dique colectivo se subdivide con guarniciones o canales de drenaje superficial (cunetas) por cada tanque de 1'590,000 lts. (10,000 barriles) y que en conjunto no excedan de 2'385,000 lts. (15,000 barriles) de capacidad.

II.7.4 Los tanques que almacenan "LIQUIDOS COMBUSTIBLES" clasificación NFPA II y III, con capacidad nominal de 8'745,000 lts. (55,000 barriles) y mayores deben contar con diques individuales. En el caso de almacenamiento de dichos productos con capacidad nominal menor de 8'745,000 lts. (55,000 barriles) pueden localizarse dentro de la misma área limitada por muros de contención hasta una capacidad colectiva de 19'080,000 lts. (120,000 barriles). Fig. 7

II.7.5 El patio interior de los diques colectivos se subdividen con guarniciones o canales de drenaje superficial (cunetas), por cada tanque de 1'590,000 lts. (10,000 barriles) y mayores o grupo de tanques menores de 1'590,000 lts. (10,000 barriles) y mayores o grupo de tanques menores de 1'590,000 lts. (10,000 barriles) cuya capacidad colectiva no exceda de 2'385,000 lts. (15,000 barriles).

II.7.6 Las reglas de los cinco últimos párrafos son validas para tanques verticales de cupula flotante o cupula con unión debil cupula-envolvente. En cualquier otro caso, se debe

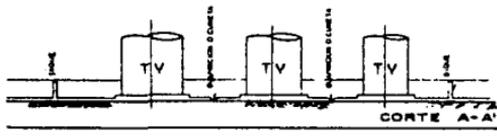
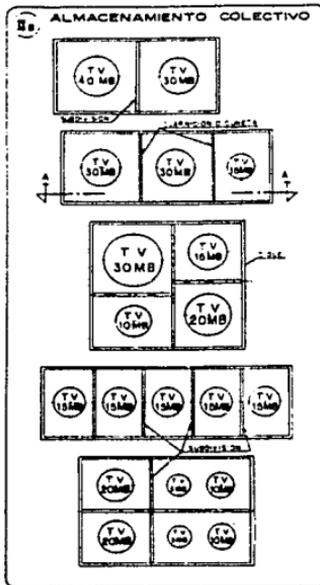


FIG 6.- ABRUPAMIENTO DE TANQUES. LIQUIDOS INFLAMABLES

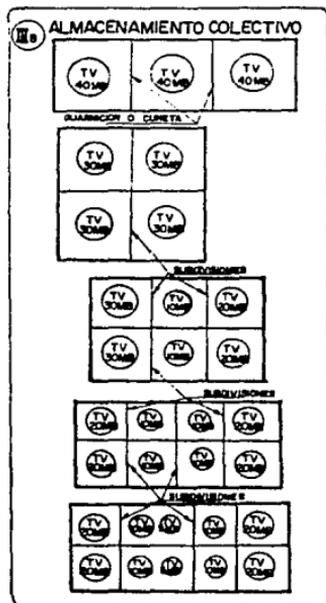


FIG 7.- AGRUPAMIENTO DE TANQUES. LIQUIDOS COMBUSTIBLES

contar con diques individuales para cada tanque de 397,500 lts. (2,500 barriles) o mayor, o grupos de tanques con capacidad colectiva de 596,250 lts. (3,750 barriles) como máximo.

## II.8 DISTANCIA MINIMA ENTRE TANQUES Y OTRAS CONSTRUCCIONES.

II.8.1 DISTANCIAS MINIMAS ENTRE TANQUES.- La localización de tanques de almacenamiento de hidrocarburos, debe guardar como mínimas las siguientes distancias, de acuerdo con su capacidad, características y condiciones de almacenamiento.

II.8.1.1 En el caso de almacenamiento atmosférico para LIQUIDOS INFLAMABLES e hidrocarburos sujetos a BOIL-OVER, la distancia mínima entre tanques (tangente-tangente), es igual al diámetro del tanque mayor (Diámetro Mayor). Fig. 8 (b)

II.8.1.2 Para LIQUIDOS COMBUSTIBLES, la distancia entre tanques es igual a la mitad del diametro del tanque mayor (Diametro Mayor) Fig. 8 (b)

2

## II.8.2 DISTANCIA MINIMA ENTRE TANQUES Y MUROS DE CONTENCION.

II.8.2.1 Para uno o varios tanques de almacenamiento con capacidad nominal igual o menor de 4,770,000 lts. (30,000

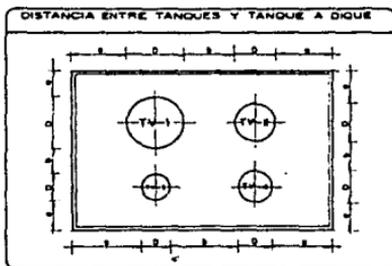


FIG 8.- DISTANCIA ENTRE TANQUES Y OTRAS CONSTRUCCIONES

barriles) la distancia del tanque al muro de contención es igual al altura del tanque considerado (Altura del Tanque).  
Fig. 8 (a)

II.8.2.2. Para uno varios tanques de almacenamiento con capacidad nominal mayor de 4'770,000 lts. (30,000 barriles) la distancia del tanque al muro de contención es igual a la mitad del diámetro del tanque considerado. (Diámetro Mayor) Fig. 8

(a)

2

II.8.3 DISTANCIA MINIMA ENTRE TANQUES Y CONSTRUCCION O VIA PUBLICA MAS CERCANA.

II.8.3.1 Cuando se almacenan productos con tendencia a formar espuma, la distancia mínima entre los tanques de almacenamiento y la construcción posible o vía pública más cercana se registrá por la tabla 4.

TABLA 4

TIPO DE TANQUE	DISTANCIA MINIMA A LA POSIBLE CONSTRUCCION MAS CERCANA	DISTANCIA MINIMA A LA VIA PUBLICA MAS CERCANA
Techo flotante	El doble del diámetro del tanque, pero no necesariamente más de 100m.	1/3 del diámetro del tanque, pero no necesariamente más de 20m.
Techo fijo	El diámetro del tanque pero no necesariamente más de 50m.	1/3 del diámetro del tanque, pero no necesariamente de 20m.

II.8.3.2 Cuando los productos no tengan tendencia a formar espuma, las distancias mínimas desde los tanques a las construcciones o las vías públicas más próximas se rigen por la tabla 5.

**TABLA 5**

TIPO DE TANQUE	DISTANCIA MINIMA A LA POSIBLE CONSTRUCCION MAS CERCANA	DISTANCIA MINIMA A LA VIA PUBLICA MAS CERCANA
Techo flotante	El doble del diámetro del tanque, pero no necesariamente más de 50m .	1/6 del diámetro del tanque, pero no necesariamente más de 10m.
Vertical sin dispositivo de alivio	1/2 del diámetro del tanque pero no necesariamente mas de 30m. y no menos de 2m.	1/6 del diámetro del tanque, pero no necesariamente más de 10m.y en ningún caso menos de 2m.
Vertical con dispositivo de alivio	Según su capacidad de acuerdo con la tabla 6 pero en ningún caso menos de 2m.	Según se capacidad, la mitad de los valores de la tabla 6 pero en ningún caso menos de 2m.

II.8.3.3 La tabla 6 se aplica para determinar las distancias en función de las capacidades.

TABLA 6

CAPACIDAD DE	LOS TANQUES	A	B
EN LITROS	EN BARRILES		
3,021 o menos	19 o menos	4	2
3,180 a 47,541	20 a 299	6	2
47,700 a 111,141	300 a 699	8	2
111,300 a 190,641	700 a 1,199	10	4
190,800 a 397,341	1,200 a 2,499	15	6
397,500 a 1'907,841	2,500 a 11,999	25	8
1'908,000 a 3'974,841	12,000 a 24,999	30	10
3'975,000 a 7'949,841	25,000 a 49,999	40	15
7'950,000 en adelante	50,000 en adelante	50	20

A<sup>o</sup> DISTANCIA MINIMA A LA POSIBLE CONSTRUCCION MAS CERCANA EN METROS

B<sup>o</sup> DISTANCIA MINIMA A LA VIA PUBLICA MAS CERCANA EN METROS

II.8.3.4 La distancia entre dos tanques de almacenamiento debe, en todo caso satisfacer los requisitos siguientes:

- a) Nunca ser menor de un metro
- b) Nunca ser menor de la mitad del diámetro del tanque más pequeño o que la tercera parte del diámetro del tanque mayor

II.9 DRENAJES Dentro de los redondeles de todos los tanques deben existir drenajes aceitosos y drenajes pluviales independientes, excepto donde se almacenan productos petroquímicos, que requieran drenaje independiente, en cuyo

caso hay en sustitución del aceitoso, un drenaje químico.

#### II.9.1 DRENAJE ACEITOSO.

II.9.1.1 A este drenaje van las purgas de los tanques y se dimensiona de acuerdo al volumen de las mismas, pero la tubería de drenaje nunca debe ser menor de 6" de diámetro.

II.9.1.2 Todos los drenajes aceitosos tienen válvulas de bloqueo afuera de los tanques. Estas válvulas son operadas desde el nivel de piso.

II.9.1.3 Además a la llegada de cada colector de tanques al troncal aceitoso se instala un sello hidráulico.

#### II.9.2 DRENAJE PLUVIAL

II.9.2.1 Este drenaje cuenta con atarjeas para captación de agua pluvial y se dimensiona tomando la captación de volumen de agua que resulta mayor, considerando lo siguiente:

- a) El gasto de agua colectada en el área, durante la hora de máxima precipitación pluvial, de acuerdo a las estadísticas de datos meteorológicos de la zona.
- b) El gasto de agua colectada en el área durante las 24 horas del día más lluvioso del año, de acuerdo a las estadísticas de datos meteorológicos de la zona.
- c) El gasto de agua contra incendio vertida sobre el área

para combatir un incendio.

II.9.2.2 Se debe contar con válvula de bloqueo a la salida del dique de contención, la cual es operable desde el nivel de piso y tiene una clara indicación de abierto-cerrado.

II.9.2.3 Además debe contar con una conexión al drenaje general aceitoso dotado de una válvula de las mismas características que la del punto anterior.

#### II.10 FRENTES DE ATAQUE (FA)

II.10.1 Todo tanque de almacenamiento de hidrocarburos tiene que estar localizado adyacente a un muro de contención (dique) como mínimo, el cual tenga acceso directo a una calle.

Fig. 9

II.10.2 El número mínimo de frentes de ataque contra incendio (FA) desde calles adyacentes a los muros de contención (diques) es en función de la capacidad nominal del tanque de acuerdo a la tabla 7.

TABLA 7

CAPACIDAD DEL TANQUE		NUMERO MINIMO DE ACCESOS (FA)
LITROS	BARILES	
7.95x10 y 3.18x10	500,000 y 200,000	4
2.38x10 y 1.59x10	150,000 y 100,000	3
1.27x10 y 8.74x10	80,000 y 55,000	2
6.36x10 y menores	40,000 y menores	1

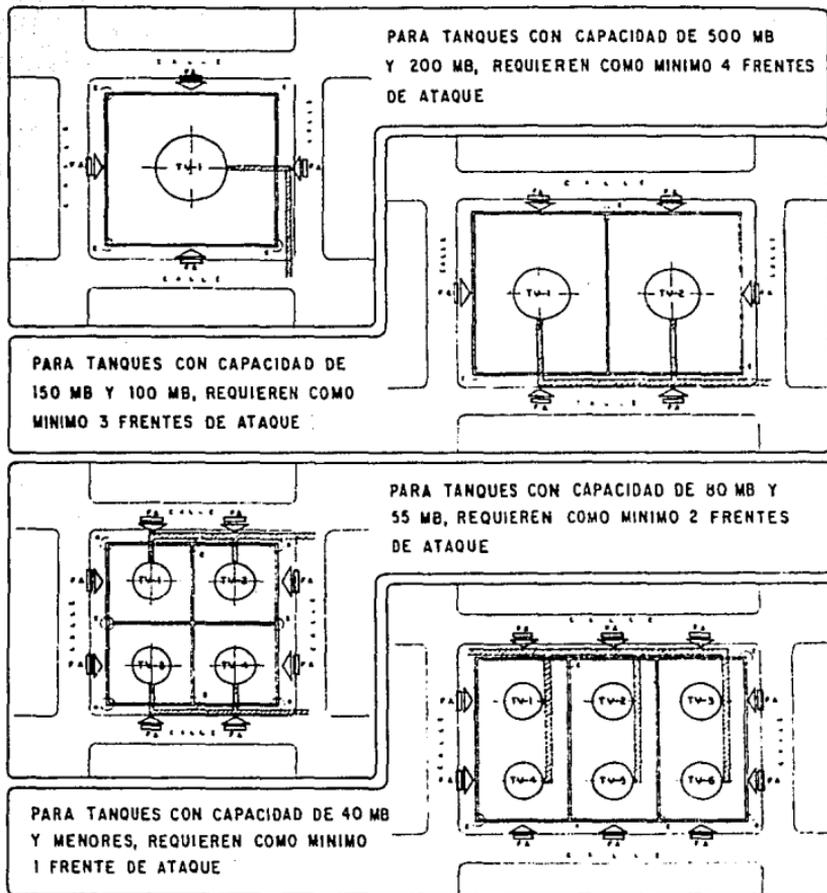


FIG 9.- FRENTES DE ATAQUE (F.A.)

## II.11 VIAS DE ESCAPE Y ACCESO PARA MANTENIMIENTO

### II.11.1 ESCALERAS

II.11.1.1 Los tanques con capacidad de 500,000 bls. (79'500,000 lts.) y 200,000 bls. (31'800,000 lts.), deben tener como mínimo cuatro accesos por escalera, ubicados estratégicamente.

II.11.1.2 Los tanques de 150,000 bls. (23'850,000lts.) y menores, deben tener como mínimo dos escaleras, localizadas en dos esquinas opuestas entre sí. Fig. 1

### II.11.2. RAMPAS

II.11.2.1 Los patios de los tanques contarán también con accesos a través de rampas adecuadas para introducir a dicho patio equipos portátiles, tales como monitores o extinguidores de carro. Fig. 1

II.11.2.2 El número mínimo de rampas está de acuerdo con la tabla 8

### II.11.3 BURLADEROS

II.11.3.1 Además de las escaleras se debe contar con vías de escape a base de burladeros (escalón empotrado en los muros de contención para facilitar el escape, mediante el salto del dique) que debe localizarse a cada 50 m. como máximo. Fig.1

**TABLA 8**

CAPACIDAD INDIVIDUAL O COLECTIVA DE LOS TANQUES DENTRO DEL PATIO		CANTIDAD DE RAMFAS
EN LITROS	EN BARRILES	
$3.18 \times 10^7$ o menos	200,000 o mas	4
Menos de $3.18 \times 10^7$ hasta $1.59 \times 10^7$	Menos de 200,000 hasta 100,000	2
Menor de $1.59 \times 10^7$	Menor de 100,000	1

## II.12 INSTALACION ELECTRICA

II.12.1 Todos los tanques de almacenamiento deben tener conexión eléctrica a tierra adecuada.

II.12.2 En los lugares donde se efectúa la carga o descarga de autos tanque, carros tanque, etc., deben existir dispositivos adecuados para conectar eléctricamente la tubería de llenado y el recipiente. Así mismo, en el caso de carros tanque, las vías deben aislarse en forma adecuada.

## II.13 PREVENCION DEL SOBRELLENADO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO ATMOSFERICOS

II.13.1 Para prevenir accidentes mayores, debido a derrames e incendios de líquidos clase I (gasolinas y naftas) por sobrellenado de los tanques de almacenamiento, se debe utilizar cuando menos uno de los siguientes métodos de

prevención:

II.13.1.1 Medición del nivel del tanque a intervalos frecuentes durante la recepción, manteniendo comunicación confirmada en forma continua con el personal de operación responsable del envío del producto, de tal manera que el flujo se pueda suspender de inmediato o desviar a otro tanque.

II.13.1.2 Instalación de una alarma que sea independiente de cualquier sistema de medición del tanque. Esta alarma debe estar localizada donde se encuentra al personal de servicio durante la recepción, para que éste pueda rápidamente efectuar maniobras para suspender o desviar el flujo.

II.13.1.3 Instalación de un sistema independiente que automáticamente corte o desvíe el flujo.

## C A P I T U L O   I I I

### DISEÑO DE INSTALACIONES Y EQUIPO PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO ATMOSFÉRICOS VERTICALES

En este capítulo, se dan las bases para el diseño de las instalaciones y equipo contra incendio recomendables para extinción de incendios en tanques de almacenamiento atmosféricos verticales, tomando en cuenta su capacidad, sus dimensiones y el tipo de producto que almacena.

III.1 La espuma para protección contra incendio es un conjunto de burbujas formadas a partir de una solución acuosa de baja densidad, con lo cual se logra que pueda flotar sobre los líquidos inflamables ligeros. Una de sus principales aplicaciones es precisamente formar un manto consistente sobre esos líquidos más ligeros que el agua y prevenir o extinguir los incendios al excluir el aire y enfriar el combustible. La espuma para este tipo de riegos se proporciona mediante sistemas fijos o portátiles, con descargas que permiten una suave aplicación de la espuma a la superficie del combustible que está ardiendo, o bien mediante el empleo de vehículos dotados con equipo capaz de generar rápidamente grandes volúmenes de espuma. Estos vehículos pueden emplearse en forma independiente o auxiliándose de alguna red de agua contra incendio.

III.2 Los sistemas a base de espuma se componen

básicamente de:

- a) Una fuente o recipiente con los productos capaces de producir espuma.
- b) Una fuente de abastecimiento de agua.
- c) Equipos generadores de espuma
- d) Aparatos para aplicar la espuma al incendio
- e) Accesorios como líneas, mangueras, tuberías, válvulas, dispositivos, controles, detectores, etc., necesarios para actuar y operar el sistema.

III.3 Por la forma como se produce la espuma, ésta se clasifica en ESPUMA QUIMICA Y ESPUMA MECANICA

III.4 **ESPUMA QUIMICA.**- La espuma química se obtiene a partir de la reacción de dos soluciones, una alcalina y otra ácida, que generalmente son bicarbonato de sodio (componente A) y sulfato de aluminio (componente B).

