

20/11



Universidad Nacional Autónoma de México

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLAN"**

**"LINEAMIENTOS GENERALES DE DISEÑO DE
SISTEMAS CONTRA INCENDIO PARA
PLANTAS DE PROCESO"**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A
JUAN MANUEL GODINEZ ALVAREZ**

**Director de Tesis:
ING. ARIEL S. BAUTISTA SALGADO**

Cuautitlán Izcalli, Estado de México 1987.



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

		PAG
CAPITULO I	INTRODUCCION	1
CAPITULO II	DEFINICION DE TERMINOS Y GENERALIDADES	5
	- Situaciones Presentadas en dos Siniestros Reales en Instalaciones de Proceso.	6
	- Principios Fundamentales del Fuego.	27
CAPITULO III	AGENTES EXTINTORES Y SU APLICACION	55
	- Agua	57
	- Espuma	83
	- Anhídrido Carbónico	119
	- Agentes Halogenados	123
	- Polvos Químicos	125
	- Extintores Portátiles	126
CAPITULO IV	NORMA DE SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIO	141
	- Criterios de Diseño	142
	- Principios Preventivos y Protectivos en Instalaciones de Proceso.	165
CAPITULO V	EJEMPLO DE APLICACION	171
	- Descripción del Proceso	172
	- Resultados	185
CAPITULO VI	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	198
CAPITULO VII	INFORMACION COMPLEMENTARIA Y BIBLIOGRAFIA	201

CAPITULO I
INTRODUCCION

La combustión es imprescindible para las actividades que a diario realiza el ser humano, tanto en su trabajo como en su hogar, escuela, transporte, etc. Por tanto, está sujeto al riesgo de sufrir ó provocar un incendio, de tal forma que el fuego-tan necesario en su vida diaria, se transforma al descontrolarse en su enemigo.

A pesar de los muchos avances en la prevención de incendios, de los equipos de detección y técnicas de extinción, los incendios continúan presentando como resultado grandes pérdidas tanto materiales como humanas.

El caso de las plantas de proceso no es la excepción, sino por el contrario, existe un alto riesgo de incendio debido a los materiales y sustancias que se manejan.

Los incendios presentados en este tipo de instalaciones no pudieron ser combatidos por mal funcionamiento de los sistemas- contra incendio, otros por descuido del personal y muchas de és tas pérdidas son atribuibles a Ingeniería de protección contra incendio inadecuada.

Desafortunadamente, para la mayoría de las personas, el incendio es una posibilidad demasiado remota para tener una res-- puesta activa, la actitud apática disminuye la educación preven- tiva e impide la aplicación práctica de los conocimientos que - se poseen sobre los medios de protección. Además la protección- contra incendio generalmente requiere de una fuerte inversión - no produce productos vendibles y permanece sin utilizarse hasta que se presenta una emergencia.

Todos estos factores requieren que los involucrados en el campo de la protección contra incendio, ejerzan esfuerzos para- hacer ver la real necesidad que demanda una eficiente y adecua- da protección en beneficio de la sociedad, al reducir la pérdi- da de vidas humanas y el desperdicio de millones de pesos por - daños a las instalaciones, la protección debe estar ahí en la -

cantidad correcta, ser de la calidad adecuada y estar lista para su uso cuando se necesite.

El objetivo general de esta tesis es dar los lineamientos generales de diseño de sistemas de seguridad para protección -- contra incendio para plantas de proceso, tomando como base el -- diseño de este sistema para una planta extractora con furfural.

Aún cuando aquí se orienta el análisis para una planta de refinación, los criterios generales son válidos para las diferentes plantas de procesos petroquímicos, áreas de almacenamiento, edificios, bodegas y en fin para toda clase de industrias -- de transformación y manufactura de materia prima.

Con tal propósito primeramente se describen los efectos -- que se presentan en plantas de proceso cuando el fuego se encuentra fuera de control, abordando dos casos reales presentados e indicando la forma en la que experiencias similares pueden canalizarse para dictar las recomendaciones que posteriormente se adopten como medidas en las normas contra incendio internacionales y nacionales, continuando con los principios fundamentales del fuego; definiendo los términos más usuales aplicables a sistemas de protección contra incendio, Naturaleza, Teoría y formas de propagación del fuego, así mismo se señala la -- importancia del conocimiento de las fuentes de ignición y el -- principio de extinción de los incendios, clasificación de los -- tipos de fuego y de líquidos inflamables y combustibles. Estos conceptos quedan englobados dentro del capítulo II.

Posteriormente en el capítulo III se estudian y analizan -- los agentes extintores señalando los tipos principales y la -- aplicación que cada uno de ellos tiene. Indicando propiedades y limitaciones de dichos agentes así como aspectos generales de -- los sistemas móviles y fijos con los cuales se aplican, en especial para agua y espuma por ser los más empleados señalando -- orientaciones para su buen funcionamiento.

Se proporcionan los criterios de diseño, cálculo y especificación para proteger tanques de almacenamiento por medio de --

espuma, así mismo en este capítulo se describen los distintos tipos de extintores portátiles señalando los criterios de selección, distribución, número y pruebas de los mismos.

Se sigue en el capítulo IV con la descripción de los criterios principales contenidos en normas de sistemas de agua contra incendio como son:

- NFPA (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION)
- PEMEX (PETROLEOS MEXICANOS)
- IMP (INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO)
- AMIS (ASOCIACION MEXICANA DE INSTITUCIONES DE SEGUROS)

Así mismo se mencionan los principios preventivos y protectivos que se consideran para neutralizar o minimizar el riesgo de las plantas de proceso.

Para ejemplificar la aplicación de los conceptos desarrollados en los capítulos del I al IV en el capítulo V se presenta un ejemplo de aplicación al diseñarse el sistema de protección contra incendio para una planta extractora con furfural consistente en la red de agua contra incendio, sistema de espuma mecánica y sistema de aspersión. Incluyendo los documentos para su elaboración.

Finalmente se dan las recomendaciones generales para el buen funcionamiento del equipo contra incendio en el capítulo VI a partir de comentarios generales.

Con el propósito de obtener mayor información para posible profundización se incluye la bibliografía en el capítulo VII y un anexo con la información utilizada para el cálculo hidráulico e información de fabricante para las boquillas de aspersión.

C A P I T U L O

II

DEFINICION DE TERMINOS Y GENERALIDADES

El fuego ha acompañado y servido al hombre desde la pre-- historia, protegiéndolo del frío, de ataques de animales y pro curándole alimentos cocidos. Sin embargo en la actualidad el dominio que tiene el hombre sobre el fuego dista mucho de ser perfecto y su comprensión del mismo es limitada; sus aplicaciones van más allá de las necesidades humanas primarias. Por lo tanto la necesidad de entenderlo y dominarlo como fenómeno es esencial para el desarrollo de una sociedad basada en la tecno logía.

El fuego es un servidor de la humanidad cuando se encuentra bajo control, sin embargo, a continuación se describen las situaciones generales presentadas en dos siniestros reales ocurridos en instalaciones de proceso que nos indican, que es un destructor cuando se encuentra FUERA DE CONTROL.

- Incendio presentado en la planta de propileno de la cor poración Avisun de Sun Oil Compañy.

El proceso de manufactura de polipropileno, tal como se muestra en la Fig. 2.1, consta de cinco etapas principales: pre

paración de catalizador, polimerización, purificación, formulación y empaçado.

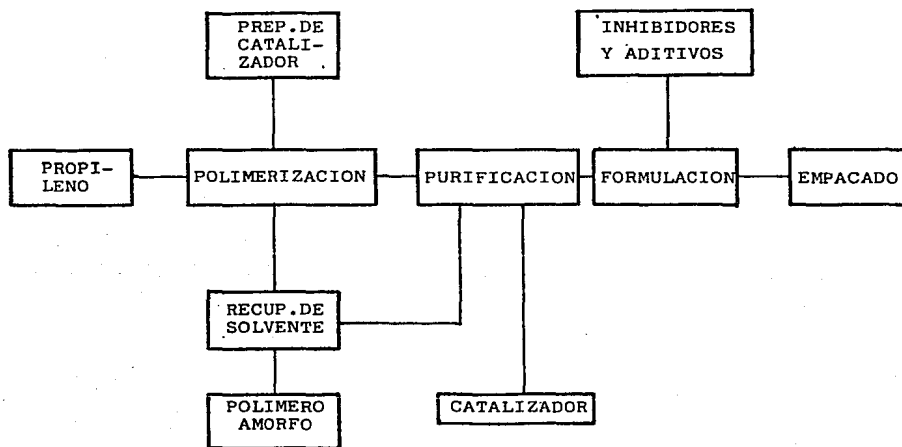


Fig. 2.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DE OBTENCION DE POLIPROPILENO

La planta está constituida por tres secciones de polimerización-purificación que se designarán como líneas A, B y C. Cada una cuenta con dos reactores que pueden ser operados inde-

pendientemente, en serie o en paralelo. Los reactores son del tipo agitado y encaquetados cuyo diámetro y altura son 11 y 9 pies respectivamente. Estos reactores utilizan en sus boquillas empaques de asbesto recubiertos con teflón. Así mismo, cuentan con elementos para depresionarse tales como venteos, drenes y válvulas de descarga.

Las líneas A, B y C mencionadas cuentan con un sistema de inundación activado por alarmas eléctricas. El área de proceso tiene un drenaje localizado entre las líneas B y C.

La parte principal del proceso es la sección de reacción, donde el propileno, el solvente y el catalizador son conducidos con precaución hacia el reactor de polimerización, el cual opera bajo condiciones de presión y temperatura controladas, a fin de obtener las propiedades físicas del polipropileno.

El catalizador orienta al monómero para formar un polímero cristalino. Sin embargo, aún bajo condiciones óptimas, -- existen pequeñas cantidades de monómero no orientado que producen un polímero amorfo.

Una vez que el propileno se ha polimerizado, el polímero cristalino se separa del catalizador, del solvente, y del polímero amorfo en el equipo de purificación. El material resultante es un polvo finamente dividido, el cual se formula para posteriormente darle forma granular.

Durante la formulación se agregan al polímero inhibidores y aditivos que le confieren la especificación requerida para su aplicación. Finalmente el material es empacado para su distribución y venta.

En la Fig. 2.2 se muestra la ubicación relativa de las diferentes áreas de proceso .