#### III.5 GENERADORES PARA ESPUMA QUIMICA.

III.5.1 **GENERADOR DOS EN UNO.**- El generador para espuma química dos en uno, es un aparato que se usa intercalándose entre dos mangueras o entre dos tramos de tubería según el caso; éste incorpora el polvo único al flujo de agua por succión a través de una tolva, produciéndose la espuma en la propia salida del generador, para descargarla por una boquilla o una cámara de espuma. Fig. 10

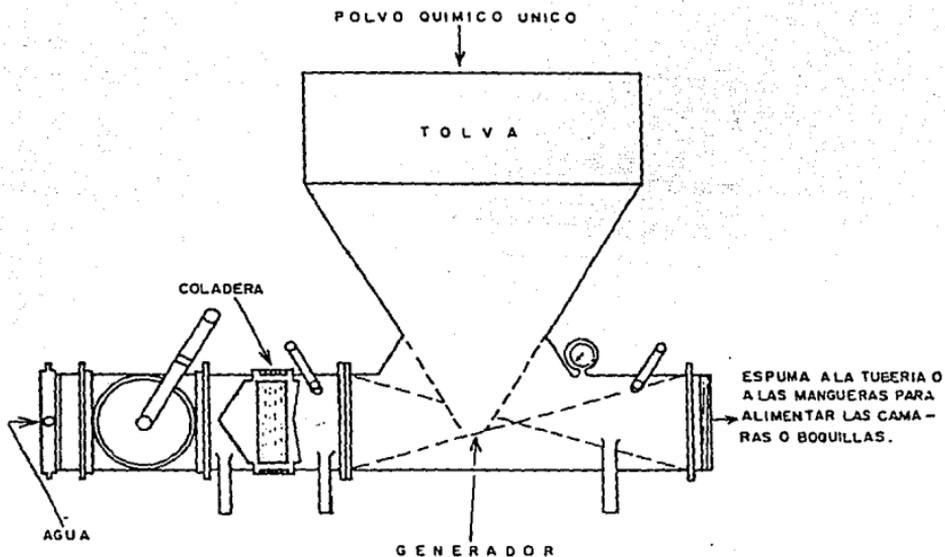


FIG 10.- GENERADOR DE ESPUMA QUIMICA DOS EN UNO

**III.5.2 GENERADOR DUAL.-** El generador para espuma química dual de componentes A y B, es un aparato similar al generador dos en uno descrito anteriormente, con la diferencia de que este generador cuenta con dos tolvas, una para cada componente con sus respectivos educutores, que succionan independientemente cada uno de los componentes A y B, formandose dos soluciones diferentes al fluir el agua y finalmente se forma la espuma al mezclarse estas soluciones en una cámara o bien, si así se desea, a la salida del generador. Fig. 11

**III.6 SISTEMAS PARA ESPUMA QUÍMICA.-** En la tabla 9 se describen las características de los sistemas de espuma química y algunas de sus principales aplicaciones.

**III.7 DOSIFICADORES PARA LIQUIDOS ESPUMANTES.-** Los diferentes tipos de dosificadores más usados para aplicar el líquido espumante son los siguientes:

**III.7.1 DOSIFICADOR EN LINEA -** El dosificador en línea o tipo venturi se usa intercalandose entre dos mangueras de contraincendio y succionando el líquido espumante de recipientes portátiles. Fig.14

**III.7.2 DOSIFICADOR EN LA SUCCION DE LA BOMBA.-** Consiste de un educutor instalado en la succión de la bomba de agua el cual dosifica el líquido espumante contenido en un recipiente fijo. Fig. 15

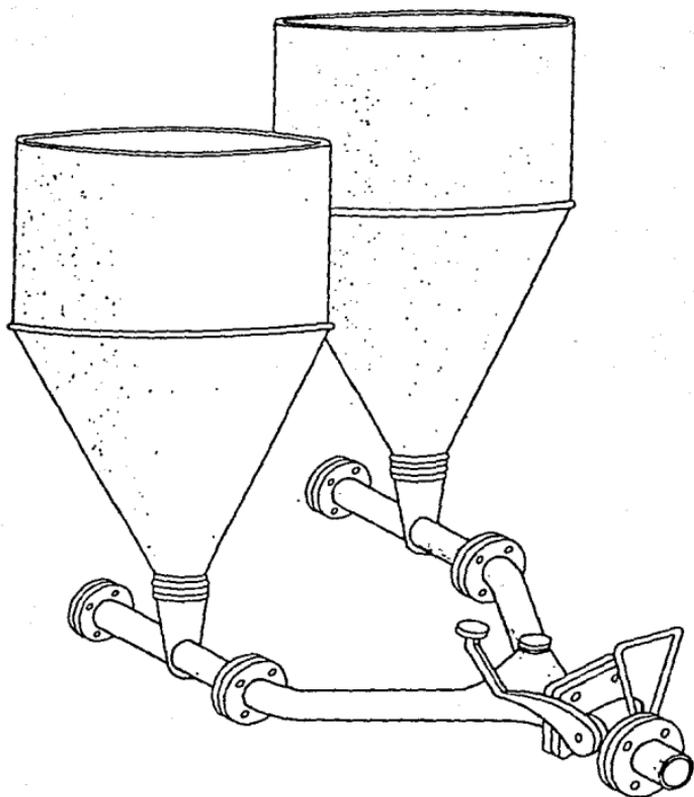


FIG 11.- GENERADOR DE ESPUMA QUIMICA DUAL

TABLA 9

TIPO DE SISTEMA	COMPUESTOS ESPUMANTES USADOS	PRODUCCION DE ESPUMA	APLICACION DE ESPUMA	ACTUACION DEL SISTEMA	RIESGOS USUALES PROTEGIDOS	PRINCIPALES VENTAJAS Y DESVENTAJAS
SISTEMAS DE GENERACION DE ESPUMA QUIMICA DE POLVO UNICO (DOS EN UNO)	POLVOS QUIMICOS SENCILLOS ESPECIALES Y REGULARES. POLVO QUIMICO UNICO REGULAR PARA USARSE EN INCENDIOS DE HIDROCARBUROS LIQUIDOS (GASOLINA, ACEITES, PETROLEO CRUDO, ETC.) Y EL TIPO DE ALCOHOL PARA LOS LIQUIDOS INFLAMABLES SOLUBLES EN AGUA (CETONAS, ESTERES, ETC.)	POLVO PROPORCIONADO A LA CORRIENTE DE AGUA EN UN GENERADOR DOS EN UNO ESPUMA PRODUCIDA EN LA TUBERIA 1/2 EN LA MEZCLA ENTRE EL GENERADOR Y LA CAMARA DE ESPUMA DEL TANQUE.	CAMARA DE ENTREGA MONTADA EN LA CUBIERTA DEL TANQUE. ESPUMA APLICADA POR LA PRESION DE LA CORRIENTE DE AGUA FIG. 13	NORMALMENTE OPERACION MANUAL. DE VALVULAS DE CONTROL DE AGUA. POLVO INTRODUCIDO EN LA TOLVA DEL GENERADOR, MANUALMENTE DE LAS CUBIERTAS DONDE SE GUARDA EL POLVO.	GRANDES TANQUES VERTICALES DE ALMACENAMIENTO DE LIQUIDOS INFLAMABLES.	BAJOS REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA. CONSTITUCION DE TUBERIA LIMITADA POR LAS CARACTERISTICAS DEL FLUJO DE FLUIDO DE LA ESPUMA EXPANDIDA.
SISTEMA DE GENERACION DE ESPUMA QUIMICA DE POLVO DOBLE COMPONENTES A Y B. FIG. 12	POLVOS QUIMICOS DOBLES REGULARES.	POLVO PROPORCIONADO EN DOS CORRIENTES DE AGUA SEPARADAS EN GENERADORES DUALES. LAS SOLUCIONES ENTUBADAS SEPARADAMENTE SE ENVIAN HACIA LA CAMARA DE MEZCLA DEL TANQUE EN DONDE SE UNIAN PARA FORMAR LA ESPUMA.	CAMARA DE ENTREGA MONTADA EN LA CUBIERTA DEL TANQUE. CAMARA DE MEZCLA DE SOLUCION INTEGRAL ESPUMA APLICADA POR LA PRESION DE LA CORRIENTE DE AGUA.	SIMILAR AL DE LOS SISTEMAS DE POLVOS SENCILLOS.	SIMILAR AL DE LOS SISTEMAS DE POLVOS SENCILLOS.	ALTOS REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA. LARGOS TRAMOS DE TUBERIA - PERDIDOS DEBIDO A QUE LA ESPUMA NO SE FORMA EN LA PROPIA SALIDA DEL GENERADOR. SON HASTA QUE SE MEZCLAN ESTAS DOS SOLUCIONES EN UNA CAMARA DE ESPUMA.

TIPO DE SISTEMA	COMPUESTOS ESPUMANTES USADOS	PRODUCCION DE ESPUMA	APLICACION DE ESPUMA	ACTUACION DEL SISTEMA	RIESGOS USUALES PROTEGIDOS	PRINCIPALES VENTAJAS Y DESVENTAJAS
SISTEMAS DE GENERACION DE ESPUMA QUIMICA DE POLVO UNICO (DOS EN UNO)	POLVOS QUIMICOS SENCILLOS ESPECIALES Y REGULARES, POLVO QUIMICO UNICO REGULAR PARA USARSE EN INCENDIOS DE HIDROCARBUROS LIQUIDOS (GASOLINA, ACEITES, PETRUELO CRUDO, ETC.) Y EL TIPO DE ALCOHOL PARA LOS LIQUIDOS INFLAMABLES SOLUBLES EN AGUA (CETONAS, ESTERES, ETC.)	POLVO PROPORCIONADO A LA CORRIENTE DE AGUA EN UN GENERADOR DOS EN UNO. ESPUMA PRODUCIDA EN LA TUBERIA Y/O EN LA MEZCLERA ENTRE EL GENERADOR Y LA CAMARA DE ESPUMA DEL TANQUE.	CAMARA DE ENTREGA MONTADA EN LA CUBIERTA DEL TANQUE. ESPUMA APLICADA POR LA PRESION DE LA CORRIENTE DE AGUA. FIG. 13	NORMALMENTE OPERACION MANUAL DE VALVULAS DE CONTROL DE AGUA. POLVO INTRODUCIDO EN LA TOLVA DEL GENERADOR, MANUALMENTE DE LAS CUBIERTAS DONDE SE GUARDA EL POLVO.	GRANDES TANQUES VERTICALES DE ALMACENAMIENTO DE LIQUIDOS INFLAMABLES.	BAJOS REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA. CONSISTENCIA DE TUBERIA LIMITADA POR LAS CARACTERISTICAS DEL FLUJO DE FLUIDO DE LA ESPUMA EXPANDIDA.
SISTEMA DE GENERACION DE ESPUMA QUIMICA DE POLVO DOBLE. COMPONENTES A Y B. FIG. 12	POLVOS QUIMICOS DOBLES REGULARES.	POLVO PROPORCIONADO EN DOS CORRIENTES DE AGUA SEPARADAS EN GENERADORES DUALES. LAS SOLUCIONES ENTUBADAS SEPARADAMENTE SE ENVIAN HACIA LA CAMARA DE MEZCLA DEL TANQUE EN DONDE SE JUNTAN PARA FORMAR LA ESPUMA.	CAMARA DE ENTREGA MONTADA EN LA CUBIERTA DEL TANQUE. CAMARA DE MEZCLA DE SOLUCION INTEGRAL. ESPUMA APLICADA POR LA PRESION DE LA CORRIENTE DE AGUA.	SIMILAR AL DE LOS SISTEMAS DE POLVOS SENCILLOS.	SIMILAR AL DE LOS SISTEMAS DE POLVOS SENCILLOS.	ALTOS REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA. LARGOS TRAMOS DE TUBERIA PERMITIDOS DEBIDO A QUE LA ESPUMA NO SE FORMA EN LA PROPIA SALIDA DEL GENERADOR, SINO HASTA QUE SE MEZCLAN ESTAS DOS SOLUCIONES EN UNA CAMARA DE ESPUMA.

TABLA 9

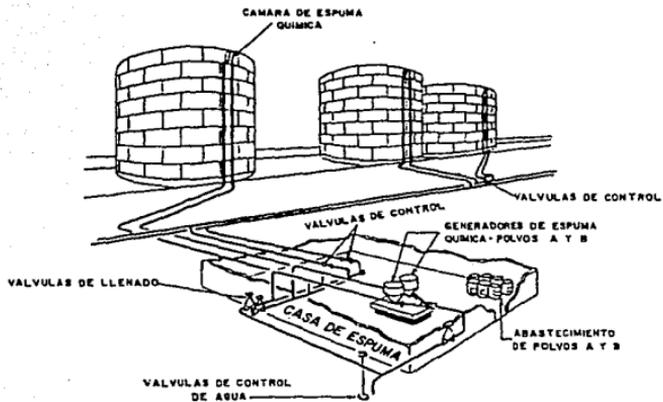


FIG 12.- ESPUMA QUIMICA CON CAMARA DE DESCARGA

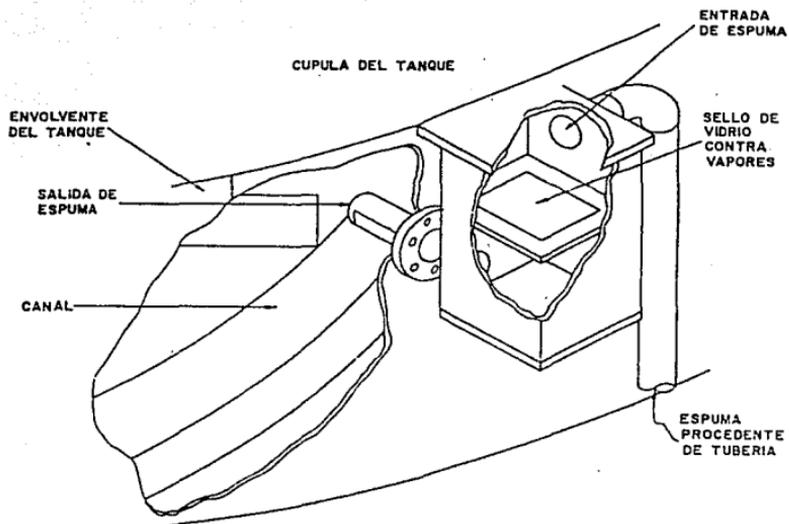


FIG 13.- ESPUMA QUIMICA CON CAMARA DE DESCARGA

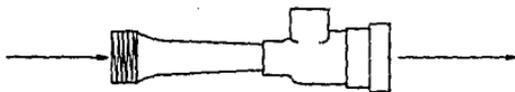
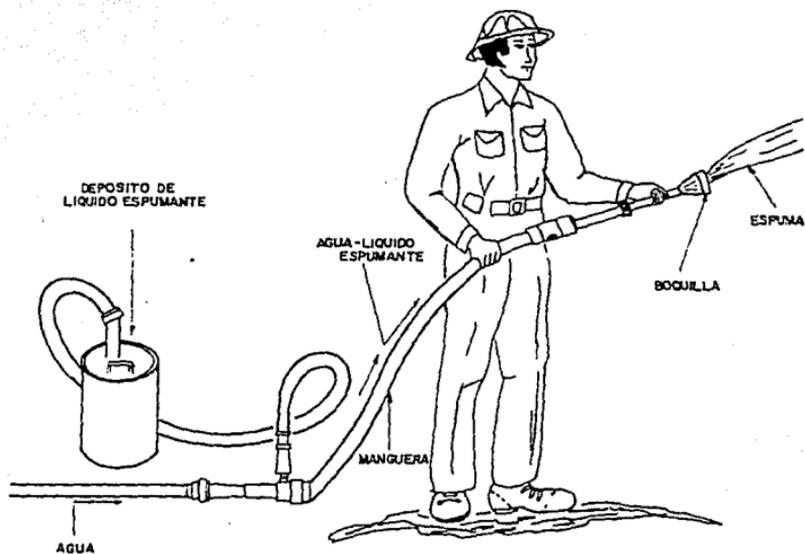


FIG 14.- SISTEMA PORTATIL

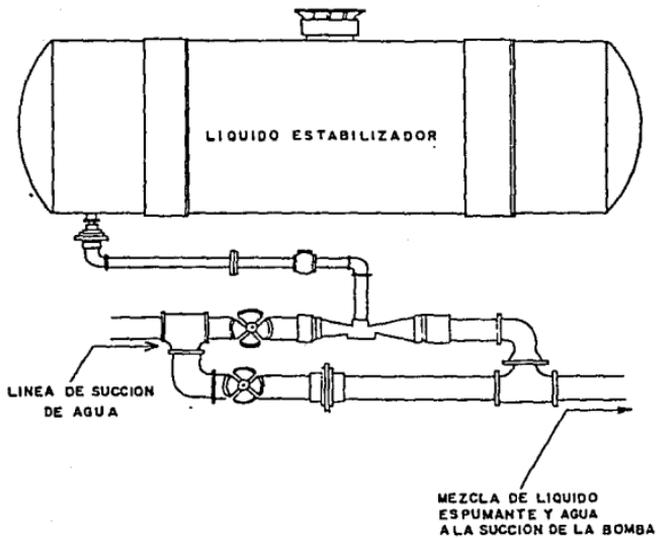


FIG 15.- DOSIFICADOR EN LA SUCCION DE LA BOMBA

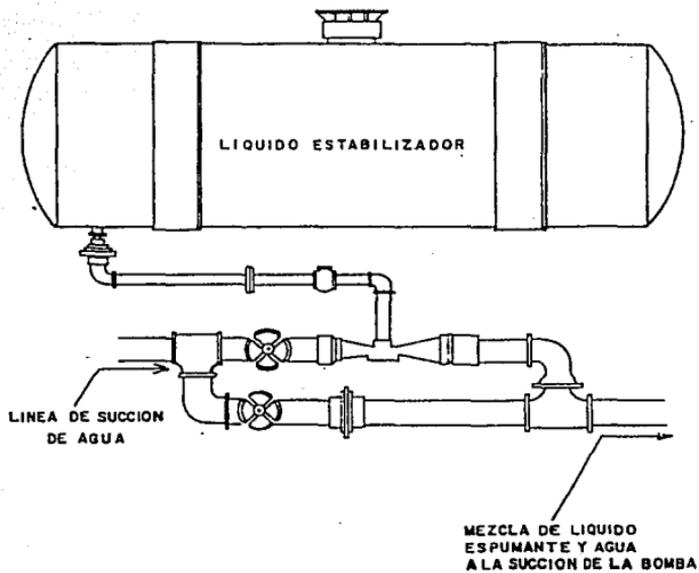


FIG 15.- DOSIFICADOR EN LA SUCCION DE LA BOMBA

**III.7.3 DOSIFICADOR ENTRE LA DESCARGA Y LA SUCCION DE LA BOMBA.**- Consiste de un eductor instalado en una línea que va de la descarga a la succión de la bomba de agua. El agua que fluye a través del dosificador succiona el líquido espumante requerido inyectándolo a la succión de la propia bomba. Fig. 16

**III.7.4 BOMBA DOSIFICADORA.**- Es una bomba auxiliar que se acopla a la flecha del motor de la bomba de agua, o se acciona con otro motor y que inyecta líquido espumante a la corriente de agua a través de un eductor. Fig. 17

**III.7.5 BOQUILLA DOSIFICADORA.**- La boquilla dosificadora y generadora de espuma succiona el líquido espumante a través de una manguera y el aire es introducido a la mezcla agua-líquido por efecto venturi. Fig. 18

**III.8 ESPUMA MECANICA.**- La espuma mecánica es uno de los medios más adecuados para combatir incendios en tanques de almacenamiento de líquidos inflamables; se produce al adicionarle al agua (dulce o de mar), un líquido espumante y aire, lo cual se logra con un eductor o bomba dosificadora.