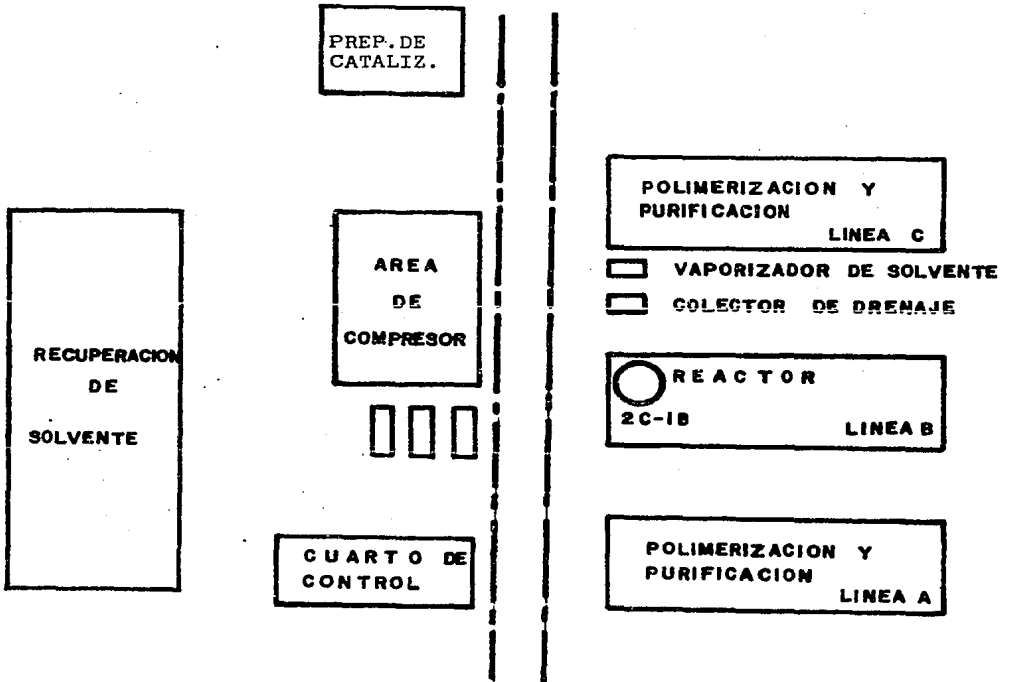


Fig. 2.2.

LOCALIZACION RELATIVA DE LAS AREAS DEL PROCESO DE POLIPROPILENO

El agitador del reactor de la línea B sufrió daño por -- desbalanceo en sus paletas. Para facilitar la reparación y -- limpieza, las conexiones de las boquillas del fondo del reactor fueron quitadas reemplazando los empaques por unos nuevos.

El empaque utilizado en la boquilla del medidor de nivel de presión diferencial era de asbesto con teflón. Aunque este tipo de empaque era el originalmente especificado en los reactores, la planta estaba eliminándolos de este servicio debido a problemas de fugas de vapores que en ellos se habían presentado, por lo cual se probaron distintos tipos de empaques.

Un empaque de acero corrugado entre capas de asbesto -- suave resultó ser bastante firme, desafortunadamente el asbesto suave que lo cubría permitía que el acero lo cortara, existiendo todavía la posibilidad de fuga; otro, de acero -- corrugado con asbesto tejido era satisfactorio para detener fugas en éstas boquillas. Se dieron instrucciones verbales -- para utilizar estos empaques en la zona de vapor del reactor. Sin embargo, no se enfatizó su uso en las boquillas -- inferiores al nivel del líquido del reactor, debido a que -- éstas no presentaban fuga.

Al preparar el reactor, los mecánicos que sustituyeron -- la tapa del medidor de nivel de presión diferencial utilizaron el empaque original, en vez del especificado en la re--

visión.

Al inicio de las pruebas de presión de uno de los reactores de la línea B se presentó una fuga de solvente,, desde el sello del agitador hacía el interior del recipiente , al terminar la prueba, el arranque continuó . A la vez que el segundo reactor de la línea B estaba en completa operación , el primer reactor operaba a temperatura y presión normales . Poco después el empaque del medidor de nivel de presión diferencial localizado en el fondo del primer reactor (2C-1B) se rompió , no presentándose indicación de problema o situación de emergencia en el momento de la falla.

Un operador que estaba aproximadamente a 20 pies de distancia del reactor , al momento de la ruptura escuchó una explosión , seguida por un ruido producido por la fuga de gas. Cubriéndose el área de una nube de vapores de hidrocarburo.

El operador se dirigió inmediatamente al cuarto de control a reportar el accidente , sin embargo , el ruido ocasionado por la ruptura ya había puesto en alerta al personal para entrar en acción.

Después de ordenar un paro, el Supervisor de proceso aban

donó el cuarto de control para inspeccionar la situación, tomándose las siguientes acciones:

- 1.- El sistema de inundación en la línea B fué activado a la indicación de la alarma de incendio, - con el propósito de cubrir el área por aspersión de agua, disminuyendo la posibilidad de ignición de los vapores de hidrocarburos.
- 2.- Todos los flujos del reactor fueron detenidos.
- 3.- Apertura total de la válvula de descarga del - - efluente.
- 4.- Apertura completa del venteo.

Las acciones anteriores tenían por finalidad depresionar el recipiente lo más rápido posible, limitando la fuga de vapores en el área.

- 5.- Máxima circulación de agua de enfriamiento a la chaqueta del reactor, para disminuir la presión - y por tanto la fuga de vapores.
- 6.- Paro de otros equipos de proceso que operaban en el área.
- 7.- La brigada de incendios colocó mangueras y monitores para dispersar la nube de vapores.

- 8.- Se puso en marcha el sistema de emergencia de la planta, evacuando el 75% del contenido del reactor.
- 9.- En vista de que no fué posible cortar el flujo de hidrocarburos de el reactor por el cierre de válvulas, se ordenó un paro total de las áreas de proceso, incluyendo recuperación de solvente, preparación de catalizador, polimerización y purificación.
- 10.- Interrupción de corriente eléctrica en la línea B, y el paro de otras áreas distintas a las de proceso.

La fuga de vapores de hidrocarburos a través del empaque, se desplazó por efecto de los vientos ligeros del noreste hacia la línea A, el cuarto de control y el área de tanques. -- Cuando los vapores de hidrocarburo entraron en ignición, el incendio se propagó inmediatamente de la línea B hacia la línea A, ardiendo ésta última a través de una conexión flexible en la boquilla de salida de un tanque, permitiendo que el contenido se derramara sobre el área incendiada provocando una flama de gran intensidad y escaso humo típica de los incendios de hidrocarburos ligeros.

El sistema de drenaje estaba saturado por el volúmen de agua utilizado al intentar controlar la nube de vapores de hi-

drocarburo, por tanto el solvente había flotado hacia el área del compresor y al extremo oeste de la línea C con la consiguiente propagación del incendio en estas áreas.

Al iniciarse el siniestro, la brigada de incendios y personal de la planta intentaron dispersar la nube de vapores de hidrocarburos utilizando el sistema de inundación de la línea B, 7 monitores y 9 mangueras. consumiendo aproximadamente 5000 gal. de agua.

En las líneas A y B, la brigada colocó su equipo para contener y extinguir el incendio poniéndose en acción el procedimiento de emergencia de la planta. Las primeras brigadas de incendio voluntarias se presentaron en la puerta poco después de la ruptura del empaque, y su acceso a la planta fué tardío debido a las condiciones de inseguridad y peligro, por confusión e interrupción de las comunicaciones después del accidente.

Mientras tanto, el incendio había puesto fuera de operación el sistema de inundación en las líneas A y C, avocándose las brigadas de incendios a enfriar las áreas adyacentes, tales como la de tanques, almacenamiento de gas y equipo de purificación; además, se procedió al combate del fuego periférico en el área del compresor y la línea C. El personal de operación inició el cierre de otras áreas de proceso, para prevenir que mayor cantidad de combustible fuera presa del incendio por daños a las líneas.

Debido a una mala utilización del agua durante el combate del incendio, la presión disminuyó, siendo crítica, en la descarga de los monitores que no alcanzaban las partes superiores de las estructuras, presentándose el riesgo de que éstas cayeran. Sin embargo, ésta situación se resolvió por acción de los bomberos al dar mejor utilización al agua; lográndose tener el incendio bajo control una hora después de haberse iniciado, extinguiéndose por completo aproximadamente 3½ horas después del inicio, consumiendo 62000 lbs. de combustible, así como prácticamente el suministro de agua contra incendio, estimándose un consumo de 8000 Gal/min.

Aproximadamente 210 hombres tomaron parte en la extinción, utilizando 9 mangueras, 8 monitores, 6 lanzas móviles, 3 sistemas de inundación de la planta, 26 bomberos y 25 extintores. Pese al número de personas en el combate y a lo intenso del incendio sólo 3 personas sufrieron heridas leves.

Las principales áreas dañadas fueron:

- 1.- Sección de reacción y purificación de la línea A
- 2.- Sección de reacción de la línea B
- 3.- Interconexión y controles neumáticos de las líneas A, B, y C
- 4.- Alarmas eléctricas de líneas A, B y C
- 5.- Compresores auxiliares de líneas A y B

Se concluyó que la causa principal del incendio fué el empaque defectuoso o mal instalado en una boquilla localizada en el fondo del reactor. Como el empaque utilizado no era del tipo que normalmente se instala en los reactores, se debió detectar la falla al efectuar la prueba de presión durante el arranque del reactor.

La propagación del incendio más allá de límites de bate--ría de la línea A fué propiciada por un drenaje inadecuado del área de proceso, diseñado para manejar el flujo al operar un - sistema de inundación y el manejo por 6 monitores simultáneamente.

Aún con la propagación del incendio, el efecto sobre la - línea A habría sido menor si la unión flexible no hubiera fa--llado.

El retardar el acceso a las brigadas de incendio voluntarias permitió el desplome de estructuras, aunque prácticamente no aumentaron los daños.

De las situaciones presentadas se obtuvieron las recomendaciones que a continuación se indican:

- 1.- Revisión más estricta de materiales de los empaques de la planta y de los procedimientos de instalación.

- 2.- Incrementar la presión de prueba de los reacto--res, deteniendo ésta si se presenta fuga de lí--quido en el recipiente durante la ejecución.
- 3.- Modificar el procedimiento de emergencia, distri--buyendo adecuadamente aparatos portátiles de comu--nicación y estableciendo un método de fácil acce--so a la planta para las brigadas voluntarias.
- 4.- Estandarizar todos los empaques cubiertos con te--flón para que incluyan un centro de acero corruga--do.
- 5.- Instalar paro de emergencia a control remoto en - los agitadores del reactor.
- 6.- Implementación de conexiones distantes para inyec--ción de agua al interior del reactor.
- 7.- Instalación de conexiones flexibles a prueba de - incendio.
- 8.- Colocación de válvulas de bola a prueba de incen--dio en la boquilla del fondo del reactor.
- 9.- Incremento en la capacidad del sistema de drenaje en el área de proceso.
- 10.-Duplicar la capacidad del tanque de agua contra incendio.

Estas recomendaciones acompañadas de un entrenamiento continuo del personal deberán evitar que situaciones similares se presenten nuevamente en la planta.

- Incendio presentado en la planta de colorantes de -
Compañía Química Cindet.

Los colorantes y compuestos químicos que se utilizan en el acabado a las telas en la industria textil se producen a través de operaciones de mezclado, destilación y sulfonación

Una de las cuales produce dioctilmaleato por reacción de -
anhídrido maleico y 2-ethylhexanol en presencia de ácido sulfúrico como catalizador. El proceso, tal como se muestra en la fig. 2.3 , consta de un sistema que incluye: un reactor del tipo agitado enchaquetado de 1500 galones de capacidad, un cambiador de calor de 265 pies² de área que utiliza agua como medio de enfriamiento, y, un pequeño tanque acumulador construido de acero inoxidable provisto de un drene.

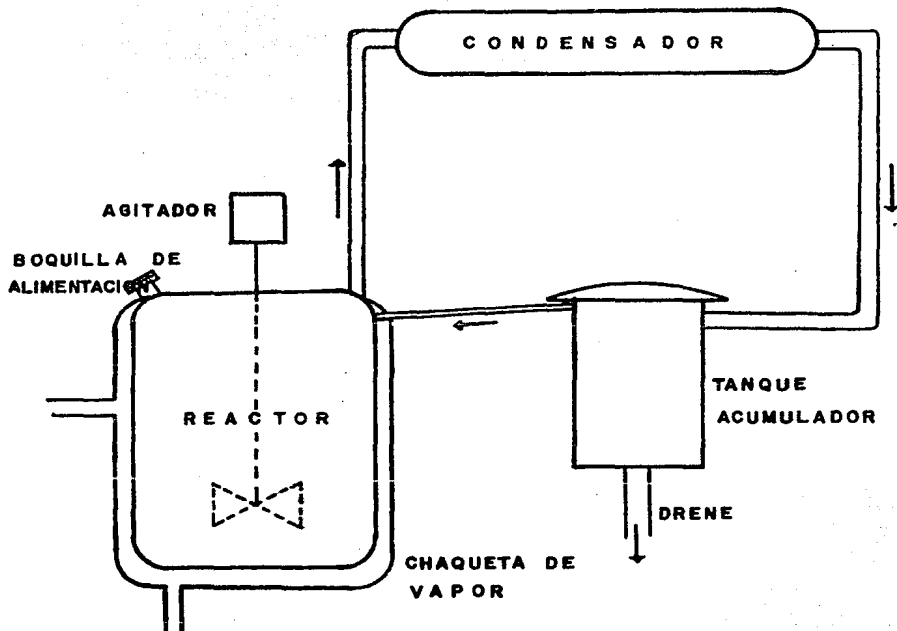


FIG. 2.3

EQUIPO UTILIZADO EN LA PLANTA DE COLORANTES

Para cargar el reactor los cilindros que contienen los reactivos químicos son levantados y transportados por medios eléctricos hasta el registro localizado en la tapa superior, y, agregados al interior del reactor. La reacción se acelera y controla por variación del calor proporcionado por el vapor contenido en la chaqueta del reactor, el cual es generado en la caldera.

La temperatura en el reactor es controlada por medio de - válvulas accionadas manualmente por los operadores que regulan el flujo de vapor suministrado al reactor, contándo para ello - de un indicador de temperatura local.

Los productos de destilación en el reactor (vapor y 2-ethyl hexanol no reaccionado) son conducidos a través de una tubería de 3/4" de diámetro hacia el cambiador de calor donde se condensan. El condensado es enviado a un tanque acumulador, provisto de una válvula en el fondo para drenar el agua y de una línea - que recircula 2-ethylhexanol hacia el reactor.

El nivel en el tanque acumulador es indicado por medio de un vidrio de nivel, de tal forma que cuando éste rebasa el nivel normal, el operador abre una válvula manualmente permitiendo al condensado fluir hacia el reactor.

La temperatura en el reactor debe ser cuidadosamente controlada, para evitar que la reacción produzca un exceso de vapor

res hacia el condensador con el consecuente aumento del gasto - de condensado que pueda llenar rápidamente el acumulador y permita el derrame de 2-etilhexanol.

La planta, construída de concreto y vigas de madera originalmente de un nivel, incluía laboratorios, oficinas, cuarto de - mezclado, etc. así como una zona de almacenamiento de cilindros al extremo noreste. Sin embargo, se agregó a la planta una - - sección, localizada al extremo opuesto a la zona de almacena- - miento, que incluye en la planta baja el cuarto de mantenimien- to y el de calderas; además de un área de 40 pies² almacenando cilindros, situada al extremo del cuarto de reacción, éste últi- mo localizado en un segundo nivel.

En la Fig. 2.4 se muestra la ubicación relativa de las - áreas de la planta:

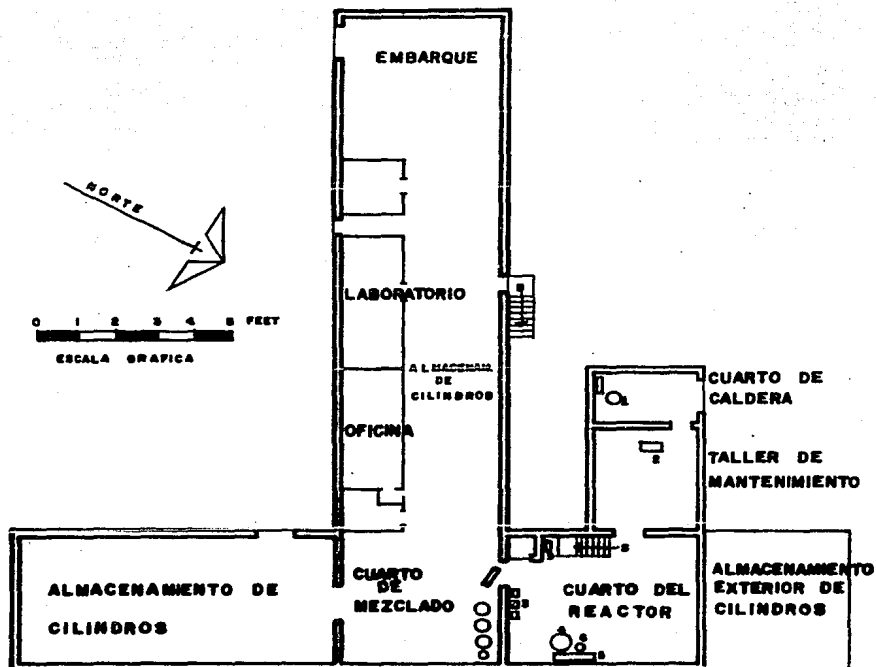


FIGURA 2.4 PLANO PLANTA

1. GENERADOR DE VAPOR.
2. EQUIPO DE SOLDADURA DE ARCO.
3. CONTROLES ELECTRICOS.
4. REACTOR DE 1500 GAL.
5. CONDENSADOR.
6. TANQUE ACUMULADOR.

El equipo eléctrico en el área de proceso consta de: Motores de los agitadores y del ventilador extractor colocado en el techo, un elevador eléctrico, alumbrado general, transformadores, etc.

Los motores de los agitadores y del ventilador son a prueba de explosión; sin embargo, los cables de distribución a los motores, el cableado en general, lámparas de alumbrado, así como equipo en la planta no son del tipo a prueba de explosión (lo cual, es inapropiado para la clase 1 división 1, especificada en la clasificación de áreas de la planta), anulando con esto el valor de los 3 motores a prueba de explosión.

Cabe mencionar que se realizó una inspección a la planta cuando ésta no procesaba materiales peligrosos. Sin embargo, los reglamentos locales y estatales establecen que toda nueva construcción involucrando cambios o adiciones en servicios eléctricos deberán ser inspeccionadas para que la compañía prestadora del servicio suministre la electricidad, una vez que la instalación ha sido aprobada.

Sin embargo el personal de la planta no solicitó la inspección de la instalación de las nuevas áreas obteniéndose el suministro eléctrico al conectarse a las líneas ya existentes en la planta; estas conexiones fueron realizadas por un contratista que posteriormente negó haber efectuado el trabajo.

La planta contaba aproximadamente con 850 cilindros que almacenaban distintas clases de productos químicos, incluyendo líquidos inflamables como por ejemplo: benceno, ácido oleico, ade-

más de cilindros de ácido sulfúrico y otros reactivos químicos tales como anhídrido maleico y cloruro de benzoilo.

Al preparar el reactor el turno nocturno había cargado el reactor con 2140 lbs. de 2-etilhexanol, además de 6290 lbs. de anhídrido maleico y 44 lbs. de ácido sulfúrico agregados por el turno matutino, así como el suministro de vapor a la chaqueta del reactor, iniciando el proceso.

Poco después se presentó un sobrecalentamiento en el reactor, ocasionando que el tanque acumulador se llenará rápidamente sobrecargando la línea de recirculación por lo que el líquido, principalmente 2-etilhexanol fué empujado hacia la tapa del acumulador derramándose. Segundos después se presentó una nube de vapores, en el cuarto de reacción, que entró en ignición provocando una explosión que dañó la pared entre los cuartos de mezclado y reacción; un soldador estuvo trabajando en el cuarto de mantenimiento una hora antes de producirse el derrame.

De las personas que se encontraban en la planta al momento del accidente, tres operadores sufrieron heridas severas, mientras que tres oficinistas sólo recibieron heridas leves, así mismo, no se reportaron daños personales durante el combate del incendio, para tenerlo bajo control.

Al momento de la explosión un operador de una planta cercana habló por teléfono al departamento de incendio. La primera-

brigada de incendio observó flamas y humo que provenían de todas las secciones de la planta. La explosión inicial rompió los cilindros que contenían líquidos inflamables causando incendio en el edificio. Las explosiones sucesivas de los cilindros provocaron una mayor magnitud del incendio propagándose a todas las áreas de la planta, las cuales no se lograron salvar.

El control del incendio fué enfocado a la protección de -- las construcciones adyacentes a la planta, evitando la propagación de las flamas hacia éstas áreas.

La planta y su contenido se perdió totalmente, con excepción de unos cuantos cilindros de almacenamiento.