**III.9 CAMARA PARA ESPUMA MECANICA.**- Es un aparato que se instala permanentemente en la parte superior de la pared externa del tanque a proteger con un sello para evitar la fuga al exterior de los vapores del líquido inflamable almacenado. Estas cámaras se utilizan para formar e introducir la espuma al

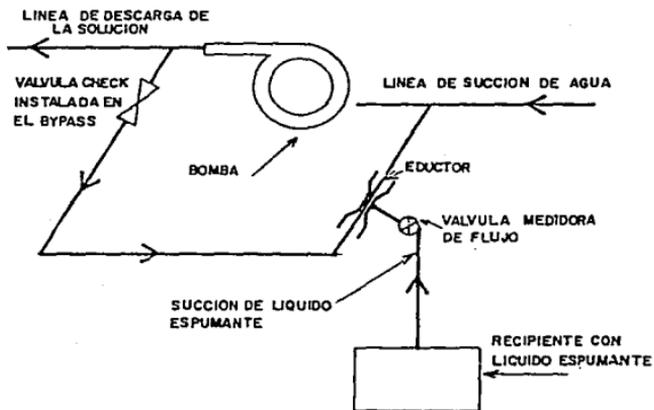


FIG 16.- DOSIFICADOR ENTRE LA DESCARGA Y LA SUCCION DE LA BOMBA

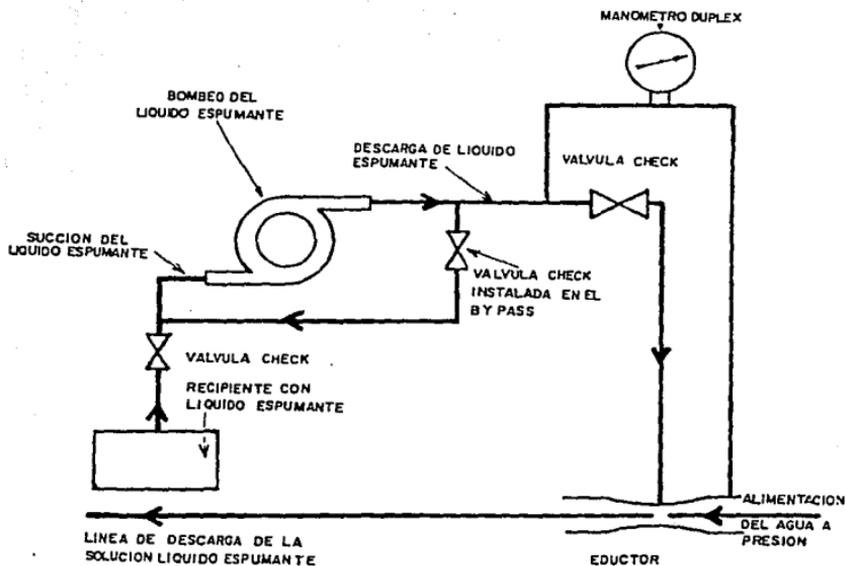


FIG 17.- BOMBA DOSIFICADORA

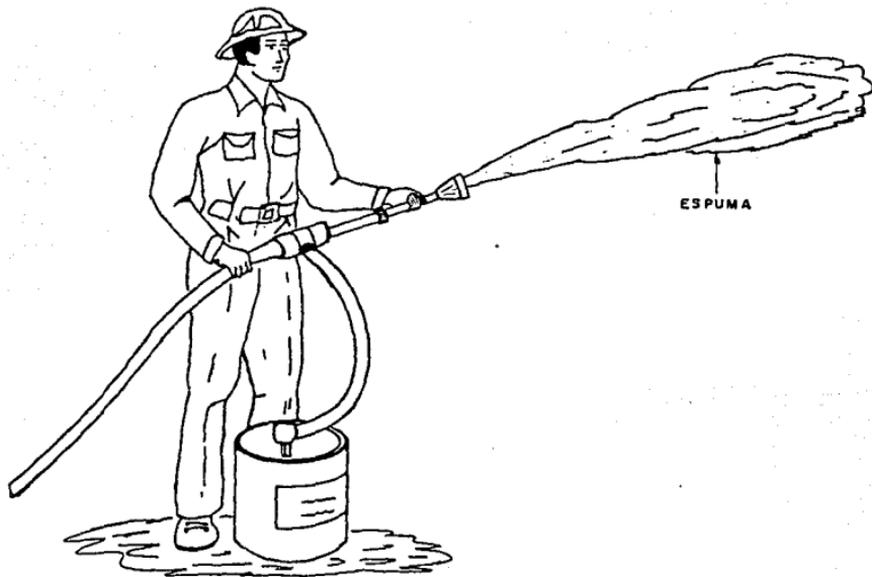
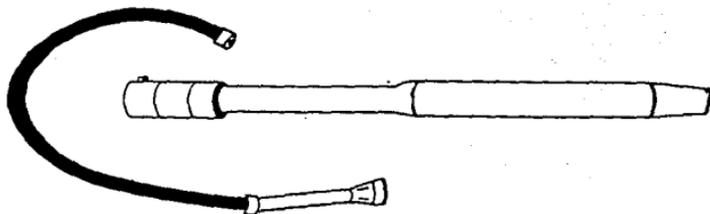


FIG 18.- BOQUILLA DOSIFICADORA

tanque. Existen dos clases de cámaras: Cámara tipo I y Cámara tipo II.

III.9.1 CAMARA TIPO I.- Este tipo de cámaras se utilizan generalmente para proteger tanques que almacenan solventes polares como el alcohol, cetonas, ésteres, etc., pero también pueden usarse satisfactoriamente en tanques que almacenan productos del petróleo. Las cámaras de tipo I constan de un formador de espuma, una placa de orificio, un sello y una manguera generalmente de asbesto, llamada "Tubo Moeller" enrollada dentro de la cámara, que al ponerla en operación se desenrolla rompiendo el sello, depositando suavemente la espuma sobre la superficie del líquido incendiado. Fig. 19

III.9.2 CAMARA TIPO II.- La cámara tipo II es la más comunmente usada en la industria, pues se emplea para proteger tanques que almacenan productos del petróleo como crudo, diesel, gasolina, etc. Esta cámara consta de un generador de espuma, una cámara de expansión, un sello y un deflector para que la espuma resbale por la pared del tanque y se deposite suavemente sobre la superficie del líquido incendiado. Fig. 20

III.10 SISTEMAS FIJOS PARA ESPUMA MECANICA.- Los sistemas fijos para generar espuma mecánica 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 tuberías que la conduce a cada uno de los tanques a proteger y donde

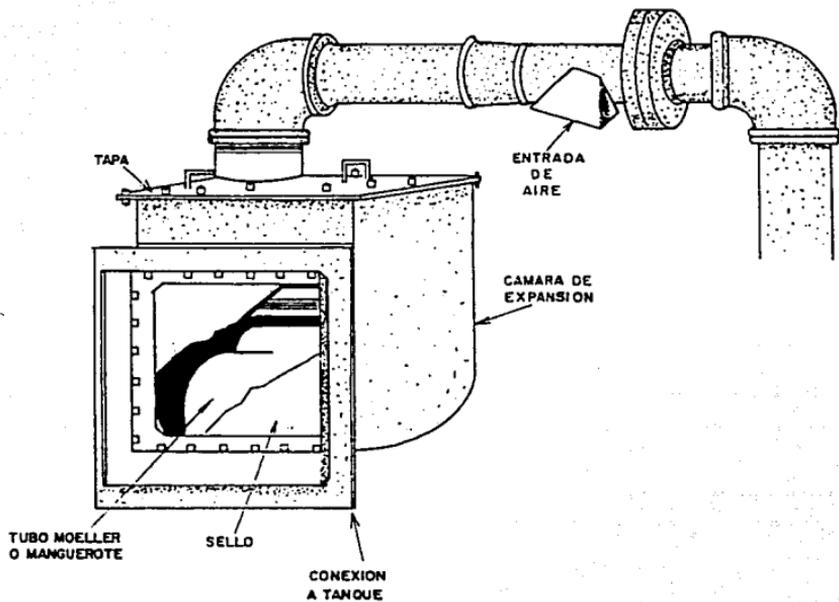


FIG 19.- CAMARA DE ESPUMA TIPO I

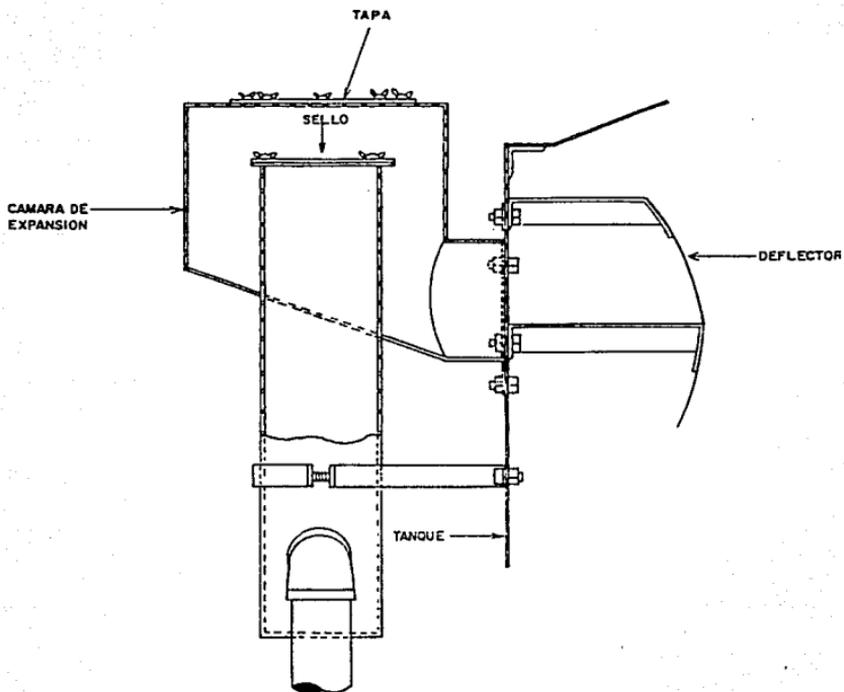
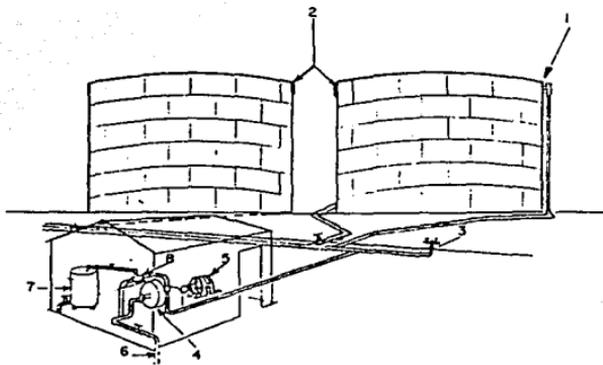


FIG 20.- CAMARA DE ESPUMA TIPO II

se produce la espuma a través de sus respectivos generadores de espuma fijos. Fig. 21. En la casa de espuma se encuentra el depósito para el líquido formador de espuma, los dosificadores de este líquido y las bombas de agua, así como un tablero con instrucciones de operación del sistema contra incendio, indicándose también, las características de las bombas, capacidad de los generadores, capacidad del tanque de almacenamiento del líquido formador de espuma y un diagrama de las instalaciones que indica la posición de las válvulas de control con la nomenclatura de éstas.

**III.11 SISTEMAS SEMIFIJOS PARA ESPUMA MECÁNICA.**— Los sistemas semifijos de espuma mecánica, Fig. 22, están compuestos por generadores y descargas de espuma fijos a la instalación a proteger, conectados a éstos con tuberías que terminan en una o más conexiones hembras giratorias de 63.5mm. (2 $\frac{1}{2}$ ) de diámetro con cuerdas de 7 $\frac{1}{2}$  hilos por 25.4mm. (1"), a una distancia adecuada de algún hidrante de agua contra incendio, a donde se conecta la succión de una unidad móvil dosificadora mediante mangueras, que a su vez, descarga la mezcla de agua-líquido formador de espuma también mediante mangueras a las terminales hembras indicadas. Esta unidad móvil puede ser un camión o remolque con sus respectivos dosificadores o bombas dosificadoras y un depósito con líquido formador de espuma. La característica principal de este sistema es que tanto la unidad móvil como las mangueras y demás materiales se trasladan al lugar requerido después de que



**SISTEMA FIJO**

- 1.- Camara de espuma
- 2.- Generador de espuma
- 3.- hidrante de solución liquido formador de espuma-agua
- 4.- Bomba de agua
- 5.- Motor
- 6.- Alimentación de agua
- 7.- Tanque de liquido formador de espuma
- 8.- Dosificador

**Fig 21.- SISTEMA FIJO PARA ESPUMA MECANICA**

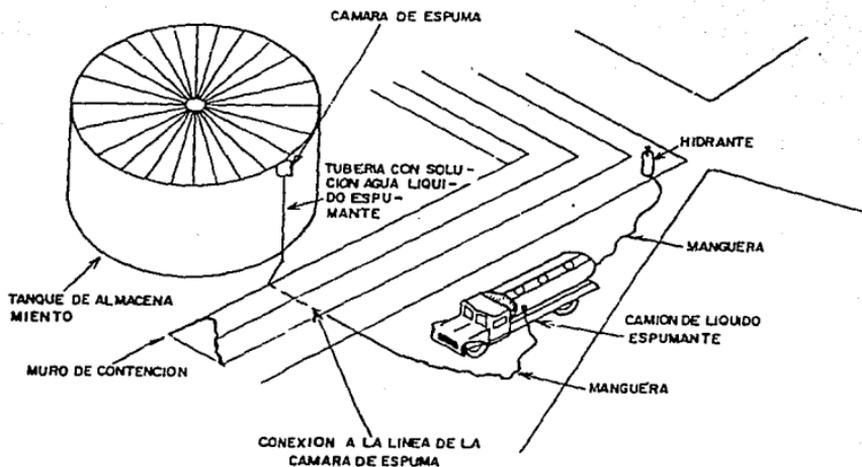


FIG 22.- INSTALACION TIPICA DE UN SISTEMA SEMIFIJO DE ESPUMA  
 MECANICA

comenzó el incendio. Este tipo de sistemas es el más usual en la industria para la protección de tanques que almacenan productos inflamables.

**III.12 SISTEMAS PORTATILES PARA ESPUMA MECANICA.**— Los sistemas portátiles, Fig. 14, se usan como auxiliares de los sistemas fijos y semifijos, así como para la protección a tanques con techo flotante, tanques verticales de poca capacidad y en general en incendios de los derrames de líquidos inflamables. Este sistema consta de mangueras que se conectan a hidrantes de agua contra incendio, de boquillas dosificadoras, de pequeños recipientes portátiles que se transportan al lugar requerido en el momento de ocurrir el incendio.

**III.13 APLICACION DE LA ESPUMA.**— En la Fig. 23 se ilustra la aplicación de la espuma para la protección de tanques de almacenamiento de líquidos inflamables.

**III.13.1** En los sistemas fijos o semifijos de espuma mecánica, la espuma se forma cerca del punto de aplicación, en donde se introduce el aire al sistema. Esta parte de la instalación es denominada generador de espuma.

**III.13.2** En estos sistemas de protección la espuma puede aplicarse ya sea en forma de chorro o de neblina, dependiendo de la naturaleza del riesgo a proteger o bien si se van a usar para extinguir, controlar o aislar el incendio. En forma de chorro se utiliza generalmente para tanques de almacenamiento de líquidos inflamables, disponiendo de un flujo rápido e

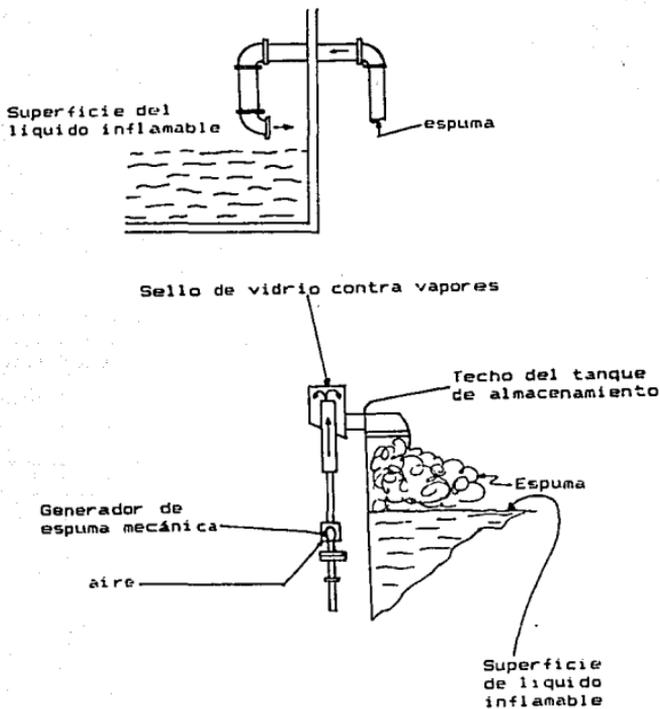


Fig 23.- GENERADOR DE ESPUMA MECÁNICA - COMEDA DE SALIDA  
 INSTALADA EN EL INTERIOR

ininterrumpido de espuma a través de la superficie del líquido incendiado. La espuma en forma de niebla es más efectiva principalmente cuando se usa en los líquidos inflamables que están contenidos en recipientes de poca profundidad.

**III.14 OPERACION DEL SISTEMA.-** Existen dos tipos de operación del sistema para combatir el incendio como a continuación se explica:

**III.14.1 LOS SISTEMAS AUTOMATICOS** de espuma para protección de tanques de almacenamiento de líquidos inflamables son operados en dos pasos: se detecta el calor y se actúa el sistema.

**III.14.2 LOS SISTEMAS MANUALES** se usan para la protección de tanques de almacenamiento de líquidos inflamables que son accesibles a una pronta acción de combate de incendio por parte del personal adiestrado del centro de trabajo.

**III.15 MANTENIMIENTO.-** Para asegurarse de un funcionamiento efectivo de los sistemas de protección a base de espuma, se les debe dar un mantenimiento adecuado con un programa establecido de antemano (ver capítulo V)

**III.15.1** Inmediatamente después de haberse controlado o apagado un incendio con este sistema, se deben realizar todas las maniobras necesarias para dejarlo nuevamente en condiciones

de operación normal.

III.15.2 Los sistemas de espuma deben ser inspeccionados semanalmente, mensualmente, anualmente, etc. según el programa existente de mantenimiento, verificando que sus partes no estén rotas, dañadas, que no tengan boquillas tapadas, partes bloqueadas, posición incorrecta de válvulas o fallas en el abastecimiento de energía eléctrica. Probar el sistema de alarma, operar las bombas de agua o de espuma.

III.15.3 Anualmente, el sistema debe operarse en la forma más completa posible sin descargar espuma, aplicando calor a los detectores de fuego usando agua caliente o una manguera de vapor para verificar la operación de los relevadores, bombas, etc.

III.16 **INSTALACIONES PARA EXTINCIÓN.**- Todos los tanques de tipo atmosféricos dentro del alcance de este trabajo, cuentan con instalaciones para extinción de fuego, según la tabla 10.

III.17 **INCISOS APLICABLES SEGUN EL RIESGO DE QUE SE TRATE.**

a) El número mínimo de cámaras mezcladoras es de acuerdo a la tabla 11.

CLASIFICACION DE RIESGOS		2.3.1. OXIDABILIDAD SOLUBLE Y OTROS PERICULOS LIQUIDOS SEGUN OMTA 13 Y 14	2.3.2. OXIDABILIDAD SOLUBLE Y OTROS PERICULOS LIQUIDOS SEGUN OMTA 13 Y 14	2.3.3. CORROSIVIDAD SOLUBLE Y OTROS PERICULOS LIQUIDOS SEGUN OMTA 15	2.3.4. SELVON- TICOS POLARIS Y ALCOHOLICOS OMTA EN CLASIFI- CACION	2.3.5. ASFAL- TICOS Y RESINAS OMTA 10	2.3.6. CRUDO Y RE- CORPORADO DE TRAM- PAS OMTA 11
TIPO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO		ATMOSFERICO TECHO FIJO	ATMOSFERICO TECHO FLOTANTE	ATMOSFERICO TECHO FIJO	ATMOSFERICO TECHO FIJO	ATMOSFERICO TECHO FIJO	ATMOSFERICO TECHO FIJO O FLOTANTE
APLICACION DE LA ESPUMA	INYECCION A BASE DE CA- MARAS MEZ- CLADORAS CONVEN- CIONALES.	SI	SI	SI	SI (OMTA 1)	SI	SI
	RELACION DE APLICACION DE LIQUIDO FORMADOR DE ESPUMA PARA CAMA- RAS MEZCLADORAS	4.1 L/MIN-M <sup>2</sup>	4.1 L/MIN-M <sup>2</sup> (OMTA 2)	4.1 L/MIN-M <sup>2</sup>	(OMTA 3)	4.1 L/MIN-M <sup>2</sup>	4.1 L/MIN-M <sup>2</sup> (OMTA 2)
	INYECCION SUBSUPER- FICIAL	SI	SI	NO	NO	NO	SI
	RELACION DE APLICACION PARA INYECCION SUB- SUPERFICIAL	4.1 L/MIN-M <sup>2</sup>	4.1 L/MIN-M <sup>2</sup>				4.1 L/MIN-M <sup>2</sup>
	EN CADA CA- SIL SE DE- BE CUMPLIR CON LO MAR- CADO EN LOS INCISOS	(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g)	(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g)	(a) (b) (c) (d)	(b) (c) (d) (e) (f) (g)	(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g)	(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g)

#### NOTAS:

1.- SE USA LIQUIDO ESPUMANTE TIPO "ALCOHOL" O UNIVERSAL CON CAMARAS MEZCLADORAS DE ESPUMA NFFA TIPO II CON UN TOROJAN FIJO A LA PARED INTERNA DEL TANQUE. FIG 24.

2.- CUANDO EL TECHO FLOTANTE ES DEL TIPO MULTIBOYAS LA PROTECCION ES A BASE DE CAMARAS DE ESPUMA CON UNA RELACION DE APLICACION DE 4.5 L/MIN-M<sup>2</sup> DE SUPERFICIE DEL ESPACIO ANULAR COMPROMETIDO ENTRE LA PARED DEL TANQUE Y LA BARRERA DE RETENCION DE ESPUMA ELIMINANDOSE LA INYECCION SUBSUPERFICIAL PARA LOS DEMAS TIPOS DE TECHO FLOTANTE. LA RELACION DE APLICACION DE LIQUIDO ESPUMANTE ES DE 4.1 L/MIN-M<sup>2</sup>.

3.- LA RELACION DE APLICACION DE LIQUIDO ESPUMANTE PARA CAMARAS MEZCLADORAS TIPO NFFA II ES DE ACUERDO A LA TABLA 13.

4.- TANTO EL CRUDO COMO EL RECUPERADO DE TRAMPAS PRESENTAN PUNTOS DE INFLAMACION VARIABLES Y PUEDEN SER INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES.

TABLA 10

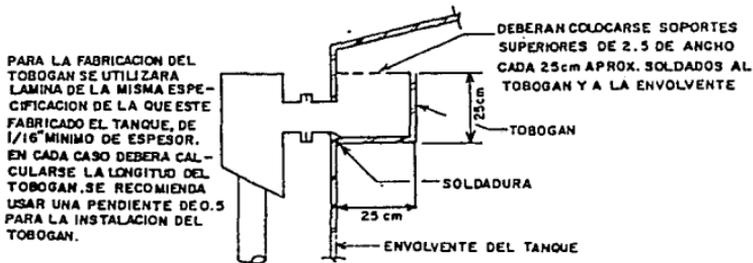
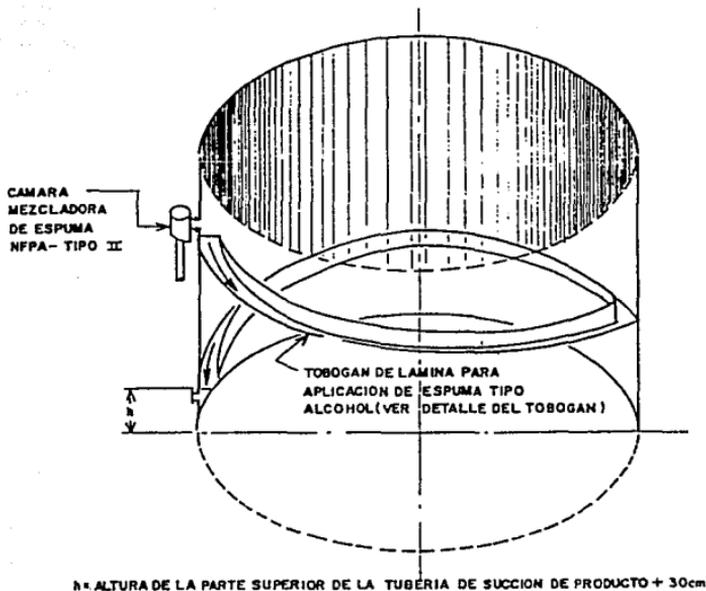


FIG 24.- INSTALACION DE TOBOGAN FIJO EN TANQUES ATMOSFERICOS VERTICALES DE RECHO FIJO QUE CONTIENEN LIQUIDOS SOLARES Y ALCOHOLICO

TABLA 11

CAPACIDAD				DIAMETRO	NUMER MINIMO DE CAMARAS MEZCLADORAS
NOMINAL	REAL		ALTURA		
BARRILES	BARRILES	M <sup>3</sup>	M	M	
500	502	79.9	4.87	4.57	1
1,000	1,011	160.8	5.48	6.09	1
2,000	2,019	321.1	7.31	7.46	1
3,000	3,028	481.5	7.31	9.14	1
5,000	5,043	801.9	10.97	9.65	1
10,000	10,105	1,606.7	12.19	12.95	1
15,000	15,036	2,390.7	9.75	17.67	1
20,000	20,359	2,337.0	12.19	18.28	1
30,000	30,083	4,783.2	12.19	22.35	2
40,000	39,930	6,348.9	12.19	25.90	2
55,000	55,940	8,894.5	12.19	30.48	2
80,000	80,560	12,808.0	12.19	36.57	2
100,000	100,438	15,969.6	12.19	40.84	4
150,000	149,111	23,708.6	14.63	45.72	4
200,000	219,713	34,139.0	14.63	54.86	6*
500,000	525,625	83,574.3	14.63	85.34	

\* Se agrega una cámara por cada 400 m<sup>2</sup> de superficie del tanque, en exceso de 2,300 m<sup>2</sup>.

Las cámaras deben quedar equidistantes.

b) Se usa una línea independiente de solución para cada cámara.

c) Solamente se usan cámaras mezcladoras de fabricantes que proporcionan tablas o gráficas de comportamiento a diferentes presiones y gastos. El tipo de cámara para la protección de este riesgo es NFPA II. El modelo y su placa de orificio se selecciona con una presión mínima disponible de 2.6

Kg/cm<sup>2</sup> a la entrada de la cámara y el gasto requerido.

d) La tubería que contiene la solución formadora de espuma a las cámaras se selecciona de tal modo que la velocidad de la solución quede comprendida entre 1.83 y 3.05 m/s. y además se disponga de una presión mínima de 2.8 Kg/cm<sup>2</sup> a la entrada de la cámara.

e) El número de puntos de inyección subsuperficial es de acuerdo a la tabla 12

TABLA 12

CAPACIDAD		DIAMETRO	NUMERO DE ENTRADAS
NOMINAL	REAL		
BARRILES	M <sup>3</sup>	M	
500	79.9	4.57	1
1,000	160.8	6.09	1
2,000	321.1	7.46	1
3,000	481.5	9.14	1
5,000	801.9	9.63	1
10,000	1,606.7	12.95	1
15,000	2,390.7	17.67	1
20,000	2,337.0	18.28	1
30,000	4,783.2	22.35	2
40,000	6,348.9	25.90	2
55,000	8,894.5	30.48	2
80,000	12,808.0	36.57	2
100,000	15,969.6	40.84	3
150,000	23,708.6	45.72	4
200,000	34,139.0	54.86	5
500,000	82,574.3	85.34	8

\* Para tanques con diámetros mayores de 61 m. se agrega una

entrada por cada 450 m<sup>2</sup> o fracción en exceso de 3,000 m<sup>2</sup> de superficie del tanque.

Para cada generador se usa una línea independiente de solución.

f) Para la inyección subsuperficial únicamente se usan generadores de espuma de alta contrapresión.

g) La contrapresión mínima de diseño se calcula sumando la columna hidrostática producida por el tanque a nivel máximo de operación y la caída de presión causada por el flujo de espuma.

h) Las entradas subsuperficiales de espuma en los puntos de inyección, deben estar dispuestos de tal modo que la velocidad estable de entrada de espuma no exceda de 3m/s para evitar el arrastre de hidrocarburos. Además, dichas entradas deben estar cuando menos a la misma altura de la línea de succión del tanque.

i) Las entradas mencionadas en el inciso anterior, deben ser proyecciones de la tubería de 6m. de longitud hacia el centro del tanque, cuando estos sean mayores de 3'180,000 lts. (20,000 barriles). Para tanques de menor capacidad dicha proyección debe ser de 3m. El diámetro de la tubería proyectada dentro del tanque debe tener un aumento de diámetro para tener una velocidad menor de 3m/s.

j) Cuando la alimentación de la solución del líquido

formador de espuma a las cámaras mezcladoras o a los generadores de alta contrapresión se efectúa a través de mangueras, en el extremo libre debe contarse con cabezal de conexiones hembra giratoria de 63.5 mm (2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" de diámetro con rosca de contraincendio de 7<sup>1</sup>/<sub>2</sub> hilos por 25.4 mm (1") el número de conexiones hembra en cada cabezal es según la tabla 13.

**TABLA 13**

DIAMETRO DEL CABEZAL DE SOLUCION		NUMERO MINIMO DE CONEXIONES HEMBRAS GIRATORIAS
mm	pulgadas	
63.5	2.5	1
76.2	3.0	1
10.1	4.0	2
15.2	6.0	2

NOTA: Estos cabezales deben localizarse tomando en cuenta los vientos dominantes, diferencias topograficas de nivel y vias de acceso para vehiculos bomba, quedando a favor de los vientos dominantes con respecto al tanque en el punto más alto del terreno y en lugar accesible por calle pavimentada.

k) Las líneas de solución de líquido formador de espuma a los generadores de alta contrapresión deben contar con una válvula check y una de bloqueo entre el tanque y la válvula check.

l) Los tanques de techo flotante (en todos los casos) cuentan con una lámina vertical de retención que confina la espuma en una Área de forma anular sobre el sello de la cúpula. Dicha lámina es de 60 cm. de alto y cuenta con ranuras de drenaje en su base. La distancia de la lámina al perímetro de la cúpula es de 1 m. El número mínimo de cámaras de espuma es de tal manera que haya una cámara cuando menos cada 24 m. de circunferencia del tanque.

m) Las entradas de inyección subsuperficial en tanques de techo flotante, son boquillas soldadas al cuerpo de los tanques y tienen un deflector interno que permite dirigir la espuma hacia la zona del sello.

n) En la plataforma superior de acceso al techo flotante y como un recurso adicional para el combate, se coloca un hidrante-monitor con boquilla espumadora con capacidad de 1892.5 litros por minuto (500 galones por minuto) y con dos tomas macho para manueras de 63.5 mm. ( $2\frac{1}{2}$  ") de diámetro, cuerda NSHT\* con sus respectivas válvulas. El extremo de la línea de alimentación del hidrante-monitor se deja fuera del muro de contención y se le instalan cuatro conexiones hembras de 63.5 mm. ( $2\frac{1}{2}$  ") de diámetro cuerda NSHT.

o) El número mínimo de cámaras mezcladoras, es de acuerdo al tipo de producto y según la tabla 14.

\* NSHT= Rosca estandar para conexiones de manueras.

TABLA 14

DIAMETRO DEL TANQUE (m)	NUMERO MINIMO DE CAMARAS MEZCLADORAS	
	Acilonitrilo Acido acrilico Acetonitrilo Alcoholes (excepto isopropanol)	Acroleina Isopropanol Metil-etil-cetona
hasta 7	1	1
7 a 11	1	2
11 a 13	1	3
13 a 15	1	4
15 a 17	2	5
17 a 19	3	6
19 a 22	4	*
22 a 25	5	
25 a 28	6	
28 a 33	*	

\* No es usual que se tengan tanques con estos productos con diámetros mayores de 28m. En caso de tenerlos, es necesario hacer una corrección como la siguiente:

PRODUCTO	CORRECCION
Acetonitrilo Acido acrilico Acilonitrilo Alcoholes (excepto isopropanol)	Agregar una cámara más por cada 200 m <sup>2</sup> adicionales de superficie del tanque.
Acroleina Isopropanol Metil-etil-cetona	Agregar una cámara más por cada 140 m <sup>2</sup> adicionales de superficie del tanque.

p) Cuando la protección a tanques que almacenan asfaltos o residuos se selecciona del tipo fijo de presión balanceada, las

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

líneas de alimentación de líquido espumante deben contar con una válvula de bloqueo rápido para cada cámara mezcladora.

La tabla 15 nos muestra la relación de aplicación de líquido espumante para cámaras mezcladoras tipo NFPA II.

**TABLA 15**

PRODUCTO ALMACENADO	RELACION DE APLICACION l/min.m <sup>2</sup>
Acetonitrilo	6.10
Acroleína	12.20
Acido acrílico	6.10
Acrilonitrilo	6.10
N-butanol	6.10
Isopropanol	12.20
Metanol	8.15
Metil-etil-cetona	12.20

III.18 En cada Área donde se almacenan productos inflamables y/o combustibles, es obligatorio contar con una conexión giratoria y una cámara portátil, ambas para inyección de espuma, como un recurso adicional para el combate de incendios.

III.19 Todas las líneas para servicio contra incendio, dentro de los redondeles, deben ser bridadas para facilitar maniobras de mantenimiento.

#### III.20 TIPO DE ESPUMA

III.20.1 La búsqueda de una agente extinguidor que sirviera como aislante entre el combustible y el aire, llevó en las primeras décadas de este siglo al desarrollo de la "Espuma Química" por medio de una reacción química. Sin embargo el manejo de esta espuma o de las sustancias empleadas para su generación, o incluso de los productos de la misma reacción presentaban problemas tanto de cristalización como de corrosión a los equipos, por lo que cayeron en desuso esta espuma fué sustituida por la espuma mecánica, que al final de cuentas su principio es el mismo, al englobar un gas mediante una película líquida que se comporta como una membrana.

III.20.2 Actualmente se usa equipo de espuma mecánica va que la espuma química puede emplearse en extinguidores de 7.5 y 150 litros (2.5 y 40 galones) cuando ello resulte práctico. Pues en ningún caso existen instalaciones fijas con redes de distribución basadas en espuma química.

III.20.3 Sin embargo, no se descarta la posibilidad de que en tanques de almacenamiento atmosférico se utilice la espuma química como protección, en este caso se usa el sistema de dos polvos con generadores portátiles para conectarse a una distancia adecuada.

III.20.4 En todas las demás instalaciones de protección a base de espuma, se utiliza exclusivamente la de tipo proteico

de baja expansión y de doble fuerza para mezcla al 3%.

III.20.5 Las tablas 16 y 17 presentan la relación de algunos productos almacenados, la clasificación de riesgos de acuerdo a la NFPA y sus métodos de extinción.

### III.21 TIPO DE INSTALACION

III.21.1 Las líneas que conectan a las cajas de espuma deben llegar hasta la orilla exterior del dique de seguridad de preferencia por donde pase un camino, en este extremo la tubería debe tener una conexión de 63.5 mm. (2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" ) con rosca para manguera y una tapa fijada a la tubería con una pequeña cadena. Estas líneas deben correr al ras del suelo sobre soportes de concreto hasta el pie del tanque y deben tener manera de ser purgadas en el punto más bajo de la línea. El diámetro de la tubería es de acuerdo con la cantidad de espuma que se debe proporcionar a cada toma, según la superficie del tanque a proteger.

III.21.2 Cuando la red de espuma de protección a los tanques es fija, se deben tener válvulas de tal manera que permita dirigir la espuma hacia los tanques que se desean. Estas válvulas tienen una indicación con el número de tanque correspondiente. Las tuberías que forman estas se tienden siguiendo los lineamientos marcados para la red de agua,

**TABLA 10**  
**PRODUCTOS PETROQUIMICOS**

PRODUCTO	TEMPERATURA DE INFLAMACION °C	TEMPERATURA DE COMBUSTION °C	CLASIFICACION DE RIESGOS (NFPA)	METODOS DE EXTINCION
Pentano	<-40.0	309.0	I-A	Espuma mecánica
Ciclohexano	-20.0	260.0	I-B	Espuma mecánica
Dodecilbenceno	124.0			
Estireno	30.0		I-C	
Aromina 100	>25.0 <37.8		I-C	Espuma macánica
Etilenglicol	110.0	413.0	Alcohol	Espuma tipo Alcohol
Diétilenglicol	184.0	229.0	Alcohol	Espuma tipo Alcohol
Acroleína	0.0	234.0	No se clasifica	Espuma tipo Alcohol
Acido acrílico	54.0	412.0		Espuma tipo Alcohol
N-butanol	29.0	343.0	Alcohol	Espuma tipo Alcohol
Isopropanol	12.0	399.0	Alcohol	Espuma tipo Alcohol
Metilacetona	-6.0	515.0		Espuma tipo Alcohol
Acido fluorídrico			No se clasifica	No es inflamable
Percloroetileno			No se clasifica	No es inflamable
Dicloroetano	13.3	413.0		Espuma mecánica
Aquilarilo Pesado	140.0		III-B	Espuma macánica
Dodeceno	60.0		III-A	Espuma mecánica

continuación

PRODUCTO	TEMPERATURA DE INFLAMACION °C	TEMPERATURA DE COMBUSTION °C	CLASIFICACION DE RIESGOS (NFPA)	METODO DE EXTINCION
Oxido de etileno	<0.0	428.0	No se clasifica	Espuma tipo Alcohol
Paraxileno	25.0	529.0	I-C	Espuma mecánica
Metanol	11.0	464.0	Alcohol	Espuma tipo Alcohol
Benceno	-12.0	562.0	I-B	Espuma mecánica
Tolueno	5.0	536.0	I-B	Espuma mecánica
O-xileno	25.0	529.0	I-C	Espuma mecánica
M-xileno	25.0		I-C	Espuma mecánica
M-P-xileno	25.0		I-C	Espuma mecánica
Aromáticos pesados	>25.0 <37.8		I-C	Espuma mecánica
Hexano	-22.0	234.0	I-B	Espuma mecánica
Heptano	-4.0	223.0	I-B	Espuma A

**TABLA 17**  
**PRODUCTOS DE REFINACION**

PRODUCTO	TEMPERATURA DE INFLAMACION °C	TEMPERATURA DE COMBUSTION °C	CLASIFICACION DE RIESGOS (NFPA)	METODOS DE EXTINCION
Crudo	<-65.5		I, II o III	Espuma mecánica
Gasolinas	-44.0	370.0	I-B y I-C	Espuma mecánica
Kerosina	-40.0		II	Espuma mecánica
Diesel	43.0		III	Espuma mecánica
Combustoleo	66.0		III-A	Espuma mecánica
Nafta	37.0		I-C	Espuma mecánica
Isohexano	<-29.0		I-B	Espuma mecánica
Turbosina	35.0	235.0	I-C	Espuma mecánica
Gasoleos	75.0		III-A	Espuma mecánica
Lubrificantes	150.0		III-B	Espuma mecánica
Tractogas	41.0		II	Espuma mecánica
Diafanc	41.0		II	Espuma mecánica
Acido Ciclico lig.	100.0		III-B	Espuma mecánica
Residuo	200.0		III-B	Espuma mecánica
Parafina	227.0		III-B	Espuma mecánica
Asfalto	230.0		III-B	Espuma mecánica

excepto que no es necesario formar anillos, el diámetro se determina por la cantidad de espuma que se debe proporcionar.