Debido a que los interruptores y equipo eléctrico no eran a prueba de explosión fué posible que una chispa causara la ignición del incendio.

De las situaciones presentadas se obtuvieron las recomendaciones que a continuación se indican:

- 1.- Utilizar los materiales y equipos eléctricos especificados por la clasificación de áreas.
- 2.- Implementar alarmas por alto nivel y temperatura en tanque acumulador y reactor respectivamente cuya función sea cortar el suministro de vapor al -

reactor en forma automática cuando estas condiciones anormales se presenten.

- 3.- En toda adición y/o modificación a plantas existentes es necesario revisar las medidas de seguridad.
- 4.- Relocalizar las áreas destinadas al almacenamiento de productos inflamables, separándolas adecuadamente de las fuentes de ignición.
- 5.- Proteger el reactor con un sistema de aspersión de agua.

Los lineamientos generales de protección contra incendio, en plantas de procesamiento de hidrocarburos establecidos en normas internacionales y Nacionales de organizaciones como N.F.P.A., FACTORY MUTUAL, PEMEX, I.M.P., A.M.I.S., etcétera, son producto de dos aspectos importantes, como lo son la experiencia e investigación relacionada con los incendios.

El primero de los aspectos es asociado con las recomendaciones obtenidas de las diferentes situaciones presentadas en los incendios, mismas que diversifican respecto a riesgo, tipo de proceso, filosofía operacional, sustancias manejadas, elementos preventivos y protectivos, ubicación relativa de los equipos participantes en el proceso, causas de ignición, disponibilidad de recursos humanos y materiales, forma de combate así como una serie de elementos inherentes al incendio; el otro aspec

to implica una constante investigación de la tecnología de incendios, en la cuál se contemplan ensayos para determinar puntos de ignición, rangos de inflamabilidad, características de combustión y propagación de las flamas de ciertas sustancias, desarrollo y mejoras en equipos y agentes utilizados en la extinción, etc.

El considerar estos lineamientos reduce el riesgo de incendio en el proceso, así como el control de áquellos como los descritos en las páginas anteriores que en un momento dado por su espontaneidad estuvieron completamente fuera de control.

1.- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DEL FUEGO

1.1) Definición de términos

FUEGO: Oxidación de los materiales combustibles con desprendimiento de luz y calor.

FUEGO BAJO CONTROL: Es áquel que en un lugar confinado de un horno o caldera proporciona la carga térmica requerida por un fluido. Este es fácilmente extinguido a través de válvulas de corte, instaladas en el suministro de combustible. Se caracteriza porque proporciona comodidad y servicio, sin embargo, la definición puede incluir aquellos incendios que de alguna manera no presentan riesgos de ninguna naturaleza al estar dominados, y, por tanto, no existe la posibilidad de propagación ni mayores daños que los ya ocasionados y que de una manera fácil serán extinguidos por completo.

FUEGO FUERA DE CONTROL: Es áquel que destruye y que no podemos extinguirlo con facilidad, consumiendo bienes materiales en horas ó pocos minutos.

TEMPERATURA DE IGNICION: Es la temperatura a la que empieza a desprender vapores un combustible.

TEMPERATURA DE AUTO IGNICION: Aquella temperatura a la - cual una mezcla de vapores combustibles y aire arden sin necesidad de una fuente de ignicion.

PUNTO DE IGNICION: Es la temperatura a la cual se produce suficiente vapor combustible para continuar la combustión una vez iniciada ésta. (En algunos combustibles es solamente 5°F superior a la temperatura de ignición)

FLAMA: Luminosidad y producto destructivo de la combustión que acompaña al fuego en un atmósfera rica en oxígeno.

GASES: Producto resultante de la combustión pudiendo ser tóxicos o no, siendo los más comunes: monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, etc.

HIDRANTE: Dispositivo para salida de agua, integrado a la red de agua para servicio contra incendio, con una ó más tomas para conectar mangueras.

MONITOR: Dispositivo con una boquilla de preferencia regulable, para dirigir un chorro de agua compacto o en forma de niebla, con mecanismos que le permitan girar 120° en el plano vertical y 360° en el horizontal la posición de la boquilla y a la vez mantenerla estable en la dirección deseada. (Ver Fig.2.5)

RED DE DISTRIBUCION DE AGUA CONTRA INCENDIO: Es el conjunto de líneas de tubería que conducen el agua contra incendio a los puntos necesarios y a los cuales se conectan los hidrantes y los monitores.

AGENTE EXTINTOR: Producto que por sus cualidades especiales se utiliza para la extinción de incendios (agua, espumas, CO₂, polvos químicos, etc.).

ALARMA: Señal óptica ó acústica que llama la atención para indicar la aparición de situaciones de emergencia.

ESPUMA: Dispersión de un gas en un líquido, formando burbujas gaseosas separadas entre sí por películas líquidas. Su eficacia como agente extintor radica en inmovilizar un gran volumen de gas y en adherirse a las partículas sólidas.

IGNICION: Estado de los cuerpos cuando arden o enrojecen por el calor.

MANGUERAS: Tubería flexible que, en conexión con otras, --

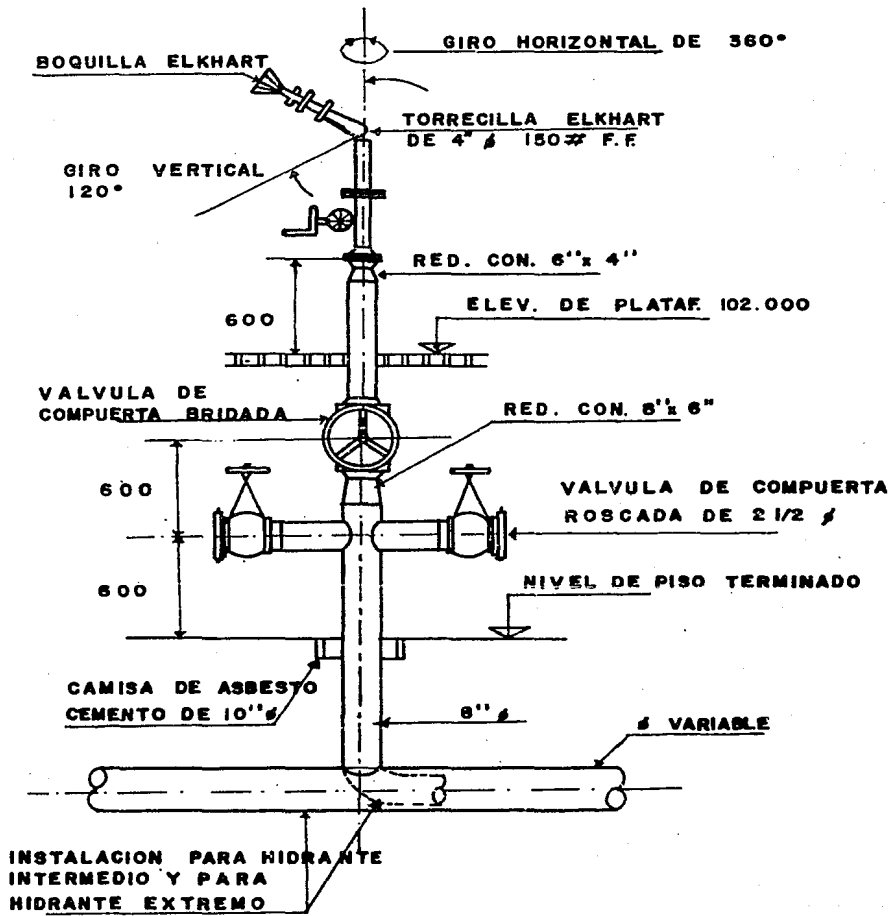


FIG. 2.5 DETALLE DE HIDRANTE

forma tendidos provisionales desde un hidrante para la conducción de agua hasta el lugar de incendio.

PROCESO: Serie de cambios físicos, químicos y enérgicos-involucrados en la transformación de materia prima a producto terminado.

DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO: Representaciones esquemáticas de procesos donde se muestra el equipo en el cual se lleva a cabo con sus controles básicos, condiciones de operación de equipos y líneas, balances de materia y energía. Como información adicional se incluyen características de los equipos.

DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTOS: Representaciones esquemáticas de procesos donde se muestran tuberías, válvulas, conexiones, elementos de protección e instrumentos requeridos en la operación de una planta. Como información adicional estos diagramas contienen las dimensiones de tubería, válvulas y conexiones, así como las características de los equipos de proceso, niveles de líquido en recipientes y torres, así como altura de estos equipos respecto a nivel de piso terminado.

ASPERSOR: Boquilla rociadora integrada a la red de agua contra incendio. El rocío producido por estas boquillas tiene una mayor superficie de contacto por unidad de volumen que si se aplicará chorro directo; siendo así más eficiente en el enfriamiento.

LIMITE BAJO DE INFLAMABILIDAD: Nos determina la proporción de vapores combustibles en aire a partir de la cual la mezcla arderá.

LIMITE ALTO DE INFLAMABILIDAD: Nos determina la proporción de vapores combustibles en aire a partir de la cual la mezcla no arderá por ser demasiado rica.

2.- TEORIA Y NATURALEZA DEL FUEGO

La combustión es una reacción química en la cual se combinan continuamente combustible (AGENTE REDUCTOR) y oxígeno en forma libre ó combinada (AGENTE OXIDANTE); teniéndolo como particularidad que dichas reacciones son exotérmicas, formando dióxido de carbono, Monóxido de carbono, óxidos y vapor de agua.

Ciertos materiales como el magnesio, aluminio, y calcio -- pueden, bajo ciertas condiciones arder en atmósferas puras de nitrógeno; así mismo, compuestos que expuestos a temperaturas elevadas desprenden luz y calor tales como: hidrazina, diborano, nitrometano, peróxido de hidrógeno, ozono, etc.

El proceso de combustión tiene lugar de dos modos distintos: con flama, y, superficial sin flama. Los requisitos para la existencia de una combustión continua están ilustradas en la Fig. 2.6 . Tal como se observa la combustión con flama se asocia con velocidades relativamente altas de combustión, ex-

presadas en forma de energía calórica, que simultáneamente -
con los calores específicos de los productos de la combustión -
determina la temperatura de la flama

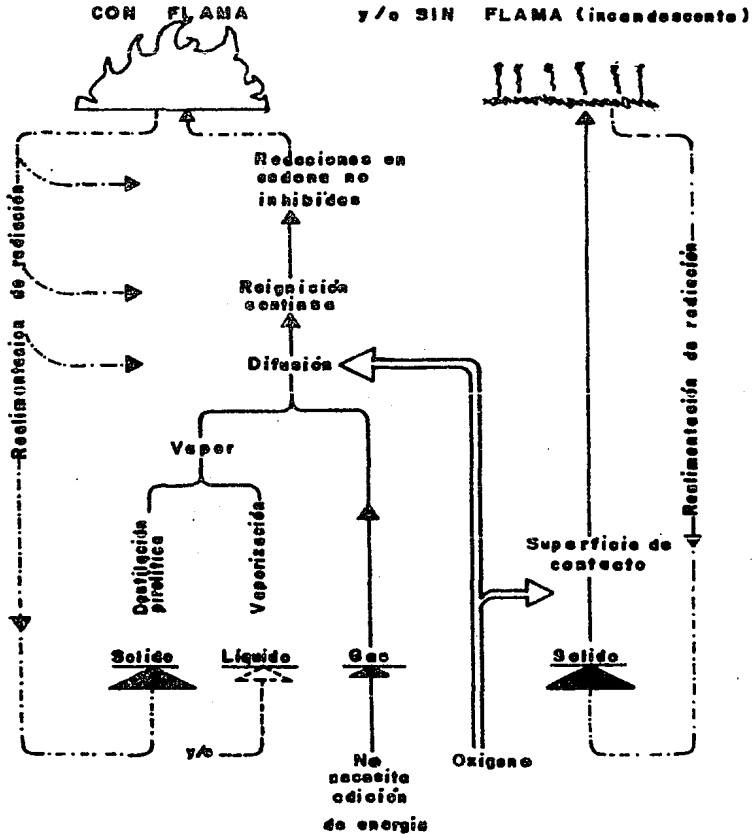


FIG.2.8. MODALIDADES BASICAS DE COMBUSTION.

En la tabla 2.1 se indican colores de flama y temperatura de la misma:

TEMPERATURA Y COLORES DE FLAMA EN LOS INCENDIOS	
<u>C O L O R</u>	<u>TEMPERATURA (°C)</u>
ROJO VISIBLE A LA LUZ DEL DIA	515
ROJO PALIDO	1000
ROJO NARANJA	1100
AMARILLO NARANJA	1200
AMARILLO BLANCO	1300
BLANCO BRILLANTE	1400

TABLA 2.1

Un análisis somero demuestra que aproximadamente las 2/3 partes del calor liberado pasan al ambiente circundante en forma de calor sensible del cuerpo emisor, y, 1/3 parte en forma de flujo calorífico de radiación. En condiciones de equilibrio la energía térmica generada, y, la pérdida en el ambiente (ambas en función del tiempo) deben igualarse. Si la primera supera a la segunda, el fuego aumenta; inversamente, si la segunda supera a la primera, el fuego disminuye. Este proceso depende mucho de la temperatura. Un método de control del fuego consiste precisamente en alterar este equilibrio térmico por medio de chorros de agua. La propia complejidad de la combustión con flama es lo que permite éstas posibilidades diversas de control que pueden emplearse individual ó conjuntamente. Esta situación contrasta con la de la combustión sin flama, que sólo permite tres posibilidades, también aplicables separadas o conjuntamente.

Aunque el proceso de combustión es muy complejo y objeto - de gran número de investigaciones, se posee información suficiente para representarlo como se ilustra en la fig. 2.7

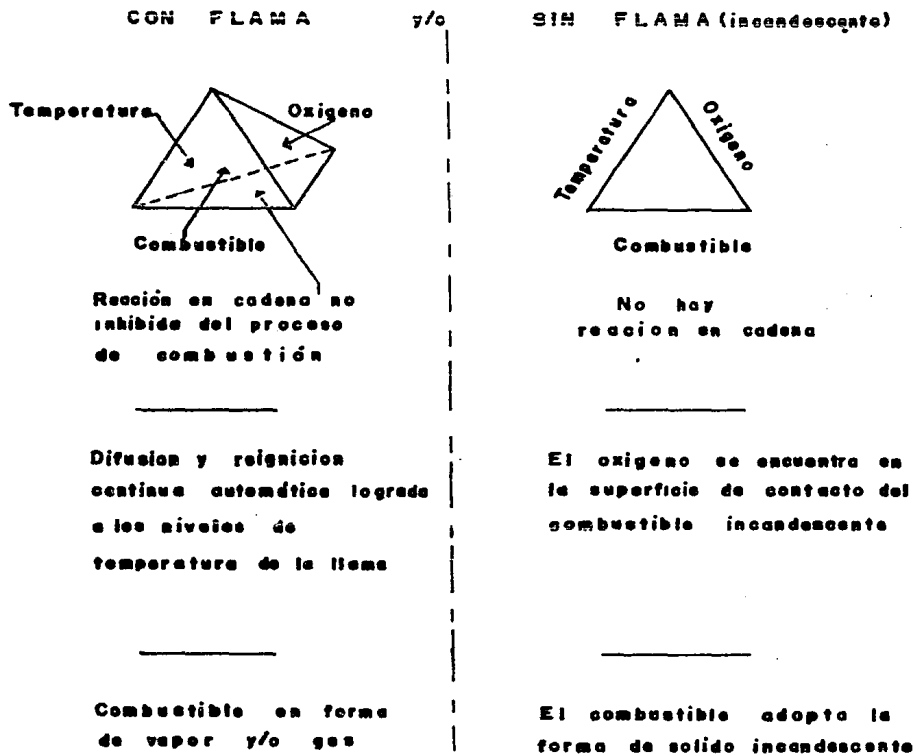


FIG. 2.7. REQUISITOS DE LAS DOS MODALIDADES BASICAS DE COMBUSTION .

La combustión con flama puede concebirse como un tetraédro, en el que cada uno de los cuatro lados es contiguo a los otros tres y cada uno representa uno de los cuatro requisitos básicos combustible, temperatura, oxígeno y reacción de combustión en cadena no inhibida. Como se nota en el lado derecho de la figura, la combustión sin flama puede simbolizarse con el tradicional triángulo del fuego, en el que cada uno de los lados representa uno de los tres requisitos básicos: combustible, temperatura y oxígeno.

Estas dos modalidades no se excluyen, pueden tener lugar separada o conjuntamente.

Los líquidos y gases inflamables arden siempre con flama.

La característica común a todos estos combustibles es que se vaporizan y mezclan con oxígeno inmediatamente antes de la combustión. Ejemplos donde se presentan ambas modalidades de combustión los tenemos en: carbohidratos, carbonatos sólidos, carbón, celulosa, madera, trapo, bagazo y materiales vegetales.

Es importante señalar que en realidad para que exista fuego es necesario reunir los tres factores siguientes:

1.- VAPORES COMBUSTIBLES: El combustible para poder arder deberá encontrarse en forma de vapores.

2.- OXIGENO: Debe existir cierta proporción de oxígeno libre (ó en forma combinada) ó de otro material comburente que se

mezcle con los vapores del combustible y forme una mezcla que - potencialmente arda.

3.- ENERGIA: Tener una fuente de ignición que sea capaz de alcanzar una temperatura dada, la que presente la ignición al - entrar en contacto con la mezcla.

3.- FORMAS DE PROPAGACION DEL FUEGO.

Al haber una combustión, el calor es transmitido en to-- das direcciones. En algunos incendios se ha visto que el equi- po ó edificio que está ardiendo desprende suficiente calor que- puede causar la ignición a otros que se encuentran alejados. - La energía viaja a través del espacio en movimiento ondulatorio. Esta forma de transmisión de calor es denominada RADIACION. La energía radiada es más peligrosa, ya que una superficie cerca - del fuego absorbe toda la radiación incidente sobre ella. La - capacidad de absorber este calor radiante es función del enla-- ce de la superficie del cuerpo frío y del área de la superficie radiante.

La CONVECCION es otra forma de propagación. El fuego gene- ra su propia corriente de aire sobrecalentado, entre los muros, espacios, etc., provocando que se incendien los materiales com- bustibles adyacentes.

El fuego también se propaga por CONDUCCION. Naturalmente- unas sustancias son mejores conductoras que otras. Las tube- -

rias y estructuras metálicas pueden conducir calor suficiente - para hacer arder material combustible con el que estén en contacto en otros lugares del edificio, aún los muros de concreto han conducido calor suficiente para propagar el fuego. La cantidad de calor transferido por conducción (entre dos cuerpos) - en un corto tiempo es función, de la diferencia de temperaturas y de la conductividad de los materiales involucrados.

4.- FUENTES DE IGNICION

Es muy importante conocer las fuentes de ignición que provoquen incendio con la finalidad de eliminar o tener presente - las causas potenciales que pudieran proporcionar la energía calorífica necesaria para la ignición de alguna sustancia.

Podemos considerar las causas de ignición como generadoras de energía calorífica, mismas que se agrupan en las energías - que a continuación se describen:

- a) ENERGIA TERMICA QUIMICA: En éste tipo se consideran las causas de ignición por efectos químicos, - tales como: Reacciones de Oxidación (los cuales -- normalmente producen calor), combustión espontánea de sustancias inestables que al ponerlas en contacto reaccionan entre sí generando luz y calor (ó - bien reaccionando espontáneamente con el oxígeno - del aire), calor liberado por descomposición de - compuestos, así como, el calor que se libera cuando una sustancia se disuelve en un líquido.

b.- ENERGIA TERMICA ELECTRICA: Los circuitos eléctricos están siempre expuestos a producir chispas ó arcos, en interruptores y apagadores, o corto circuitos con energía suficiente para prender los vapores combustibles. También los focos al romperse, al contacto de vapores combustibles con el filamento incandescente. De ahí la importancia de la clasificación de áreas peligrosas en la selección de equipo eléctrico. Con el objeto de evitar que tanto el equipo como las instalaciones eléctricas constituyan posibles fuentes de ignición de las mezclas inflamables, las partes que produzcan chispas, arcos ó altas temperaturas, no deberán tener contacto con dichas mezclas, instalando, en lo posible, el equipo eléctrico fuera de donde existan ó puedan existir éstas mezclas.

En los casos en que sea indispensable que el equipo eléctrico se localice dentro de áreas con atmósfera inflamable, y/o explosiva, deberá estar de acuerdo a los códigos aplicables para la selección de equipo e instalaciones eléctricas.

Las áreas peligrosas serán los lugares de las instalaciones de refinación y petroquímica en que se considera que están o pueden estar presentes gases, y/o vapores inflamables, en cantidad suficiente para producir una mezcla explosiva o inflamable.