III.21.3 Las líneas de espuma que corren sobre la superficie del terreno deben ser pintadas con pintura anticorrosiva y de color aluminio o rojo; pero en todo caso, a distancias adecuadas se pintan anillos de color rojo bermellón.

III.21.4 Las cajas de espumas colocadas en los tanques verticales de techo fijo, deben permitir, por lo menos, la aplicación de la espuma resultante de 3.785 litros (1 galón) por minuto de agua por cada metro cuadrado de superficie del tanque protegido, excepto en productos muy volátiles, en cuyo caso debe ser el doble.

III.21.5 Tratándose de tanques de almacenamiento de techo flotante, debe considerarse como superficie protegida el espacio anular que cubre el sello. Debe existir una lámina vertical soldada o atornillada sobre el techo de no menos de 30 cm. de altura, lo más cerca posible del sello y con perforaciones que permiten drenar el agua de lluvia. La máxima distancia entre los puntos de aplicación de la espuma es de 12 m. y las conexiones deben ser adecuadas para cubrir el espacio anular con la espuma resultante de 19 litros (5 galones) por minuto de agua por cada metro cuadrado de superficie del mismo. Las líneas de inyección deben construirse en forma similar a las líneas de inyección a las cajas de los

tanques de techo fijo y en la parte superior deben llevar un deflector para distribuir la espuma.

### **III.22 ALMACENAMIENTO DE MATERIALES.**

III.22.1 Debe tenerse en existencia la cantidad suficiente de materiales para generar espuma, que permita extinguir cualquier incendio en condiciones normales, incluyendo los incendios que se pueden derivar del incendio original, teniendo en cuenta también el posible uso de mangueras, extinguidores, etc., así como las cantidades consumidas para llenar las líneas.

III.22.2 por lo que respecta a los tanques de almacenamiento se considera que el incendio probable requiere alimentación de espuma durante media hora.

### **III.23 GENERADORES DE ESPUMA.**

III.23.1 Se puede contar con generadores de paso de tipo venturi, destinados a intercalarse entre dos mangueras de 63.5 mm. ( $2\frac{1}{2}$ " ) o de 38 mm. ( $1\frac{1}{2}$ " ) y succionar el líquido formador de espuma de latas portátiles, o colocados sobre un recipiente provisto de ruedas donde se aloja el líquido estabilizador. Después del generador debe emplearse uno o dos tramos de 15 m. de manguera con una boquilla adecuada en el extremo libre.

Fig.14.

III.23.2 En el caso de generadores de espuma química se usan también de paso del tipo venturi y las sustancias que forman la espuma se alimentan bajo la forma de un solo polvo, transportado en latas portátiles. Después del generador hay un tramo de manguera de 15 m.

III.23.3 Cuando los incendios en tanques de almacenamiento a presión atmosférica deben apagarse mediante la inyección de espuma mecánica, ésta se puede generar en bombas portátiles con las características que se describen más adelante. Sólo para los tanques de altura no mayor de 9 m. y 6 m. de diámetro se utiliza el uso de dosificadores en línea para la inyección de espuma mecánica al tanque.

#### III.24 GASTO DE AGUA NECESARIO PARA EXTINCIÓN.

III.24.1 Este consumo está dado por el gasto de solución de líquido espumante necesario. En los tanques con doble protección (cámaras mezcladoras e inyección subsuperficial), sólo se toma el gasto necesario para una de ellas, la que demande mayor gasto.

III.24.2 El gasto para extinción se maneja con camiones de contra incendio, en tanques de 31'800,000 litros (200.000

barriles) y menores. Para ello se dispone de hidrantes para camión en la parte de la red cercana a las tomas de espuma de tanques.

III.24.3 Para tanques mayores de 31\*800,000 litros (200,000 barriles) o con líquidos polares o alcoholes, se puede tener sistemas fijos de alimentación de solución espumante a las cámaras mezcladoras o a los generadores de alta contrapresión, con sistema central de bombeo y los ramales de tubería de distribución que manejan el gasto necesario.

III.24.4 Dicha instalación fija consta de un sistema de dosificación de presión balanceada que contiene básicamente lo siguiente:

- a) Tanques de almacenamiento del agente extintor.
- b) Bombas de agente extintor ( de desplazamiento positivo)
- c) Bombas para agua contra incendio que garantizan 10.5 kg/cm<sup>2</sup> al pie del tanque más lejano protegido por este medio, con un gasto igual requerido para la protección subsuperficial (cuando se usa doble protección con cámaras y subsuperficial).

## C A P I T U L O   I V

### DISEÑO DE INSTALACIONES Y EQUIPO PARA ENFRIAMIENTO EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO ATMOSFÉRICOS VERTICALES

En este capítulo se dan las bases para el diseño de las instalaciones y equipo de los sistemas de enfriamiento a base de agua, en tanques de almacenamiento atmosféricos verticales, con el fin de aislarlos de un posible incendio o por exposición a incendios exteriores cercanos.

#### IV.1 CLASE DE AGUA

IV.1.1 Para el servicio de contra incendio se prefiere el agua dulce; es aceptable el uso de cualquier tipo de agua si no existe abastecimiento de agua dulce. De preferencia el agua debe ser limpia y no tener ninguna conexión que alimente otra red de agua.

IV.1.2 Si se cuenta con instalaciones de 'aspersores debe destinarse de preferencia agua dulce para este servicio como alimentación primaria y como alimentación secundaria la de la red de agua contra incendio.

#### IV.2 ALMACENAMIENTO

IV.2.1 La capacidad de almacenamiento disponible para agua

contra incendio, debe ser suficiente en cada lugar para que la o las bombas instaladas operen a su capacidad nominal durante treinta minutos sin interrupción.

IV.2.2 Se puede cuantificar como almacenamiento, la cantidad de agua susceptible de reponer los almacenamientos, ya sea por fuentes exteriores o por recuperación interna.

IV.2.3 En aquellos lugares donde existe tanque elevado para el almacenamiento de agua dulce, debe poder dedicarse, en caso de emergencia al servicio contra incendio, y además contar con un indicador de nivel adecuado.

IV.2.4 En aquellos lugares donde existen tanques o presas de almacenamiento para agua contraincendio, ésta debe ser tratada y periódicamente renovada para evitar la acumulación de materia orgánica y sedimentos.

IV.2.5 Los tanques de acero para almacenamiento de agua contra incendio, deben estar adecuadamente pintados por el interior o provistos de protección catódica.

IV.2.6 En aquellos lugares donde la red de agua municipal es susceptible de ser aprovechada, debe considerarse como almacenamiento la cantidad que las autoridades respectivas juzguen disponible para los casos de emergencia.

pared.

IV.4.2 El gasto de enfriamiento se administra por medio de válvulas en la pared de contra incendio hacia cada uno de los cuadrantes de los anillos de enfriamiento de los tanques.

IV.4.3 Se pueden agrupar varios cuadrantes en una misma línea de alimentación, o poner medios anillos o anillos enteros cuando el gasto de dicha línea sea menor o igual a 4,000 l/min.

#### IV.5 RED DE TUBERIAS

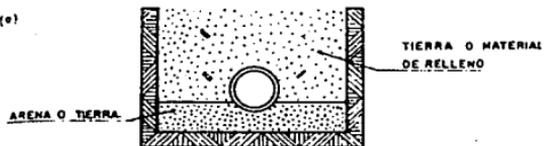
IV.5.1 En las zonas donde el clima lo permite y en áreas fuera de instalaciones o de lugares fuera de tránsito, se debe procurar que la red de contra incendio en estas condiciones no se construya enterrada, sino tendida en trincheras abiertas o cubiertas con rejilla, con superficie de mampostería o sobre superficies de concreto. Fig. 25

IV.5.2 En aquellas zonas donde el clima lo hace necesario para evitar la congelación del agua, la red de contra incendio se entierra a 0.75 m. de profundidad en las áreas fuera de las instalaciones o lugares de tránsito.

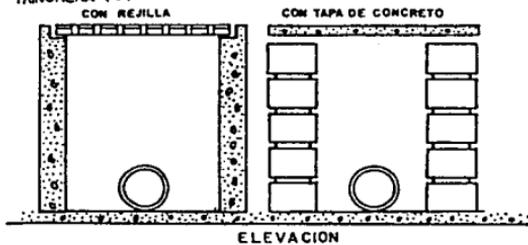
IV.5.3 La fosa que aloja a estas tuberías debe ser rellenada con tierra que no contenga ni cenizas ni materiales

CEPA

(a)



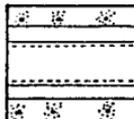
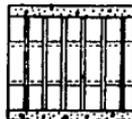
TRINCHERA (b)



CON REJILLA DE SOLERA

CON TAPA DE CONCRETO

SIN TAPA



PLANTA

FIG. 25. - TRINCHERAS

corrosivos. Esta tubería debe protegerse previamente con el recubrimiento mecánico más adecuado para las condiciones del terreno. Las líneas contra incendio en las áreas fuera de instalaciones o de lugares de tránsito, no deben pasar por debajo de edificios, ni de locales o lugares de almacenamiento de materiales pesados.

IV.5.4 Dentro de las áreas de instalaciones y en lugares de tránsito, la red contra incendio debe enterrarse en todos los casos a una profundidad no menor a 0.75 m. En los terrenos de alta resistividad, esta red va protegida por un recubrimiento mecánico adecuado y la fosa se rellena con tierra que no contenga ni cenizas ni materias corrosivas. En terrenos de baja resistividad, se deben construir trincheras de mampostería para recibir la línea contra incendio. En este caso, las tuberías se deben tender sobre soportes en el interior de la fosa, previamente protegidas con el recubrimiento mecánico más adecuado, relleno la fosa con arenas de alta resistividad y recubriéndola finalmente con el piso corrido del área, o dejando las líneas descubiertas y cubierta la fosa con rejillas.

IV.5.5 Toda la tubería contra incendio que se tienda sin enterrar, debe pintarse con pintura anticorrosiva y con pintura de aluminio o de color rojo, además de pintarse cada 40 o 50 m, por lo menos un anillo de color rojo bermellón.

IV.5.6 Los diámetros de las tuberías de la red deben ser tales que abastezcan los hidrantes que pueden usarse en un riesgo previsto en condiciones normales, incluyendo si las hay, instalaciones de aspersores. Estas tuberías deben poder proporcionar el gasto adecuado a los hidrantes que se encuentran más alejados de la bomba.

IV.5.7 La red contra incendio siempre debe procurar que forme anillos y que tenga válvulas de tal manera que se pueda asegurar cualquier sección de ella.

IV.5.8 Todos los materiales que se usan para la red contra incendio deben conformarse con las que se establezcan al respecto.

#### **IV.6 EQUIPO DE BOMBEO**

IV.6.1 De acuerdo con la naturaleza de la instalación y la cantidad de tomas de agua disponibles, debe existir como mínimo una bomba en cada centro de trabajo. Esta bomba se localiza en una casa de bombas que está colocada en un lugar seguro, pero lo más cerca posible de los riesgos previstos, de acuerdo con las características que posteriormente se marcan. Para los casos especiales, en que por el tamaño de la instalación sea necesaria únicamente una bomba de agua contra incendio, esta debe ser impulsada de preferencia por motor de combustión

IV.6.3 La presión mínima de descarga con el gasto previsto, debe ser de  $7 \text{ kg/cm}^2$ . La curva característica de la bomba es tal, que con gasto de 150% de la presión de la descarga no sea mayor del 65% de la presión normal.

IV.6.4 Las bombas deben de ser del tipo centrífugo y cuando son horizontales son de caja bipartida. Se pueden usar también bombas de pozo.

IV.6.5 La succión de la bomba debe ser de tal diámetro, que pueda manejar el 150% de su capacidad.

IV.6.6 Los motores acoplados a las bombas de agua contra incendio deben ser por lo menos, de la potencia indicada en la tabla 18.

IV.6.7 El número de bombas de relevo se determina de la siguiente manera:

Hasta 3 bombas	1 relevo.
Más de 3 bombas	2 relevos.

IV.6.8 De preferencia debe existir un sistema automático de arranque de las bombas contra incendio, si esto es posible, se ponen en servicio escalonadamente al descender la presión de la red de contra incendio por debajo de un mínimo convenientemente fijado.

interruptores de los motores deben ser de la capacidad adecuada, e instalarse dentro de compartimientos que los protejan de cualquier daño físico. Los interruptores deben contar con dispositivos de protección que permitan el arranque del motor al mismo tiempo que proporcionan la protección de corto circuito requerida, no debiendo existir ningún otro dispositivo de sobrecorriente entre el lado de carga del interruptor y el motor. Tampoco deben tener protección de sobrecorriente los circuitos auxiliares para el arranque del motor, para indicar que hay energía eléctrica disponible.

IV.6.14 Los motores de combustión interna acoplados a bombas de contra incendio, deben tener un sistema doble de baterías eléctricas para arranque, o bien sistema doble de recarga, basado en el generador de la propia máquina y en una fuente externa de potencia. Además deben estar provistos de gobernador de velocidad, generador y regulador de voltaje y los aditamentos usuales que indiquen la presión del aceite y otras condiciones de operación características del tipo de motor usado. El agua de descarga de la bomba de contra incendio debe tener una derivación que permita enfriar el motor de la bomba.

IV.6.15 Los tanques de combustible de los motores del párrafo anterior, deben ser de tal capacidad, que contengan lo suficiente para operar la bomba en una forma continua por lo menos durante dos horas. En forma periódica debe revisarse su

rosca NSHT en el extremo libre.

IV.7.2 Las roscas de todo el equipo contra incendio para agua deben ser estandar (U.S., Natinal Standar) para manguera NSTH (7<sup>4</sup>/<sub>8</sub> hilos por pulg. en el caso de 63.5 mm. (2<sup>4</sup>/<sub>8</sub>"") de diámetro y de 9 hilos por pulg. para 38.1 mm. (1<sup>4</sup>/<sub>8</sub>"") de diámetro.

IV.7.3 En aquellos lugares donde se tenga contra incendio a los tanques de almacenamiento a base de espuma, y no se cuente con redes rijas, los hidrantes deben tener salida de 63.5 mm. (2<sup>4</sup>/<sub>8</sub>"") de diámetro y estar situados en lugar adecuado de manera que facilite la generación de espuma para el tanque.

IV.7.4 Los hidrantes deben estar situados aproximadamente a treinta metros uno de otro en donde existan instalaciones, y en las áreas de tanques de almacenamiento atmosféricos estar colocados extratéticamente.

#### IV.8 MONITORES

IV.8.1 Se deben instalar monitores en las áreas de las instalaciones en donde los riesgos lo ameritan. En el caso que se desee ampliar el área protegida, estos monitores se deben colocar sobre plataformas elevadas protegidas por barandal y con una escalera de acceso situada hacia el lado que se considere menos expuesta a un posible incendio. La válvula de

bloqueo de estos monitores debe quedar a una altura adecuada del suelo y con una colocación tal que facilite su operación.

IV.8.2 El número de monitores y su localización se debe decidir en cada instalación según las necesidades lo ameriten y la capacidad de agua almacenada permitida.

IV.8.3 La línea de alimentación a cada monitor se conecta a la red de agua contra incendio con tubería de 101.6 mm. (4"), de 76.2 mm. (3") o de 50.8 mm. (2"), según la capacidad del monitor, se procura que estos ramales sean lo más cortos posibles. Cuando se instalan tomas de agua en la línea de alimentación de los monitores, sólo se permite una salida de 38.1 mm. (1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" ) por ramal, en el caso de que la línea sea de 101.6 mm. (4").

IV.8.4 Los monitores deben poder girar 120° en el plano vertical y un círculo completo en el plano horizontal. Deben estar provistos de boquilla de niebla graduable y chorro de 38.1 mm. (1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" ).

#### IV.9 INSTALACIONES PARA ENFRIAMIENTO.

IV.9.1 Cabe aclarar, que el propósito de esta instalación es solamente para proteger exteriormente con un enfriamiento adecuado contra daños por incendio exterior o por exposición a

incendios exteriores cercanos, mediante el uso de agua.

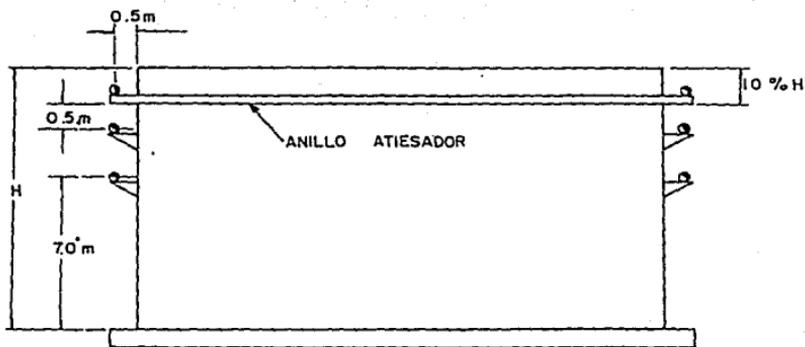
IV.9.2 Los tanques atmosféricos verticales se protegen individualmente con anillos para aplicación de agua de enfriamiento. El gasto total requerido se calcula sobre la base de 4 litros de agua por minuto por metro cuadrado de superficie lateral del tanque.

IV.9.3 Para tanques con altura hasta de 8 m. se coloca un anillo. Para tanques de mayor altura se coloca un anillo por cada 7 m. o fracción mayor de 1 m. Fig. 26.

IV.9.4 Para tanques de cúpula flotante con anillo atiesador superior, se usan 3 anillos de enfriamiento localizados como se muestra en la fig. 26. En los tanques con anillos atiesadores superiores e intermedios, se instala un anillo de enfriamiento sobre el atiesador superior y uno más, bajo cada atiesador, aparte del anillo de enfriamiento localizado a 7 metros de altura del tanque.

#### IV.9.5 ORIENTACION DE LOS ANILLOS Y SU ALIMENTACION

IV.9.5.1 Los sectores en que se dividen los anillos de enfriamiento, se orientan según la posición de los tanques vecinos.



$H_1 = 12.2 \text{ m}$

CAPACIDAD = 55,000 BLS.

FIG 26.- ANILLOS DE ENFRIAMIENTO PARA TANQUES DE CUPULA  
FLOTANTE

IV.9.5.2 La alimentación se hace con tuberías desde la red de agua contra incendio, provistas cada una con válvulas de bloqueo.

IV.9.5.3 Cada tubería alimenta independientemente el sector o sectores de arriba hacia abajo.

IV.9.5.4 El punto de conexión a la red (punto de integración) se selecciona tomando en consideración:

- Los ramales más cercanos a la red
- Los vientos predominantes
- Accesibilidad

IV.9.5.5 Cada línea de alimentación cuenta con una purga de 25.4 mm. (1") de diámetro mínimo. Dependiendo de la calidad del agua disponible para el enfriamiento, se pueden tener purgas de 38.1 mm. (1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>") o de 50.8 mm. (2") de diámetro para poder drenar los sedimentos arrastrados por el agua.

#### IV.9.6 NUMERO DE SECTORES POR ANILLO

IV.9.6.1 Para tanques de 8'645,000 litros (55,000 barriles) y mayores, los anillos de enfriamiento se dividen en cuatro sectores. Fig. 27

IV.9.6.2 Para tanques menores de 8'645,000 litros (55,000

barriles) y hasta 4'770,000 litros (30,000 barriles) cada anillo es seccionado en dos semicircunferencias.

IV.9.6.3 Si el tanque es menor de 4'777,000 litros (30,000 barriles) no se seccionan los anillos.

#### IV.9.7 CALCULO DEL GASTO POR ANILLO

IV.9.7.1 El gasto de agua de enfriamiento por anillo se calcula considerando la superficie lateral del tanque y una relación de aplicación de 4 l/min. m<sup>2</sup>

Gn = superficie lateral \* relación de aplicación

$$Gn = (\pi D h_n) (4)$$

$$Gn = 4\pi D (h_n + a)$$

$$Gn = 12.57 D (h_n + a)$$

donde:

Gn = Gasto de agua por anillo (l/min)

D = Diámetro del tanque (m)

h<sub>n</sub> = Altura de la zona a proteger del tanque, con el anillo de que se trate (m)

a = Ancho del anillo atiesador inmediato inferior al anillo de enfriamiento considerado (m)

NOTA : Para calcular el gasto total de agua necesaria para el

enfriamiento del tanque, se debe considerar la altura total del recipiente.

#### IV.9.8 CALCULO DEL GASTO POR SECTOR

IV.9.8.1 El gasto por sector se obtiene considerando el gasto por anillo y el número de sectores determinados previamente. Esto representa el gasto que debe manejar cada cabezal de alimentación.

#### IV.9.9 DIMENSIONAMIENTO DE LOS SECTORES

IV.9.9.1 Con el gasto de agua de enfriamiento por sector y aplicando la ecuación de continuidad:

$$G = A * v$$

donde:

G = Gasto por sector (l/min)

A = Area transversal del tubo ( m<sup>2</sup> )

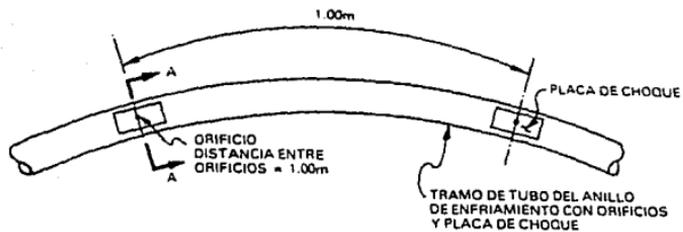
v = velocidad de flujo del agua que no debe ser menor de 3 m/seg.

$$G = \frac{\pi D^2 v}{4}$$

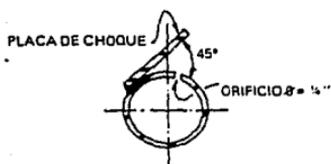
IV.10.1.1 El sistema de enfriamiento para tanques atmosféricos verticales, a base de anillos con orificios y placas de choque ha sido desarrollado, probado y puesto en operación desde hace más de 10 años, con resultados muy satisfactorios en la efectividad del sistema y la simplificación de las labores de mantenimiento del mismo. Sin embargo es muy difícil establecer matemáticamente los conceptos del diámetro de orificio, distancia anillo-cuerpo del recipiente y distancia entre orificios en función del ángulo de aspersión y traslape requerido. Por lo tanto, estos conceptos se toman directamente de la experiencia en campo a manera de recomendaciones y como una alternativa a los sistemas con espreas, para aplicar principalmente en los tanques que actualmente se encuentran en operación y salen a reparación con un tiempo limitado.

IV.10.1.2 Para el cálculo del número de orificios se toman como base los siguientes datos:

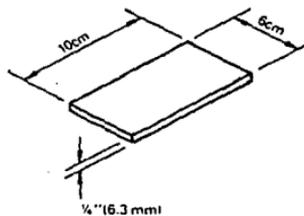
Distancia anillo - pared del tanque	= 0.5 m.	Fig. 26
Distancia entre orificios	= 1.0 m. max.	Fig. 28
Diámetro de los orificios	= 0.00635 m. ( $\frac{1}{4}$ " )	Fig. 28.
Perímetro del anillo de enfriamiento	= $\pi D + 1m.$	
Perímetro real del anillo de enfriamiento	= $(\pi D + 1m) - 0.55$	



PLANTA



SECCION A-A



PLACA DE CHOQUE

Fig 29.- ENFRIAMIENTO CON ORIFICIOS Y PLACA DE CHOQUE

donde S = número de separaciones entre sectores  
Separación entre sectores = 0.5 m.

El número de metros resultante del cálculo del perímetro equivale al número de orificios separados a una distancia máxima de 1 m.

El número de orificios por sector resulta de dividir el valor anterior entre el número de sectores. Si al hacer este cálculo se obtiene una fracción igual o menor a 0.5, se toma el número entero inmediato superior y se obtiene la distancia real entre orificios dividiendo el número de metros con su fracción entre el número de orificios determinado.

#### IV.11 SISTEMA A BASE DE ESPREAS.

IV.11.1 Los sistemas fijos a base de aspersores normalmente se aplican a sistemas especiales de protección contra incendio en los cuales se requiere tener un control efectivo en la extinción, prevención o protección contra la exposición a los efectos del fuego. La efectividad de las boquillas aspersoras ya ha sido comprobada en algunos centros de trabajo, sin embargo se han presentado algunas dificultades para adquirir estas boquillas, su mantenimiento y reposición de las mismas, además del constante incremento en su costo. No obstante lo anterior, la alternativa del uso de boquillas

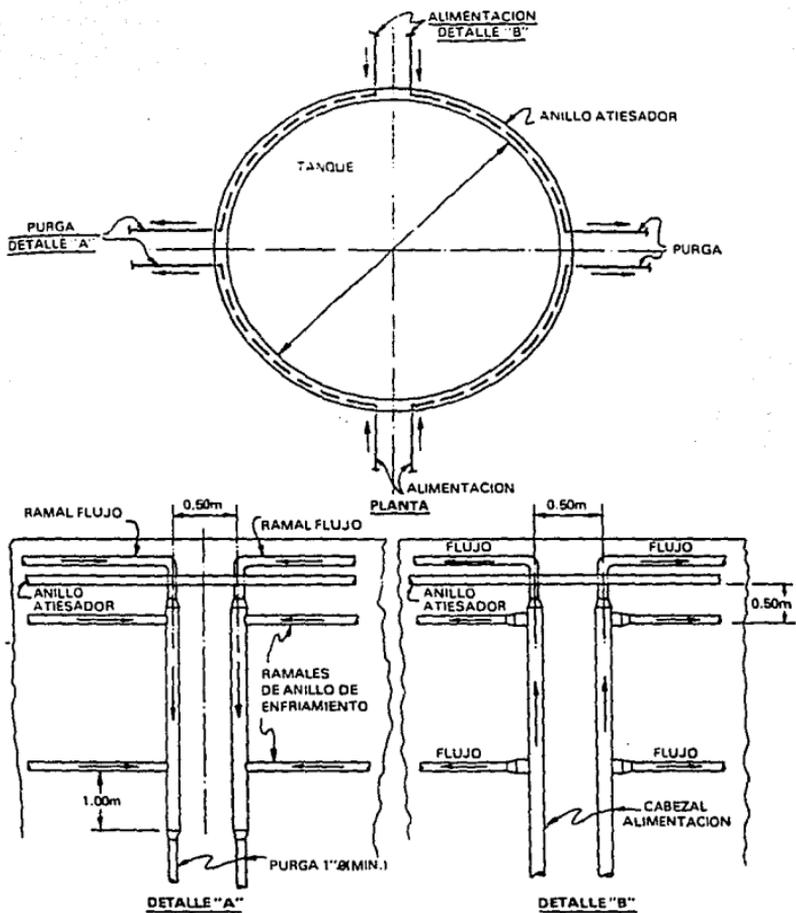


FIG 29.- CONSTRUCCION DE ANILLOS DE ENFRIAMIENTO CON ORIFICIO Y PLACA DE CHOQUE

Aspersoras debe considerarse, tomando en cuenta lo siguiente:

#### IV.11.2 TIPO DE BOQUILLAS

IV.11.2.1 La selección de las boquillas se hace cuidadosamente. Su localización y la distancia de éstas al cuerpo del recipiente a proteger, dependen de las características de descarga de la misma boquilla. Para los sistemas de enfriamiento de tanques verticales atmosféricos, se instalan boquillas aspersoras de chorro plano, de muy amplio ángulo de aspersión ( $120^{\circ}$  mínimo) cuyo patrón de rociado sea de tipo rectangular y de bajo impacto. Se recomienda un tamaño de espesa de 12.7 mm. ( $\frac{1}{2}$ " de conexión macho rosca NPT, Fig. 30 (espesas tipo "K" de Spraying System Co. o similar).

#### IV.11.3 NUMERO DE ESPREAS

IV.11.3.1 El número de espesas se calcula dividiendo el perímetro del anillo de enfriamiento entre la distancia entre las espesas por el número de sectores.

$$\text{No. espesas} = \frac{\text{Perímetro del anillo}}{(\text{Distancia entre espesas}) (\text{No. de sectores})}$$

Donde

$$\begin{aligned} \text{Número de espesas} &= e \\ \text{Perímetro del anillo} &= \pi D \text{ anillo} \end{aligned}$$

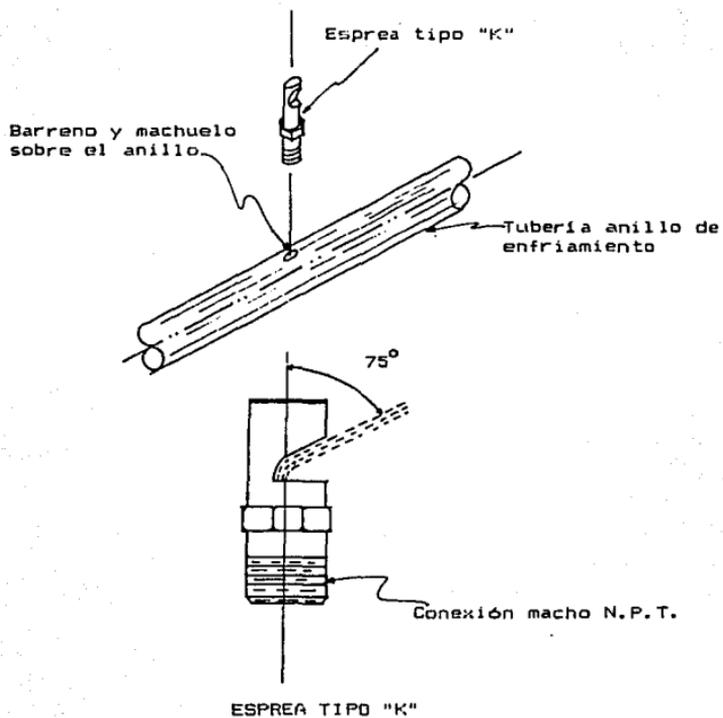


FIG 30.- INSTALACION DE ESPREAS TIPO "K" EN EL ANILLO DE ENFRIAMIENTO

Distancia entre espreas = X  
 Número de sectores = S

$$e = \frac{\pi D \text{ enlillo}}{X S}$$

IV 11.3.2 Para obtener la distancia entre espreas, se deben hacer las siguientes consideraciones:

Angulo de aspersión (min) =  $120^\circ$   
 Traslape mínimo requerido (T) = 15%  
 Distancia entre espreas (X) =  $2a - T$  (Fig. 31)

De la Fig. 31:

$$\tan \phi = \frac{a}{d}$$

donde:

a = 0.5 cobertura del ángulo de aspersión  
 d = distancia de la boquilla aspersora a la pared del tanque  
 $\phi$  = 0.5 ángulo de aspersión  
 X =  $2a - T$

$$a = d \tan \phi$$

Boquillas aspersoras (espreas)

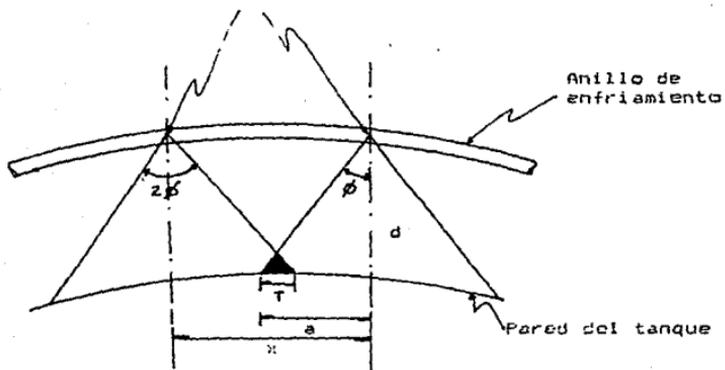


FIG. 11. - DISTANCIA ENTRE ESPREAS

## CAPITULO V

### INSPECCION Y MANTENIMIENTO GENERAL DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS DE CONTRA INCENDIO Y ENFRIAMIENTO EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO ATMOSFERICOS VERTICALES

El objetivo principal de este capítulo es difundir las rutinas de inspección y mantenimiento y la necesidad de efectuarlas con periodicidad, a fin de que las instalaciones de contra incendio siempre se encuentren en condiciones óptimas de operación y que por lo tanto, preslen el servicio de combate en el caso de un siniestro.

#### V.1 INSPECCION DEL EQUIPO CONTRA INCENDIO

V.1.1 En general, todo el personal de cualquier centro de trabajo de la industria, debe conocer el funcionamiento y localización del equipo contra incendio para que, en caso de ser necesario, pueda reportarlo cuando se encuentre en mal estado y a su vez, poder colaborar en caso de una emergencia.

V.1.2 Las inspecciones rutinarias que debe efectuar cada semana el personal encargado del equipo contra incendio, tienen por objeto asegurar que dicho equipo está en su lugar, que no se ha obstruido su acceso, que no tenga fugas, que esté en condiciones de uso, etc.

V.1.3 La persona encargada del departamento de contra

anomalías localizadas.

## V.2 INSPECCION A REDES Y VALVULAS DE AGUA CONTRA INCENDIO

V.2.1 El agua que llega a las diferentes instalaciones de contra incendio es por medio de una red de tuberías. Es fácil comprender que si por alguna razón accidental, cualquiera de las válvulas de este sistema, está cerrada, el agua no podrá fluir al lugar que se requiere para combatir el fuego. Esto es especialmente importante en el caso de válvulas que controlan sistemas de rociadores automáticos.

V.2.2 Cada válvula debe tener un número para que pueda identificarse fácilmente, tanto en el campo como en los registros que se lleven acerca de su uso y de su estado mecánico.

V.2.3 Con objeto de no olvidar abrir las válvulas de la red de agua contra incendio que tuvieron que cerrarse para efectuar trabajos de reparación, mantenimiento u otras razones, es conveniente usar el sistema de la "TARJETA ROJA", que consiste en colgar una etiqueta roja en un lugar visible de la válvula cerrada del sistema como un aviso constante de que la válvula debe ser reabierto, después de la reparación o revisión.

V.2.4 Un arreglo simple tendiente a evitar la operación de

las válvulas por personal que no pertenece al departamento contra incendio, o saber que se han operado, es el uso de un alambre y un sello de plomo en el cual se le coloca una tarjeta con la fecha de la última inspección que se efectuó a la válvula.

V.2.5 Los alambres del sello se arreglan para que tengan suficiente juego para que la válvula pueda moverse para su inspección, pero que no permita que se opere sin que se rompa el sello.

V.2.6 La inspección a las válvulas debe hacerse semanalmente y ocasionalmente se hacen diariamente en aquellas instalaciones especiales donde se requiera.

V.2.7 Las inspecciones a las válvulas deben registrarse mediante el número que se les asignó en los reportes, indicando su estado físico, si no están pegadas, si el vástago está limpio y debidamente lubricado y si se encontro en la posición que generalmente es abierta. Ocasionalmente puede estar normalmente cerrada alguna válvula, siendo importante que el inspector tenga conocimiento de este caso excepcional.

V.2.8 Las válvulas de compuerta no necesitan ser operadas completamente como parte de la rutina de inspección. Normalmente deben estar en un cuarto de vuelta antes de la posición completamente abierta; durante la inspección se gira

una parte de la vuelta ; luego a posición totalmente abierta y por último se gira un cuarto de vuelta hacia adentro, asegurándose el inspector de que la válvula de compuerta y su vástago no se han separado y que la válvula no está atascada en una posición.

V.2.9 Cuando menos una vez cada tres meses se operan totalmente las válvulas y se engrasan todos los vástagos que lo requieren.

V.2.10 El acceso a las válvulas debe ser libre, es decir, la tapa de la caja o registro de las válvulas de las líneas subterráneas debe estar colocada en buen estado, así como el interior debe estar limpio y sin agua.

### V.3 INSPECCION DE HIDRANTES

V.3.1 No todos los hidrantes son exactamente iguales, pero su funcionamiento es muy semejante, por lo que el primer punto a inspeccionar es verificar que el hidrante no esté dañado, en especial la cuerda de las conexiones, que las válvulas no presenten fugas y que no esté obstruido su acceso.

V.3.2 Si tienen mangueras conectadas, debe revisarse que la válvula no fuge por el estopero al estar abierta.

V.3.3 Si no tiene mangueras, las tomas deben tener

colocadas sus tapas.

V.3.4 Las inspecciones deben realizarse al menos una vez por semana.

V.3.5 Siempre que se reciben mangueras contra incendio, deben conectarse a los hidrantes para verificar que la cuerda es del tipo requerido.

#### V.4 INSPECCION A MONITORES

V.4.1 Mensualmente se debe comprobar lo siguiente:

V.4.1.1 Que funcionen los mecanismos para hacer girar el monitor en los planos horizontal y vertical, así como un buen estado mecánico y engrasados correctamente.

V.4.1.2 Que cada monitor tenga su boquilla regulable (chorro y niebla)

V.4.1.3 Que el mecanismo para regular el chorro de la boquilla funcione correctamente.

V.4.1.4 Que no haya fugas por las partes que forman el monitor, ni por la boquilla.

V.4.1.5 Si el monitor tiene válvula en la base, que abra y

cierre sin dificultades, así como su volante se encuentre en buenas condiciones.