Esta clasificación de áreas se lleva a cabo bajo los si-

güientes criterios:

AREAS CLASE 1

Son aquellas en las que están o pueden estar presentes gases o vapores inflamables en cantidad suficiente para formar -- con el aire, mezclas explosivas, pudiéndose presentar en los siguientes lugares:

- a) Lugares en los que durante condiciones normales de operación, se vierten líquidos inflamables o gases licuados a la atmósfera.
- b) Donde existan recipientes abiertos que contengan - líquidos inflamables.
- c) Donde existan recipientes y tuberías que manejen - líquidos inflamables ó gases licuados a presión, - y, que estén provistos de válvulas, medidores, bombas, compresores u otros equipos ó accesorios a - través de los cuales puedan existir fugas.

DIVISION 1a.- Lugares en los que bajo condiciones normales de operación, constantemente existen concentraciones peligrosas de gases o vapores explosivos.

DIVISION 1b.- Lugares en los que bajo condiciones normales de operación y debido a reparaciones, fugas, mantenimiento y fallas en el equipo de proceso, con frecuencia existan concentraciones de gases y vapores explosivos.

DIVISION 2

Lugares que, en condiciones anormales de operación se encuentran rodeados por atmósferas explosivas, ó, que en condiciones normales de operación, con poca frecuencia están rodeados por dichas atmósferas; pueden ser los siguientes lugares:

- a) Lugares donde se manejen, traten ó empleen líquidos volátiles, pero que están confinados en recipientes o sistemas cerrados, de los cuales pueden escapar sólo en caso de ruptura ó explosión de los mismos, o en caso de funcionamiento anormal de los mismos.
- b) Lugares en los que se evitan las concentraciones de gases o vapores por medio de ventilación tipo extracción, pero que pudieran hacerse peligrosas por falla del sistema.
- c) Lugares adyacentes a áreas divisiones 1a y 1b.

Otra causa de ignición dentro de este tipo de energía lo es la electricidad estática, ya que al fluir gases y líquidos por las tuberías y equipos de la planta generan electricidad que se va acumulando hasta llegar a cantidades tales que producen chispas, es por ello sumamente importante que estos equipos y tuberías sean conectados a un sistema general de tierras, con la finalidad de disipar la corriente acumulada.

- C) **ENERGIA TERMICA MECANICA:** En esta agrupamos a la fricción, como la resistencia al movimiento de piezas metálicas, que puede producir chispas que proporcionen la energía necesaria para iniciar la combustión, así mismo, el calor disipado por un fluido al ser comprimido.

- D) **ENERGIA TERMICA NUCLEAR:** Como causa de ignición tenemos la energía liberada del núcleo de un átomo por efecto del bombardeo de partículas energizadas.

- E) **FLAMA ABIERTA:** Causa localizada en los equipos donde utilizamos directamente fuego.

- F) **OTRAS FUENTES DE IGNICION:** Estas son generalmente naturales (como el rayo y el sol), y, aunque no se pueden evitar siempre hay que tenerlos presentes. Es por esto la existencia de sistemas de apartarayos en la planta, localizados en los equipos de mayor altura de la misma.

5.- PRINCIPIO DE EXTINCION DE INCENDIOS.

Todas las medidas de prevención o combate de fuego consisten básicamente en evitar la formación ó destrucción del ya citado triángulo del fuego.

Se ha dicho que son tres los elementos necesarios para tener fuego: combustible- vapor, calor-energía y oxígeno-aire. Para extinguir un incendio hay que eliminar cualquiera de éstos - elementos por: ENFRIAMIENTO/SOFOCACION/SEPARACION/INHIBICION.

A) ENFRIAMIENTO:

Este método es el más usual en caso de incendios - de combustibles comunes. El medio más eficaz de - extinción es eliminar el calor del combustible, -- con lo que se reduce y finalmente se detiene la liberación de vapores y gases combustibles hasta que el fuego se extingue. Sin embargo, es importante- señalar que para lograr la extinción basta absor-- ber una pequeña parte del calor del incendio, y, - con ello reducir los vapores del combustible a no- tener una mezcla o rango de combustión en la zona- de fuego, cuando se usa el agua apropiadamente, de manera que llegue a la superficie del material in- cendiado, el fuego se extingue con menos del agua- teórica requerida para absorber el calor. Prácti- camente sería imposible extinguir un fuego extenso si su extinción dependiera de la absorción total - del calor.

La eficacia de un agente extintor como medio de en friamiento depende de su calor específico y laten- te, así como de su punto de ebullición. La supe-- rioridad de las propiedades extintoras del agua -

puede atribuirse a los valores relativamente altos en sus calorés específico y latente, así como a su disponibilidad; además, absorbe los rayos infrarajos radiados por el fuego, y produce su efecto -- apartando el calor de las superficies sólidas que están ardiendo mediante una secuencia de acciones de CONDUCCION-EVAPORACION-CONVECCION.

Este efecto puede resumirse del siguiente modo:

- 1.- El agua, al evaporarse, se expande a una razón aproximada de 2500:1, reduciendo -- grandemente el contenido de oxígeno en es pacios cerrados.
- 2.- Un litro de agua por minuto puede absor-- ber 650 Kcal-minuto si se aplica a 15°C, y llega totalmente evaporada y sobrecalenta da a 250°C.

B) EXTINCION POR DILUCION DE OXIGENO (SOFOCAMIENTO).

Como se ha dicho antes, el oxígeno puede estar pre sente en forma de gas libre en la atmósfera, ó com binado, en forma de productos como: hipocloritos, - cloratos, nitratos, óxidos, etc.

Esta sofocación consiste en evitar el contacto entre el oxígeno y los vapores combustibles, lográndose esta dilución por: la formación de vapor, generada al aplicar agua al fuego, creando atmósfe-- ras

inertes es decir, exentas de oxígeno, por medio de agentes extintores como el bióxido de carbono, los polvos químicos, así como el empleo de "espumas".

El grado necesario de dilución de oxígeno para este objeto varía según el material ó combinación de materiales combustibles que estén ardiendo. Así, por ejemplo, la madera continúa ardiendo en forma incandescente a concentraciones de oxígeno no mayores de 4-5%, el acetileno necesita una concentración a 4%, y los gases y vapores de hidrocarburos no arden con niveles de oxígeno menores del 15%.

Un ejemplo típico del empleo eficaz de este principio de extinción es la inundación total de espacios semicerrados o cerrados con bióxido de carbono.

C) ELIMINACION DE COMBUSTIBLE:

Esta puede lograrse directamente, apartando del fuego el material combustible, ó indirectamente, separando por algún procedimiento los vapores del combustible. A continuación se mencionarán algunos ejemplos básicos:

- 1.- En muchos casos se ha logrado extinguir incendios en recipientes de líquidos inflamables por el simple sistema de extraer éstos por medio de bombas, transportándolos a otros recipientes.

2.- Si, en ese caso, el líquido inflamable - tuviera un punto de inflamación más alto- que la temperatura ambiente a que está al macenado, y no fuera posible transferirlo, puede acudirse a la agitación adecuada - del líquido. De tal modo que la parte -- que está en el fondo, y que, está a menor temperatura, se eleve a la superficie y - desplace hacia el fondo a la capa supe- - rior que está caliente, con lo cual se e- limina la alimentación de vapores a las - flamas.

3.- En el caso de incendios de gases debidos- a rotura de las conducciones, bridas, em- paques, etc. se asegura la extinción al - cerrar las válvulas que cortan el suminis tro del combustible.

D) INHIBICION: La extinción por medio de la inhibi-- ción química de la flama consiste en interrumpir - la reacción en cadena de las especies químicas ac- tivas denominadas portadoras de cadena, por efecto de sustancias extintoras a base de hidrocarburos - halogenados. Aún cuando este método se conoce par- cialmente, lo más sobresaliente de él es la rápi-- dez y alta eficacia con que llega a extinguir las- flamas. En la actualidad es objeto de importantes trabajos de investigación, principalmente en el de

sarrollo de nuevos agentes extintores utilizados -
en fuegos forestales.

6.-PRODUCTOS DE COMBUSTION Y SUS EFECTOS SOBRE LAS PERSONAS

Los productos de la combustión pueden dividirse en cuatro-categorías: GASES DE COMBUSTION, FLAMAS, CALOR Y HUMO. Tienen-múltiples efectos fisiológicos sobre los seres humanos, siendo-los más importantes las quemaduras y los efectos tóxicos que re-sultan de la inhalación del aire caliente y de los gases.

El tipo de gases que se forman en un incendio depende de -muchos factores, tales como la composición química del material en combustión, la cantidad de oxígeno y la temperatura; siendo-los más comunes, anhídrido carbónico, monóxido de carbono, an--hídrido sulfuroso, sulfuro de hidrógeno, amoníaco, cianuro de -hidrógeno, etc.

Entre los factores que determinan su toxicidad sobre el -ser humano se encuentran la concentración de los gases en el aire, el tiempo de exposición a los mismos, así como el estado fisico de la persona. Básicamente sus efectos son irritación, mareos, desarreglos intestinales, inflamación de pulmones, as--fixia y en el peor de los casos la muerte.

La combustión en una atmósfera con una concentración nor--mal de oxígeno suele ir acompañada de flama.

De los productos de la combustión, el calor es el principal responsable de la propagación del fuego. Los riesgos fisiológicos por exposición al calor comprenden desde lesiones leves hasta la muerte. La exposición al aire caliente puede causar directamente deshidratación, agotamiento por el calor, bloqueo de las vías respiratorias y quemaduras. La exposición a temperaturas elevadas durante períodos de tiempo prolongados puede producir la muerte sin que aparezcan signos visibles de quemaduras.

Otro producto de la combustión que generalmente acompaña al fuego es el humo, sus efectos básicamente son irritantes, así como pérdida visual del área donde se hallan las personas.

7.- CLASIFICACION DE LOS DIVERSOS TIPOS DE FUEGO.

Para facilitar el uso apropiado de los agentes extintores los fuegos se clasifican según el tipo de combustible que está ardiendo, ya que es éste quien determina el método de extinción.

Estos fuegos se han clasificado de acuerdo al N.F.P.A. en cuatro tipos:

FUEGOS CLASE "A".- Es áquel que se produce en materiales combustibles sólidos ordinarios, tales como madera, papel, textiles, materiales sólidos. Este fuego se caracteriza porque

agrieta el material, origina brasa de cenizas.

Para su extinción se requiere de absorción de calor (ENFRIAMIENTO), y aprovechando la cualidad de -- agrietarse, deben emplearse agentes de extinción a base de agua.