#### **V.5 INSPECCION A LAS MANGUERAS PARA SERVICIO DE AGUA CONTRA INCENDIO**

V.5.1 El propósito de las inspecciones y pruebas es determinar que se encuentran en sus lugares de asignación, que están en condiciones satisfactorias de trabajo y que además se dispone del número y tipo de mangueras previsto en caso de emergencia.

V.5.2 Semanalmente se debe de comprobar los siguientes aspectos:

V.5.2.1 Que las mangueras se encuentren en su lugar de asignación.

V.5.2.2 Que estén secas, limpias y sin productos que puedan dañarlas.

V.5.2.3 Que la conexión hembra cuente con el empaque correspondiente.

V.5.2.4 Que las cuerdas de las conexiones no se encuentren golpeadas o dañadas.

V.5.2.5 Que tengan acopladas las boquillas asignadas con sus empaques respectivos.

V.5.2.6 Las mangueras de reserva se deben guardar en lugares secos y ventilados.

V.5.3 Trimestralmente se deben retirar las mangueras instaladas en los vehículos contra incendio, carros portamangueras y cajas de mangueras; se revisan y se les hace circular agua durante cinco minutos, se secan y de no encontrarse defectos visibles, se acomodan en otra posición de manera que no concuerde su dobles con el anterior.

V.5.4 Anualmente y cada vez que un tramo de manguera haya sido objeto de reparaciones o se le hayan cambiado conexiones, debe probarse hidrostáticamente a una presión de  $14 \text{ Kg/cm}^2$ , o al menos, al máximo de presión disponible en las bombas de agua contra incendio, manteniendo la presión de  $14 \text{ Kg/cm}^2$ , o al menos, al máximo de presión disponible en las bombas de agua contra incendio, manteniendo la presión, con el extremo libre cerrado, durante cinco minutos.

V.5.5 Para conservarlas en buen estado y en condiciones de uso inmediato es necesario darles un buen mantenimiento, por lo que cualquier defecto que se les note durante su uso, inspección o prueba, debe reportarse para que sean reparadas, en caso de que eso sea posible.

V.5.6 Después de usar una manguera en el combate de un incendio, entrenamiento o prueba, debe cepillarse para eliminar las partículas que se hayan adherido al exterior.

V.5.7 No debe ponerse a secar las mangueras al sol sobre caminos, banquetas o pavimentos, sino en la torre de secado o sobre una rejilla.

V.5.8 Las mangueras con cubierta exterior de material sintético, después del lavado o si no están sucias, se pueden secar con estopas.

V.5.9 Las mangueras no se deben almacenar, guardar o colocar en su lugar de asignación cuando no estén limpias y secas, especialmente las que tiene cubiertas de algodón, ya que con la humedad se les forma moho y ésta es la causa de que se pudran.

V.5.10 Las conexiones deben mantenerse limpias y sus cuerdas en buen estado, cualquier tramo de manguera que tenga conexiones con defectos debe retirarse del servicio para que sea reparada.

V.5.11 Las conexiones que estén pegadas o trabadas por la suciedad, no deben engrasarse o aceitarse, sino ponerlas a remojar en agua con jabón y cepillarse para limpiarlas y lograr que giren nuevamente.

V.5.12 Revisar que las conexiones tengan sus empaques en buenas condiciones y de la dimensión adecuada; ya que un empaque de mayor dimensión puede entorpecer las maniobras para el ensamble de las mismas o causar turbulencias en el flujo de agua, reduciendo el alcance del chorro de salida, en tanto que un empaque de diámetro menor puede salirse del asiento y causar fugas del agua.

V.5.13 Al ser enrolladas las mangueras, la conexión macho debe quedar en el centro o cubierta por una parte de la manguera.

#### V.6 INSPECCION A LAS BOMBAS DE AGUA CONTRA INCENDIO

V.6.1 Puede decirse que las bombas de agua contra incendio son la parte principal de los sistemas de protección a base de agua o espuma y por consiguiente debe prestarse especial atención a su mantenimiento e inspecciones preventivas.

V.6.2 Además, tener presente que estas bombas se diseñan para que trabajen eventualmente y que se usan exclusivamente para el servicio contra incendio.

V.6.3 Los puntos principales que deben cubrirse en la inspección de una bomba contra incendio, son los siguientes:

V.6.3.1 Por lo menos semanalmente se debe probar a su

presión y gastos nominales y una buena practica es hacerlas trabajar unos 15 minutos, para comprobar que no tengan fugas, que alcance la presión normalmente de operación y su buen funcionamiento en general.

V.6.3.2 Se verifica que el cuarto de bombas este limpio, accesible en todo momento y que no se usa para almacenar herramientas o materiales ajenos a dicho cuarto.

V.6.3.3 Si la bomba es impulsada por motor eléctrico, se debe observar el estado en que se encuentra éste, que las instalaciones no tengan partes expuestas sin aislamiento y la confiabilidad del suministro de energía eléctrica, comprobando que los interruptores y fusibles sean del rango adecuado.

V.6.3.4 Cuando la bomba es impulsada por motor de combustión, se debe examinar el estado del acumulador, si el nivel del electrolito está abajo del necesario, se le agrega agua destilada o el agua más pura disponible evitando hasta donde sea posible usar agua con sales disueltas. Después de un año de uso, el acumulador debe sustituirse por uno nuevo. El sistema independiente de recarga de la batería debe estar conectado al suministro de corriente eléctrica.

V.6.3.5 El motor debe estar lubricado y con sus niveles de aceite correctos.

V.6.3.6 Se verifica que la válvula de alivio sea calibrada cada 3 años a la presión prevista.

V.6.3.7 La bomba debe mantenerse cebada, es decir, que tanto la bomba como la tubería estén llenas de agua.

V.6.3.8 Tanto los motores como las bombas deben tener sus instrucciones para operación en un cartel y en lugar visible.

V.6.3.9 Las bombas se prueban anualmente cuando menos al 100% de su capacidad para comprobar que ni la tubería de succión, ni la boca de succión están tapadas.

V.6.3.10 La transmisión del motor a la bomba debe estar protegida por una cubierta para evitar tanto accidentes como que le caigan objetos extraños que dañen el mismo.

V.6.3.11 En la tabla 19 se presenta un resumen de los problemas más frecuentes de agua contra incendio y las posibles causas que ocasionan las fallas.

V.6.3.12 Las recomendaciones para la corrección de las posibles causas de falla en las bombas de agua contra incendio se enlistan a continuación:

1.- DISTANCIA DE SUCCION DEMASIADA ALTA: No debe exceder de 4.5 m. para bombas horizontales. Se debe medir la distancia

<p>ANDALALIA QUE SE PRESENTA EN LA OPERACION DE LA BOMBA DE AGUA CONTRA INCENDIO.</p>			
<p>CAUSA PROBABLE DE LA FALTA</p>	<p>SUCESION</p>	<p>BOMBA</p>	<p>MOTOR Y BOMBAS</p>
<p>MOTOR</p>			
<p>1. FALLA DEL CIRCUITO ELECTRICO OBSTRUCCION EN EL SISTEMA DE CONDUCCION O EN LAS LINEAS DE VAPOR SATEADA EN CORRIENTE</p>			
<p>2. VELOCIDAD DEMASIADO ALTA</p>			
<p>3. INVERSION DE ROTACION INVERTIDA</p>			
<p>4. VELOCIDAD MUY BAJA</p>			
<p>5. FALTA DE LUBRICACION</p>			
<p>6. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO OBSTRUCCION DEMASIADO PERDIDA FALTA DE LA BOMBA DE ENFRIAMIENTO</p>			
<p>7. CONDUCCION DEMASIADEMENTE ESTIVA</p>			
<p>8. BOMBA Y MOTOR DESALINEADOS FLECHA INDEBENTRADA BOMBA O DESGASTE DE COMPONENTES O A REALIZACION</p>			
<p>9. ELEMENTOS REMEDIOS DEMASIADO AJUSTADOS A LOS ESTACIONARIOS</p>			
<p>10. FROCCION EXCESIVA DE LOS COMPONENTES BOMBA O LA FALTA DE LUBRICACION, DESGASTE, FOLIOS, MODO DEFECTOS O A LA MALA INSTALACION</p>			
<p>11. ANILLO DE SELLO MAL ALINEADO EN EL ESTOPERO EVITA LA ENTRADA DEL AGUA PARA FORMAR EL SELLO</p>			
<p>12. BOMBA NO CEJABA</p>			
<p>13. FLECHA INTANA FLECCIONADA O GASTADA</p>			
<p>14. BOMBA CON TUBERIA</p>			
<p>15. BOMBA CON TUBERIA</p>			
<p>16. IMPULSIONES INABUNDANTES</p>			
<p>17. FALTA DE BOMBAJE</p>			
<p>18. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>19. BOMBAJE DEFICIENTE CARGA NETA DE SUCCION</p>			
<p>20. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>21. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>22. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>23. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>24. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>25. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>26. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>27. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>28. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>29. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>30. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>31. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>32. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>33. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>34. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>35. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>36. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>37. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>38. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>39. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>40. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>41. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>42. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>43. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>44. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>45. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>46. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>47. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>48. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>49. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>50. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>51. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>52. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>53. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>54. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>55. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>56. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>57. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>58. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>59. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>60. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>61. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>62. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>63. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>64. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>65. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>66. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>67. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>68. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>69. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>70. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>71. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>72. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>73. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>74. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>75. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>76. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>77. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>78. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>79. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>80. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>81. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>82. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>83. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>84. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>85. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>86. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>87. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>88. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>89. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>90. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>91. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>92. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>93. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>94. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>95. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>96. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>97. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>98. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>99. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			
<p>100. BOMBAJE DEFICIENTE</p>			

TABLA 19

ANOMALIA QUE SE PRESENTA EN LA BOMBA DE AGUA CONTRA INCENDIO.		CAUSA PROBABLE DE LA FALTA	
NUM. DESCRIPCIÓN POR EL TÉCNICO	SEÑALES CARACTERÍSTICAS DE LA ANOMALIA	SUCCION	BOMBA
1	RESISTENCIA DE SUCCION DEMASIADO ALTA		
2	VALVULA DE PRE BOMBASO QUE NO SE CIERRA DEBIDAMENTE OBTURACION DE BOMBAS INDEFINIDAS QUE BOMBAS PERMANEN CERRADAS EN LA SUCCION		
3	ENTRADA DE AIRE A LA CONEXION DE SUCCION POR LA VALVULA DE PRE, QUE NO ESTÁ SUFICIENTEMENTE SUCCION		
4	FUGAS EN LA CONEXION DE SUCCION, QUE PERMITEN LA ENTRADA DE AIRE		
5	CONEXION DE SUCCION DISTORSION		
6	NEGLIAS DE AIRE EN LA TUBERIA DE SUCCION		
7	CAVITACION HIDRAULICA DEBIDO A RESISTENCIA DE SUCCION MUY ALTA		
8	POZO COLAPSADO O MUY DESALINEADO		
9	ESTOPERO DEMASIADO AJUSTADO OPIRME DEL INSTALADO GASTADO, DEFECTUOSO, MUY APRETADO O DE TIPO INCORRECTO		
10	DISTRACCIONES EN EL SELLO DE AGUA O EN EL TUBO DE TELLO		
11	ENTRADA DE AIRE A LA BOMBA A TRAVES DEL ESTOPERO		
12	IMPULSOR DISTORSION		
13	ANELLOS DE SOBRANTE MUY RETORNOADOS		
14	IMPULSOR DAMAJO		
15	DIAMETRO EXAGERADO DEL IMPULSOR		
16	INSUFICIENTE CARGA META DE SUCCION		
17	OPRIME DE LA CARGA DEFECTUOSA, QUE PERMITE FUGAS INTERNAS, CUELLO EN BOMBAS DE VARIOS PASOS		
18	AJUSTE INCORRECTO DEL IMPULSOR CUELLO EN BOMBAS VERTICALES		
19	IMPULSORES INABASTE		
20	BOMBA CORRELABA		
21	FLECHA BATIDA, FLECHENADA O GASTADA		
22	BOMBA NO CUBRIDA		
23	ANELLO DE TELLO MAL LOCALIZADO EN EL ESTOPERO, EVITA LA ENTRADA DEL AGUA PARA FORMAR EL SELLO		
24	FROCCION EXCESIVA DE LOS RODAMIENTOS DEBIDO A LA FALTA DE LUBRICACION, DESGASTE, POLVOS, ROLLOS DEFECTOS O A LA MALA INSTALACION		
25	CILINDROS ROTATORIOS DEMASIADO AJUSTADOS A LOS ESTACIONADOS		
26	BOMBA Y MOTOR DESALINEADOS, FLECHA DESCENTRADA DEBIDO A DESGASTE DE RODAMIENTOS O A DESALINEACION		
27	CONEXION INSUFICIENTEMENTE HERMETICA		
28	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DISTORSION DEMASIADO PUNDO, FALLA DE LA BOMBA DE ENFRIAMIENTO		
29	FALTA DE LUBRICACION		
30	VELOCIDAD MUY BAJA		
31	INVERSION DE ROTACION INVERTIDA		
32	VELOCIDAD DEMASIADO ALTA		
33	FALLA DEL CIRCUITO ELECTRICO, DISTORSION EN EL SISTEMA DE CONECTIVIDAD O EN LAS LINEAS DE VAPOR, BATERIA EN CONEXION		
34	OTROS		
		MOTOR Y BOMBA	

TABLA 19

vertical desde la línea de centros de la bomba, hasta el nivel del agua y si ésta, sumada con las pérdidas por fricción es superior a los 4.5 m., es necesario modificar los elementos de succión.

2.- VALVULA DE PIE DEMASIADO PEQUEÑA, PARCIALMENTE OBSTRUIDA O DE DISEÑO DEFICIENTE, QUE ORIGINA PERDIDAS EXCESIVAS EN LA SUCCION: Se reemplaza por otra válvula de pie de tipo apropiado y del tamaño que corresponda.

3.- ENTRA AIRE A LA CONEXION DE SUCCION POR LA VALVULA DE PIE, QUE NO ESTA SUFICIENTEMENTE SUMERGIDA: Se coloca más abajo la válvula de pie.

4.- FUGAS EN LA CONEXION DE SUCCION QUE PERMITEN LA ENTRADA DE AIRE: El aire entra a la línea de succión a través de fugas, originando que la bomba pierda succión o no pueda mantener su presión de descarga. Se descubre el tubo de succión, se localiza y se repara la fuga.

5.- CONEXION DE SUCCION OBSTRUIDA: Se examina la coladera, válvula de pie y tubo de succión, eliminando la obstrucción. Se repara o reemplaza la coladera para evitar que se repita la falla.

6.- BOLSAS DE AIRE EN LA TUBERIA DE SUCCION: Las bolsas de aire originan una reducción en el suministro y presión del

agua, en forma similar a la tubería obstruida. Se descubre la tubería de succión y se arregla para eliminar la bolsa de aire.

7.- CAVITACION HIDRAULICA DEBIDA A DISTANCIAS DE SUCCION MUY ALTA: Es al misma posible cuasa indicada en el parrafo No. 1.

8.- POZO COLAPZADO O MUY DESALINEADO: El personal encargado de perforación de pozos o el fabricante de la bomba podrá recomendar la reparación más conveniente.

9.- ESTOPERO DEMASIADO AJUSTADO, ENPAQUE MAL INSTALADO, GASTADO, DEFECTUOSO, MUY APRETADO O DE TIPO INCORRECTO: Se aflojan las tuercas del estopero, se quitan las tapas y se reemplaza el empaque.

10.- OBSTRUCCIONES EN EL SELLO DE AGUA O EN EL TURNO DE SELLO: Se aflojan las tuercas del estopero y se quitan las tapas junto con el anillo, sello y empaque. Se limpia la entrada, salida y conducto del agua y se reemplaza el empaque y anillo de acuerdo con las instrucciones del fabricante de la bomba.

11.- ENTRADA DE AIRE A LA BOMBA A TRAVES DEL ESTOPERO: La misma posible causa que se indica en el párrafo 10.

12.- IMPULSOR OBSTRUIDO: Aunque no se indica en ningún

instrumento, la presión disminuye rápidamente cuando se intenta extraer una gran cantidad de agua. Para bombas horizontales se separa la parte superior de la carcaza de la bomba y se elimina la obstrucción del impulsor, reparándose para evitar una repetición. Para bombas verticales tipo turbina se levanta la columna y los tazones, desarmándolos para eliminar la obstrucción del impulsor.

13.- ANILLOS DE DESGASTE MUY DETERIORADOS: Se desarma la parte de la carcaza y se mide con un calibrador el claro entre los anillos de desgaste de la carcaza y del impulsor, el claro cuando esta nuevo es de 0.1905 mm. (0.0075") y un claro más de (0.381 mm.) (0.015") es excesivo.

14.- IMPULSOR DANADO: Si es posible, de acuerdo con el defecto, se procede a efectuar una reparación menor o a reemplazarlo. Y si por el contrario el defecto no es demasiado serio, se usa el impulsor hasta que deba repararse o reemplazarse.

15.- DIAMETRO EQUIVOCADO DEL IMPULSOR: Se reemplaza por un impulsor del diámetro apropiado.

16.- INSUFICIENTE CARGA NETA DE SUCCION: Se comprueba que el diámetro y modelo del impulsor coincidan con los de la bomba, para asegurarse que se emplea la curva correcta para la bomba.

17.- EMPAQUE DEFECTUOSO DE LA CARCAZA QUE PERMITE FUGAS INTERNAS (SOLO EN BOMBAS DE VARIOS PASOS): Se reemplazan las juntas defectuosas. Se confirman con el plano del fabricante si se requiere la junta.

18.- AJUSTE INCORRECTO DEL IMPULSOR (SOLO EN BOMBAS VERTICALES): Se ajusta de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

19. IMPULSORES TRABADOS: Para bombas verticales tipo turbina: Se levantan y bajan los impulsores con la tuerca superior para ajuste de la flecha. Si esto no tiene éxito, se siguen las instrucciones del fabricante. Para bombas horizontales: Se remueve la parte superior de la carcasa, se localiza y elimina la obstrucción.

20.- BOMBA CONGELADA: Se mantiene la bomba en un lugar caliente. De ser necesario se desarma la bomba, se elimina el hielo, y se examinan las partes interiores por si se dañaron.

21.- FLECHA RAYADA, FLEXIONADA O GASTADA: Se reemplaza la flecha y la camisa de la flecha.

22.- BOMBA NO CEBADA: Si una bomba se opera sin agua en su interior, los anillos de desgaste se dañarán. La primera alarma sobre esto es un cambio de sonido en la unidad de bombeo. Se para la bomba y se ceba antes de volver a tenerla en operación.

En bombas horizontales: se para la bomba y se abre la válvula de purga para asegurarse que el tubo de succión y de bomba están completamente llenos de agua. En bombas verticales tipo turbina: se comprueba el nivel del agua para determinar si los tazones están suficientemente sumergidos.

23.- ANILLO DE SELLO MAL COLOCADO EN EL ESTOPERO, QUE EVITA LA ENTRADA DEL AGUA PARA FORMAR EL SELLO: Se aflojan las tuercas, se quitan las tapas del estopero incluyendo el empaque colocando el anillo de sello en la posición correcta.