FUEGO CLASE "B".- Se produce en líquidos o gases com bustibles en general, tales como - gasolina, aceites, pinturas y sustancias de bajo punto de fusión co mo las grasas y materiales similares. La característica principal de éste tipo de incendio es que se producen en la superficie del com bustible, por tanto, para su extin ción se debe eliminar el oxígeno - que se encuentre en contacto con - la superficie que se esté quemando por medio de agentes extintores - " SOFOCANTES", así como aquellos - que inhiben la reacción en cadena- de combustión.

FUEGO CLASE "C".- Aquel que se produce en equipo -- eléctrico bajo tensión; aún cuando se produce en materiales sólidos,-

ha merecido una clasificación especial por el peligro que implica la corriente eléctrica. Este tipo de fuego para su extinción exige el uso de agentes no conductores de electricidad.

FUEGO CLASE "D".- Son aquellos provocados por metales combustibles, tales como Magnesio, Titanio, Zirconio, Sodio, Potasio etc.; requiriendo para su extinción agentes que absorban calor y que no reaccionen con dichos metales.

En las instalaciones de proceso se presentan principalmente los fuegos del tipo "B", debido a la naturaleza de los materiales manipulados en ellas. Sin embargo por la gran variedad de equipos en estos centros se puede presentar cualesquiera de los tipos de fuego.

En la tabla 2.2 se indican los diferentes agentes extintores empleados para los distintos tipos de fuego.

CLASE DE FUEGO	ELECTRICAMENTE CONDUCTOR		NO CONDUCTORES		NO CONDUCTOR PERO TOXICO	
	EXTINCIÓN POR ENFRIAMIENTO		EXTINCIÓN POR SOFOCAMIENTO		EXTINCIÓN POR SOFOCAMIENTO	
	AGUA, CO ₂ , SODA ACIDA	ESPUMAS QUIMICAS Y MECANICAS	CO ₂	POLVO QUIMICO	CCl ₄	BROMURO DE METILO
CLASE A.- MADERA, PAPEL Y TEXTILES.	RECOMENDABLE	RECOMENDABLE	NO RECOMENDABLE	ADAPTABLE	NO ES ADAPTABLE USADO EN ESPACIOS CONFINADOS ES PELIGROSO.	NO ES ADAPTABLE. USADO EN ESPACIOS CONFINADOS ES PELIGROSO.
CLASE B.- LIQUIDOS CON TEMPERATURA DE IGNICION INFERIOR A 77 °C, E INSOLUBLES EN AGUA (CASOLINA, BENCENO, ETC).	NO RECOMENDABLE	RECOMENDABLE	RECOMENDABLE	RECOMENDABLE	EFFECTIVO SOLO EN FUEGOS PEQUEÑOS	EFFECTIVO
CLASE B.- LIQUIDOS CON TEMPERATURA DE IGNICION INFERIOR A 77 °C, Y SOLUBLES EN AGUA (ACETONA, ETANOL, ETC).	NO RECOMENDABLE (NOTA 1)	NO RECOMENDABLE (NOTA 2)	RECOMENDABLE	RECOMENDABLE	NO ES ADAPTABLE	EFFECTIVO
CLASE B.- LIQUIDOS CON TEMPERATURA DE IGNICION SUPERIOR A 77 °C, E INSOLUBLE EN AGUA (ACEITES, GRASAS, ETC).	NO DEBEN SER APLICADOS DIRECTAMENTE SI NO ROCIADOS. (NOTA 3)	PUEDE SER USADO (NOTA 3)	RECOMENDABLE (NOTA 4)	RECOMENDABLE (NOTA 4)	NO RECOMENDABLE (NOTA 5)	EFFECTIVO
CLASE B.- LIQUIDOS CON TEMPERATURA DE IGNICION SUPERIOR A 77 °C, Y SOLUBLES EN AGUA (GLICERINA, GLICOLAS, ETC).	NO DEBEN SER APLICADOS DIRECTAMENTE SI NO ROCIADOS. (NOTA 3)	NO RECOMENDABLE	RECOMENDABLE (NOTA 4)	RECOMENDABLE (NOTA 4)	NO RECOMENDABLE	NO RECOMENDABLE
CLASE C.- FUEGOS ELECTRICOS.	NO DEBEN SER APLICADOS DIRECTAMENTE SI NO ROCIADOS. (NOTA 6)	NO RECOMENDABLE	RECOMENDABLE	RECOMENDABLE	EFFECTIVO	EFFECTIVO
CLASE D.- FUEGO EN METALES COMO ALUMINIO, SODIO, ZINC, MAGNESIO, ETC.	NO RECOMENDABLE	NO RECOMENDABLE	NO RECOMENDABLE	ALGUNOS POLVOS SON EFFECTIVOS	NO RECOMENDABLE	NO RECOMENDABLE

AGENTES EXTINTORES PARA COMBATIR LOS DIFERENTES TIPOS DE FUEGO

TABLA 2.2

51

NOTA 1: Estos líquidos son solubles en agua y normalmente la dilución debe ser por aspersión evitándose derramamiento.

NOTA 2: Las espumas ordinarias no son efectivas contra líquidos de esta clase, debido a que son destruidas al contacto con éstos.

NOTA 3: Los líquidos en esta clase poseen la propiedad común de altas temperaturas de ebullición. No presentan los mismos riesgos que los líquidos de baja temperatura de ignición, excepto cuando nos acercamos a ésta. Presentan un riesgo similar a la gasolina, espumando o erupcionando a la aplicación del agua.

NOTA 4: Se debe tener cuidado en el uso de CO₂ ó polvos químicos en este tipo de fuegos, para prevenir la reignición después del apagado.

NOTA 5: La temperatura de ebullición del tetracloruro de carbono es de 77°C, por tanto, no debe ser aplicado a líquidos con temperatura superior a ésta.

NOTA 6: La seguridad del agua en su uso para extinción de fuegos eléctricos depende de la forma de aplicación. Su utilización directa (chorros) es menos segura que la aspersión.

8.- CLASIFICACION BASICA DE LIQUIDOS INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES.

LIQUIDO INFLAMABLE: Líquidos que tienen su punto de flasheo inferior a 100°F (37.8°C) teniendo una presión de vapor que no exceda 40 psias (2068.6 mm Hg) a 100°F (37.8° C).

LIQUIDO COMBUSTIBLE: Aquellos que tengan puntos de flasheo mayores de 100°F.

En base a su punto de flasheo los líquidos inflamables son divididos en las siguientes clases:

CLASE I.- Incluye aquellos de puntos de flasheo menores de 100°F, subdivididos en:

- CLASE IA.- Incluye aquellos líquidos con puntos de flasheo inferiores a 73°F (22.8°C), y temperatura de ebullición inferior a los 100°F.
- CLASE IB.- Líquidos que tienen puntos de flasheo inferiores a 73°F y -- puntos de ebullición superiores a 100°F.
- CLASE IC.- Incluirá a aquellos con punto de flasheo superior o igual a 73°F, pero, con temperaturas de ebullición menores a 100°F.

Al igual que los líquidos inflamables, los líquidos combustibles se clasifican en:

CLASE II.- Incluye aquellos con puntos de flasheo -- igual o superior a 100°F, pero inferiores a 140°F (60°C)

CLASE IIIA-Líquidos con puntos de flasheo igual o mayor a 140°F, y por debajo de 200°F (93.4°C).

CLASE IIIB-Aquellos líquidos que tengan un punto de flasheo igual ó mayor a 200°F (93.4°C)

Sin embargo existen otros sistemas de clasificación de líquidos inflamables y líquidos combustibles, en donde se considera su solubilidad en agua, mientras que en otros se determina el punto de flasheo prácticamente, ó, en base a los riesgos relativos de inflamabilidad de los diferentes líquidos, como lo efectúa los laboratorios Under Writes en la siguiente escala:

CLASE ETHER	100
CLASE GASOLINA	90-100
CLASE ALCOHOL	60-70
CLASE KEROSENO	30-40
CLASE ACEITE DE PARAFINA	10-20

C A P I T U L O I I I

AGENTES EXTINTORES Y SU APLICACION

Los agentes utilizados en la prevención y combate de incendios fundamentan su aplicación, por el efecto que tienen sus propiedades sobre el fuego:

- a) Enfriamiento, al eliminar el calor del material combustible.
- b) Sofocamiento, al evitar el contacto entre el oxígeno y los vapores combustibles creando una atmósfera inerte.
- c) Inhibición, al interrumpir la reacción en cadena de las especies químicas activas portadoras de cadena.

Entre las propiedades que les confieren efectos extintores se tienen: calor específico, punto de ebullición, tensión superficial, solubilidad, conductividad, viscosidad, temperatura de congelación, etc. Cabe señalar que además de ser práctica la aplicación de estos agentes se debe considerar su toxicidad, disponibilidad, eficacia, costo, etc.

Los agentes extintores más comúnmente utilizados son:

- AGUA

- ESPUMAS

-ANHIDRIDO CARBONICO (CO2)

- AGENTES HALOGENADOS

- POLVOS QUIMICOS

3.1 EL AGUA

El agua ha sido durante mucho tiempo y sigue siendo, el -- agente de extinción más comúnmente usado. Su calor de fusión,-- específico y de vaporización así como ser un líquido pesado y -- estable le confieren capacidad de agente extintor.

Otro factor que influye sobre la acción extintora del agua es el cambio de fase de líquido a vapor, su volumen a presiones ordinarias aumenta aproximadamente 1700 veces. Este gran volumen de vapor de agua desplaza un volumen igual del aire (oxígeno) disponible para sostener la combustión en la zona incendiada.

La extinción se produce únicamente, cuando los efectos del agente extintor se manifiestan en el punto donde sucede la combustión. El efecto del agua sobre los incendios es por enfriamiento, sofocamiento y dilución.

EXTINCIÓN POR ENFRIAMIENTO: Si la superficie del material-- en combustión se enfría por debajo de la temperatura necesaria-- para que emita suficiente vapor, el incendio se extinguirá, la-- cantidad de agua necesaria para la extinción depende de la can--

tividad de calor que deba absorberse. La velocidad de extinción depende, del caudal que se aplique con relación al calor generado de la zona que cubra el fuego, y, de la forma y modo de aplicación del agua. Es más eficiente descargar el agua sobre el incendio de manera que pueda lograrse el máximo efecto enfriador mediante la absorción de calor; ésto se logra cuando el agua se calienta hasta su punto de ebullición y se convierte en vapor, realizándose con mayor facilidad cuando se aplica en forma de pequeñas gotas en vez de chorro compacto.