24.- FRICCIÓN EXCESIVA DE LOS RODAMIENTOS DEBIDO A LA FALTA DE LUBRICACION, AL DESGASTE, POLVO, MOHO, DEFECTOS O A INSTALACION DEFICIENTE: Es conveniente desarmar los rodamientos, limpiarlos, lubricarlos o reemplazarlos de ser necesario.

25.- ELEMENTOS GIRATORIOS DEMASIADO AJUSTADOS A LOS ESTACIONARIOS: Se comprueba que los claros y la lubricación sean adecuados, si hay partes dañadas se reparan o reemplazan.

26.- BOMBA Y MOTOR DESALINEADOS, FLECHA DESCENTRADA, DEBIDO A DESGASTE DE RODAMIENTOS O A DESALINEACION: Se alinea la bomba y el motor de acuerdo con las instrucciones del fabricante, reemplazando los rodamientos.

27.- CIMENTACION POCO RIGIDA: Se aprietan las tuercas de

la base o de ser necesario se reemplazan los limientos.

28.- SISTEMA DE ENFRIAMIENTO OBSTRUIDO, DEMASIADO PEQUERO O FALLA DE LA BOMBA DE ENFRIAMIENTO: Se quita el termostato y se abre el "by pass" de la válvula reguladora y del filtro. Se comprueba el buen funcionamiento de la válvula reguladora y del filtro, limpiando y reparando lo que sea necesario. Después es necesario desconectar el sistema de enfriamiento, por secciones, para localizar y eliminar obstrucciones; ajustar la banda de la bomba de agua para enfriamiento de la máquina para obtener la velocidad normal de régimen; lubricar además los rodamientos de la bomba. Si aún se produce sobrecalentamiento con cargas inferiores al 100% de la capacidad nominal, será necesario consultar al fabricante para eliminar el defecto.

29.- FALTA DE LUBRICACION: Se debe parar la bomba inmediatamente, si las partes se han gastado, se reemplazan y se repara el sistema de lubricación, si no se han gastado las piezas, sólo es necesario readjustar el sistema de lubricación.

30.- VELOCIDAD MUY BAJA: Para motores eléctricos, se comprueba que las velocidades nominales del motor y de la bomba correspondan, que el voltaje sea el correcto y que el equipo de arranque funcione correctamente. Cuando el voltaje y la frecuencia de la corriente eléctrica, son inferiores a lo previsto, originan que el motor gire a una velocidad menor. E.

bajo voltaje puede deberse a las cargas excesivas y a la capacidad insuficiente de los cables alimentadores, a un voltaje inadecuado del generador, esto se puede corregir cambiando el campo de excitación. Cuando el bajo voltaje se debe a las otras causas antes mencionadas, puede ser necesario cambiar la posición de las derivaciones del transformador o aumentar el calibre de los cables de alimentación. La baja frecuencia usualmente ocurre en las plantas privadas de generación y ahí debe corregirse la anomalía. También puede producirse baja velocidad en los motores tipo ardilla, si se afloja la unión de las barras de cobre a los extremos de los anillos; la solución es soldar estas juntas. Para turbinas de vapor es necesario verificar que las válvulas de la tubería de suministro de vapor estén completamente abiertas, que la presión del vapor en la turbina es también la correcta, que no se ha obstruido el filtro de la línea de vapor, que la citada tubería de suministro de vapor es del diámetro necesario, que se ha extraído el condensado de la tubería de suministro, de la trampa y de la turbina, que las toberas de la turbina no se han obstruido y que se ha fijado correctamente la velocidad y la posición del gobernador. En las máquinas de combustión interna, debe verificarse que se ha fijado correctamente la posición del gobernador de velocidad, que el ahogador manual esté completamente abierto, que no hay defectos mecánicos tales como válvulas pegadas, fuera de tiempo o bujías sucias, etc.

31.- DIRECCION DE ROTACION INVERTIDA: Los casos en que un

impulsor gire en sentido contrario, son raros pero fácilmente pueden reconocerse por el gasto tan reducido que se obtiene. La dirección de rotación equivocada, puede determinarse comprobando la dirección de la flecha marcada en la carcasa, con la del movimiento del cople flexible. Tratándose de motores eléctricos polifásicos, deben estar invertidas dos de las conexiones, en motores de corriente directa las conexiones de la armadura deben estar invertidas con respecto a las conexiones del campo. Donde existan disponibles dos fuentes de energía eléctrica, debe verificarse la dirección de rotación producida por cada una.

32.- VELOCIDAD DEMASIADA ALTA: Se verifica que la velocidad de la bomba corresponda con la del motor. De no ser así, y en el caso de motor eléctrico, se reemplaza por uno de la velocidad necesaria y en motores de velocidad variable, se fija el gobernador en la velocidad correcta. Existe la posibilidad en las estaciones privadas de generación, que la frecuencia sea demasiado alta.

33.- FALLA DEL CIRCUITO ELÉCTRICO, OBSTRUCCION EN EL SISTEMA DE COMBUSTIBLE O EN LAS LINEAS DE VAPOR, BATERIA SIN CORRIENTE: Se verifica en el sistema eléctrico si hay un cable roto, un interruptor abierto o la batería sin corriente. Si el interruptor está abierto sin razón aparente, se verifica que tenga aceite en las condiciones especificadas por el fabricante. Se asegura que la línea de combustible y el filtro

estén limpios, que las válvulas de control del sistema de combustible de las máquinas de combustión interna estén abiertas. En las turbinas de vapor se comprueban que todas las válvulas estén abiertas o que no este obstruido el filtro.

#### V.7 INSPECCION A SISTEMAS ROCIADORES

V.7.1 Los puntos más importantes que deben observarse para asegurarse de que los sistemas de rociadores están listos para su operación inmediata son los siguientes:

V.7.2 Se deben revisar los rociadores para asegurarse que estén limpios, libres de corrosión, sin obstrucción, que no estén pintados, que no tengan cal, ni estén golpeados o dañados físicamente.

V.7.3 se comprueba que se dispone en bodega de un número suficiente de aspersores extras como refacción.

V.7.4 Se asegura que las tuberías de alimentación de agua al sistema de aspersion y los soportes se encuentran en buen estado y que no hayan sido dañados mecánicamente.

V.7.5 Se verifica cuando se han realizado modificaciones al área protegida, si se requiere la prolongación del sistema de rociadores.

V.7.6 Las válvulas para operación del sistema deben estar en su posición correcta, en buen estado mecánico, con acceso libre y claramente identificadas.

V.7.7 Las válvulas de control de los sistemas de aspersión de los rociadores, deben incluirse en la inspección semanal que debe efectuarse a las válvulas de la red de agua contra incendio.

V.7.8 Semanalmente se comprueba que las lecturas en los manómetros que indican la presión del agua y del aire en el sistema, según el tipo que sea, se mantienen dentro de los rangos normales de operación.

V.7.9 Cada tres meses, se hace una prueba de flujo de agua a través de la válvula principal de drenaje.

V.7.10 Durante la prueba trimestral, se descarga agua por el pequeño orificio de salida que en algunos sistemas existe para hacer pruebas de flujo. Así mismo, debe probarse, de existir, el dispositivo de alarma de flujo de agua.

V.7.11 Semanalmente se operan los interruptores de prueba de los dispositivos eléctricos para alarma.

V.7.12 Se verifica que la válvula que controla el suministro de agua a los dispositivos de alarma está en su

posición normal.

V.7.13 Cuando se requiere revisar o efectuar trabajos de mantenimiento en los sistemas de aspersión y en especial en los que cuentan con estaciones centrales de alarma, se debe avisar siempre al personal de operación o encargado de las instalaciones, antes de operar cualquier válvula o alarma de dicho sistema.

#### V.8 INSPECCION DE LOS SISTEMAS DE ESPUMA

V.8.1 Como se mencionó en el capítulo I, existen dos clases de espuma: Mecánica y Química. Respecto a los sistemas de espuma química, actualmente está disminuyendo su empleo. Sin embargo los existentes que trabajan con un polvo único, tipo dual o dos en uno, o los que emplean dos componentes conocidos como A y B, deben inspeccionarse totalmente cada 6 meses, o con mayor frecuencia, si las condiciones del clima (humedad, temperatura etc.), lo ameritan. Los sistemas de espuma mecánica pueden usar diferentes tipos de líquidos y de mecanismos alimentadores para producir la solución agua líquido espumante en la relación necesaria para producir la espuma.

V.8.2 De ser posible, la inspección debe incluir la prueba del sistema para mejorar los conocimientos de todo el personal respecto al funcionamiento del mismo, la forma de inyección de la espuma, el equipo existente, tipos de cámaras generadoras de

espuma, posición de las válvulas para dirigir el agua o la solución hasta el sitio deseado, etc., así como para localizar las fallas que pudiera tener el sistema existente.

V.8.3 Las inspecciones se deben realizar en forma semejante para la red y válvulas de agua contra incendio.

V.8.4 Semanalmente deben probarse las bombas de agua que alimentan al sistema en la forma indicada en el inciso V.6, así como probar la bomba de líquido espumante o los mecanismos empleados para dosificar el líquido.

V.8.5 El tanque o recipiente que almacena el líquido se revisa anualmente, para comprobar que se encuentra en buen estado físico, sin corrosión y con su carga de líquido completa, de preferencia se debe vaciar y limpiar el tanque y todos los accesorios del sistema, filtrar el líquido y volver a ponerlo en servicio. De encontrarse muy corroído el interior del tanque, es conveniente recubrirlo con una pintura resistente al producto almacenado.

V.8.6 Cada tanque de almacenamiento debe contar con el número y tipo de cámaras de espuma, de acuerdo a su diseño y dimensiones.

V.8.7 Las líneas que conectan a las cámaras de espuma deben llegar hasta la orilla exterior del dique por donde se

localiza un camino transitable en todo momento para los vehículos contra incendio.

V.8.8 El extremo de dichas líneas deben tener una conexión hembra giratoria de 63.5 mm ( $2\frac{1}{2}$ " ) de diámetro, con cuerda de contra incendio y un tapón sujeto con una pequeña cadena.

V.8.9 Todos los puntos de la red de abastecimiento de agua deben tener la presión necesaria para el combate de un probable incendio.

V.8.10 Se verifica que los hidrantes en los cuales se conecta el vehículo o unidad dosificadora para succionar el agua, tengan salidas macho de 63.5 mm ( $2\frac{1}{2}$ " ), o del diámetro requerido de acuerdo con la succión del vehículo.

V.8.11 Anualmente se revisan los puntos que a continuación se mencionan, con el fin de detectar las anomalías y que deben repararse a la brevedad posible:

- a) Todas las tuberías deben estar pintadas de rojo o de aluminio con anillos rojos.
- b) Las tomas de espuma que protegen los tanques de almacenamiento deben estar claramente identificadas.
- c) En el caso de tanques que almacenan productos inflamables protegidos con cámaras de espuma mecánica, se verifica que las cámaras están correctamente instaladas, que tienen su placa de orificio, su malla

en la entrada de aire y el sello de vidrio interior.

- d) Se comprueba la capacidad de los equipos para generar espuma.

V.8.12 Mensualmente se inspeccionan los sistemas de espuma, revisando visualmente si hay componentes rotos o dañados, boquillas taponadas, partes desconectadas, válvulas cerradas o en posición incorrecta, diferencias en el sistema de energía que acciona las bombas de agua y sistemas de espuma.

V.8.13 Siempre que se combate un incendio, o se efectúa una práctica, es necesario volver a dejar limpio, ordenado y en condiciones de operación todo el sistema, lo más pronto posible.

#### **V.9 INSPECCION A LAS MATERIAS PRIMAS GENERADORAS DE ESPUMA.**

V.9.1 Mensualmente se debe hacer un recuento de las cantidades de materia prima disponible, en caso contrario solicitar la adquisición correspondiente.

V.9.2 Se verifica que el lugar y las condiciones de su almacenamiento sean adecuados, tanto por las características del ambiente, como por la forma e identificación de las estibas y por las distancias que es necesario recorrer para llevar

estos productos para reabastecer los equipos en caso de combatir un incendio.

V.9.3 Por lo menos una vez al año debe comprobarse que las materias primas generadoras de espuma, se encuentran en buenas condiciones y que son capaces de producir espuma de la calidad y en la cantidad correctas para combatir un incendio.

## CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES

Los sistemas de protección contra incendio surgen de la necesidad de tener un salvaguarda de vida y de proteger bienes materiales dentro de la industria petrolera y de la industria en general, por los grandes daños económicos que causan estos siniestros.

La relativa baja inversión de estos sistemas en relación con el valor del equipo que protegen y del monto de pérdidas que ocasionan los incendios, aconsejan su instalación en toda clase de equipo en que sea posible instalarlos.

Incendios múltiples de tanques e incendios en tanques de diámetros muy grandes, requieren de una organización apropiada de medios para luchar contra el fuego. Los encargados de seguridad deben de coordinar las actividades, no solamente de su propia fuerza, sino también de la ayuda mutua de otras dependencias, brigadas privadas contra incendio, personal que opera la planta y otros. La clave está en saber cómo reaccionar cuando se descubre el fuego y los pasos a seguir para combatirlo. Como sucede en cualquier situación de incendio, el planear el posible desarrollo de un incendio es extremadamente

valioso.

Antes de pretender atacar un incendio, es necesario conocer o tener en consideración algunos factores, los cuales ayudan a tomar decisiones. Los más importantes son:

- Conocer el tipo de producto que se está quemando (Clasificación NFPA) para determinar el tipo de espuma que se debe usar o la técnica adecuada para su extinción.
  
- Conocer el número de tanques que se están quemando, ya que desafortunadamente, los incendios que se relacionan con más de un tanque ocurren con más frecuencia y son una carga para los fondos materiales de que se disponen. Los pasos a seguir son atacar el fuego por etapas en vez de hacerlo en una sola etapa, y tener presente que el enfriamiento de los tanques adyacentes generalmente no es necesario, al menos que haya un contacto de la llama directa o suficiente calor irradiado para provocar el fuego en los tanques expuestos.
  
- Conocer el diámetro del tanque que se está quemando, ya que el grado o proporción de aplicación de espuma se basa en el área de la superficie del incendio.

- Una vez que se tiene conocimiento de el tipo de producto que se está quemando, el diámetro del tanque, la cantidad de concentrado de espuma requerida y el agua necesaria para extinguir el fuego, es importante decidir si el personal, la proporción de espuma y el equipo son suficientes para empezar a luchar contra el fuego. En caso contrario se debe pedir ayuda inmediatamente, pues intentar extinguir el fuego con pocos recursos con la intención de controlarlo, resulta perjudicial, ocasionando así que se agoten las existencias iniciales.

Un error muy frecuente que se comete en la lucha contra incendios de tanques, es el de usar demasiada agua en tanques expuestos. Este sistema disipa el volumen y la presión del suministro de agua y puede forzar el drenaje, haciendo más difícil el poder controlar el fuego.

Por otro lado, los incendios de diques en los alrededores de los tanques que se están quemando, deben ser extinguidos antes de pretender luchar contra el fuego del tanque, y los chorros de agua deben dirigirse al área expuesta del casco y sobre el nivel del líquido que se está quemando. Esto mantendrá el casco intacto, previniendo el doblarse hacia adentro y poder permanecer la espuma adherida al casco.

Por otro lado, cuando se presentan incendios simultáneos de tanques atmosféricos, la espuma debe ser aplicada solamente al número de tanques que pueden ser salvados con la cantidad de espuma recomendada y el mínimo de tiempo recomendado. Y si los tanques están adaptados con cámaras fijas de espuma, se deben de proteger éstas con chorros de agua para mantenerlas intactas de manera que se puedan usar; y si por el contrario se observa que el combatir el fuego de un tanque resulta poco práctico debido a insuficiencia de: agua, espuma, bomberos, o de equipo generador de espuma, es preferible dejarlo quemar y proteger los tanques expuestos adyacentes.

La etapa final en cualquier operación de lucha contra el fuego es la de hacer una revisión a todas las instalaciones y equipos para determinar si el fuego se ha extinguido completamente y de que el Área está a salvo de volverse a incendiar.

Más sin embargo, es importante recalcar que la inspección y mantenimiento de todo el equipo de protección contra incendio es vital, ya que depende muchas veces del buen estado de éste, el combatir con éxito un incendio.

Adicionalmente se establece que este trabajo no constituye un simple resumen de todas las técnicas y procedimientos para

la protección contra incendio desarrollados para el seguro almacenamiento, manejo, proceso y embarque de las sustancias, sino es sólo un instrumento más de apoyo para quienes se enfrentan al problema de mantener en marcha una actividad industrial. Es por eso que no puede pretenderse que el presente constituya una respuesta para todos los problemas, ni que sustituya al criterio y la experiencia de los diseñadores y los operadores de equipos, o que permita a éstos prescindir de la información tecnológica general, o renunciar a su inventiva, el uso del ingenio o de su imaginación técnica.

Finalmente, dado que la principal industria de refinación y petroquímica en nuestro país (como caso particular) es la empresa paraestatal Petroleos Mexicanos, cabe mencionar los siguientes comentarios:

En relación al mantenimiento, se puede decir, por experiencia expresa del personal directamente involucrado, que a pesar de la existencia de programas de mantenimiento de tipo preventivo y correctivo, estos no se cumplen con la responsabilidad requerida a pesar de que de esta actividad depende la seguridad y la protección de vidas humanas. por consiguiente, es sabido que en casos de amenaza de siniestros y accidentes consumados, algunas de las instalaciones y servicios destinados a la protección, no han funcionado adecuadamente ni

oportunamente con las consecuencias dolorosas que ello ha provocado.

En lo que a diseño y construcción de los tanques de almacenamiento se refiere, se puede indicar de manera general, que se cumplen con las normas, estándares, códigos, etc. aplicables; sin embargo, no es posible que los requisitos del diseño amparen casos que puedan soportar el incendio, pues en condiciones normales de operación estarían sobrediseñados, teniendo como consecuencia, equipos extremadamente caros por lo que resulta más práctico y económico prevenir y cumplir con los programas adecuados de mantenimiento y protección, así como la concientización del personal.

## BIBLIOGRAFIA

- Simonds John G.  
Safety in Petroleum Refining and Related industries  
U.S.A.
  
- American Petroleum Institute R.P. 2001  
Fire Protection in Refineries  
march, 1977 U.S.A.
  
- UOP Tankage Seminar Presented to Pemex  
june 28 & 29, 1988
  
- National Fire Codes  
Codes and Standards  
National Fire Protection Association  
U.S.A., 1982
  
- PEMEX  
Boletín de Seguridad No. 27 "Sistemas Fijos para  
Protección Contra Incendio.  
2a. Edic., 1977

- PEMEX

Criterio Normativo de Diseño de Areas de Almacenamiento.  
Tanques Atmosféricos Verticales  
1a. Edic., 1987

- PEMEX

GPEI-IS-3600  
Especificaciones para la Protección Contra Incendio en  
Tanques de Almacenamiento  
Rev. 5, 1978

- PEMEX

Norma AVII-1. Materiales para Tubería de Agua Contra  
Incendio.  
Rev. 2, 1977

- PEMEX

Norma AVII-13 Accesorios para el Servicio de  
Contra Incendio, 1970

- PEMEX

Norma AVII-18 Sistemas de Aspersores para Protección  
Contra Incendio, 1978