La aplicación del agua en forma de hielo ó nieve contra el incendio aprovecharía de la forma más efectiva la acción enfriadora total del agua, sin embargo no existen equipos prácticos para estas aplicaciones.

Los principios en que se basa la acción enfriante del agua en forma pulverizada son:

- 1.- La cantidad de calor transferido es proporcional a la superficie de líquido expuesta al calor. En un volumen dado de agua, la superficie expuesta es mayor cuando la masa se convierte en gotas.
- 2.- La cantidad de calor transferido depende de la diferencia de temperatura que exista entre el agua y el material en combustión o el aire que le rodea.

3.- La capacidad de absorción de calor depende de la distancia recorrida y de la velocidad del agua en la zona de combustión.

EXTINCIÓN POR SOFOCAMIENTO.- Si se logra generar vapor de agua en cantidad suficiente, se puede desplazar o suprimir la presencia de aire. Ciertos tipos de productos en combustión pueden extinguirse por esta acción sofocante, que puede reforzarse impidiendo la dispersión del vapor generado en la zona de combustión.

Los incendios de materiales combustibles sólidos se extinguen normalmente por el efecto enfriador del agua, y no, por el efecto de sofocación que tiende a suprimir las flamas, no extinguiendo totalmente el incendio.

Puede usarse agua para sofocar un incendio en un líquido combustible, siempre que su punto de inflamación sea superior a 38°C, y, el líquido tenga una densidad relativa mayor de 1.1., además de no ser soluble en agua.

EXTINCIÓN POR DILUCIÓN.- Los incendios de materias inflamables solubles en agua pueden apagarse en algunos casos por dilución. El porcentaje de dilución necesario para efectuar la extinción varía mucho y, por tanto, varía igualmente el volumen de agua y el tiempo necesarios para la extinción. Por ejemplo, éste método de dilución puede aplicarse contra un incendio de alcohol etílico ó metílico, sin embargo, no es una práctica fre--

cuenta cuando se trata de grandes depósitos, debido al peligro existente de rebose y espumación por el empleo de gran volumen de agua.

Entre las limitaciones del agua como agente extintor se -- pueden mencionar su conductividad eléctrica, temperatura de congelación, tensión superficial y viscosidad.

El agua, en su estado natural, contiene impurezas que la -- hacen conductora de la electricidad, presentando limitación al aplicarse a incendios de equipo eléctrico bajo tensión, ya que existe el riesgo de que produzca una descarga eléctrica a quienes aplican el agua, especialmente cuando se trata de altas tensiones. La cantidad de corriente, más que la tensión, es lo -- que determina la magnitud de la descarga eléctrica cuyo efectos son determinados por, el voltaje, y cantidad de corriente des-- cargada, pureza del agua, resistividad relativa, longitud y -- área de la sección transversal del chorro y la resistencia a -- tierra del cuerpo de la persona.

Otra limitante como agente extintor es, su temperatura de-- congelación, ya que su empleo se reduce a los climas o situaciones donde no existan condiciones de baja temperatura, así mismo, su tensión superficial retarda su penetración en los materiales incendiados e impide su difusión a través de los materiales comunos, empaquetados o superpuestos. Por último, la viscosidad del agua es también una propiedad limitante, ya que reduce su -- capacidad para penetrar en una masa incendiada, haciendo que -- tienda a escurrirse rápidamente por su superficie, limitando la

formación de una barrera sobre ésta última.

Dadas las limitaciones, se adoptan las medidas necesarias para neutralizarlas:

- A fin de minimizar el riesgo de una descarga eléctrica - al aplicar agua en incendios de equipos eléctricos bajo tensión, en la tabla 3.1 se indican las distancias mínimas de seguridad para lanzas de chorro compacto de agua dulce, respecto a conductores eléctricos ó equipo cargado con voltajes superiores a - - 600 v.

DISTANCIA ENTRE LANZAS DE CHORRO COMPACTO
(AGUA DULCE) Y CONDUCTORES ELECTRICOS

DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD (m)

TENSION A TIERRA	TENSION ENTRE CONDUCTORES	LANZA C/ORIFICIO DE 1 1/8 Pulg.	LANZA C/ORIFICIO DE 1 1/2 Pulg.
635	1 100	2	3
1270	2 200	3.50	5
1905	3 300	5	7
3175	5 500	5.50	8
4215	6 600	6	9
6350	11 000	6.50	9.5
12700	22 000	8	10
19050	33 000	9.50	12.5

TABLA 3.1

Siempre que sea posible es preferible emplear el agua en forma pulverizada, en vez de chorros compactos, reduciendo el -

riesgo de conductividad por la discontinuidad del riego. Con lanzas de agua pulverizada manejadas a mano, la distancia mínima de seguridad es de 10 pies (3 m).

Los sistemas fijos de agua pulverizada se emplean extensamente para la protección de equipo eléctrico de gran valor y/o de importancia, tales como transformadores, conmutadores, motores. Estos sistemas están proyectados para realizar un efectivo control del fuego, extinción y prevención, ó, para la protección del equipo contra un incendio cercano. Cuando se trata de la aplicación del agua sobre equipos eléctricos y electrónicos, debe reconocerse el valor de los sistemas fijos de rociadores - ó de agua pulverizada como medio de reducir los daños que pueda causar el incendio, incluso, cuando el equipo eléctrico o electrónico quede expuesto a la acción del agua. La limitante que plantea el empleo del agua en condiciones de baja temperatura como agente extintor, se neutraliza: al utilizar sistema de rociadores de tubería seca, la circulación o calefacción del agua en los depósitos donde se almacena para la protección contra el fuego, la adición de productos que rebajan el punto de congelación del agua, ó, una combinación de cualquiera de estos métodos. El producto soluble en agua más usado en los equipos de incendios para reducir el punto de congelación del agua es, el cloruro de calcio mezclado con un anticorrosivo, así como propilén glicol puro para los tramos de sistemas de rociadores de tubería húmeda.

La limitante que presenta la tensión superficial del agua común, es neutralizada por la adición de un agente humectante - que le confiere la facilidad de penetración en superficies porosas, de modo que la solución alcance los espacios ocultos de ma

terial combustible en ignición. No es normal el empleo de soluciones de agentes humectantes contra los fuegos de líquidos combustibles e inflamables, ni tampoco sobre equipo eléctrico bajo tensión. De manera similar que el agua "húmeda," se han desarrollado ciertos aditivos que al mezclarse con el agua común le confieren mayor viscosidad para que ésta sea más eficaz contra incendios.

Presentando el agua " espesa " las siguientes ventajas sobre el agua común:

- Se adhiere y se fija fácilmente al material incendiado.
- Se extiende en forma de recubrimiento continuo sobre la superficie combustible.
- Forma una capa varias veces más densa que el agua común.
- Puede proyectarse con lanzas de chorro continuo a distancias y alturas mayores.
- Después de secarse, forma una película seca y dura, lo que contribuye a separar el combustible del oxígeno.
- Mayor resistencia al empuje del viento.

Sin embargo, presenta ciertas desventajas:

- No penetra en los materiales de una forma tan positiva como el agua común ó el agua "húmeda"
- Aumenta las pérdidas por fricción en el interior de mangueras y tuberías.
- Aumenta la dimensión de las gotas obtenidas por aspersión, lo que implica no obtener con facilidad una pulve-

rización fina.

- Las superficies cubiertas de agua espesa son más resbaladizas, por lo tanto, más peligrosas andar sobre ellas, - aumentan los problemas de manipulación y movimiento en - la operación de lucha de incendios.

Debido a su reactividad, por regla general, no debe emplearse agua en combinación con carburos, peróxidos, sodio metálico, etc. que emiten gases inflamables y producen calor.

USO DE AGUA EN INCENDIOS DE LIQUIDOS INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES.

Los aceites pesados, aceites de lubricación, alquitranes y otros líquidos cuyo punto de inflamación es bastante elevado, - no producen vapores inflamables, a no ser que se calienten, pero, una vez incendiados, el calor producido por el fuego produce también suficiente evaporación para que la combustión continúe. La capacidad del agua para lograr una extinción efectiva es muy limitada cuando se trata de líquidos de bajo punto de inflamación, tales como los de la clase I ya que el agua se irá al fondo del recipiente de almacenamiento haciendo que el nivel del líquido rebose y el fuego se extienda. Se puede resumir el empleo del agua contra los incendios de hidrocarburos de la siguiente manera:

- 1.- Como agente enfriante, el agua puede emplearse para:
 - a) Cortar la emisión de vapores de la superficie del--

líquido, extinguiéndose de este modo el fuego.

- b) Proteger a los bomberos del calor radiante y de las flamas cuando deban cerrar válvulas ó hacer otro trabajo bajo que exija su aproximación al fuego.
- c) Protección de las superficies expuestas al ataque de las flamas, es de máxima eficacia cuando la superficie se encuentra a una temperatura superior a 100°C.

2.- Como medio mecánico, el chorro de agua puede actuar a distancia del siguiente modo:

- a) controlar fugas.
- b) Dirigir la corriente del producto escapado, para -- que no se acerque al fuego, e impedir su ignición, -- ó empujar el fuego hacia una parte donde produzca -- menor daño.

3.- Como medio desplazante el agua sirve para:

- a) Hacer flotar el combustible por encima del punto -- donde se produce la fuga de un depósito, tanto an-- tes como durante un incendio.

La aplicación del agua en el combate de los incendios, se lleva a cabo en forma de chorro compacto o pulverizada, contando para ello de dispositivos que la distribuyen, tales como rociadores automáticos, monitores y mangueras.

El rápido crecimiento de la industria con el consecuente aumento de riesgos de incendio, y el incremento en la concentración de valores, han planteado la necesidad de disponer de medios cada vez más adecuados de protección contra el fuego, dada la dificultad de alcanzar un fuego por medio de chorros de agua lanzados con mangueras.

3.1.1 ROCIADORES AUTOMATICOS

Los rociadores automáticos son dispositivos termo sensibles, diseñados para reaccionar a temperaturas predeterminadas, produciendo en forma automática la liberación de un chorro de agua que distribuyen en formas y cantidades específicas sobre zonas designadas. El agua pasa a las boquillas de descarga de los rociadores a través de un sistema de tuberías, generalmente suspendidas; los rociadores están situados a intervalos a lo largo de ellas.

En condiciones normales, la descarga de agua de los rociadores automáticos se impide por medio de un columpio ó válvula que se mantiene rígidamente unida contra el orificio de descarga por medio de un sistema de palancas y de enlaces que la oprimen y la retienen firmemente.

Este elemento de unión puede ser:

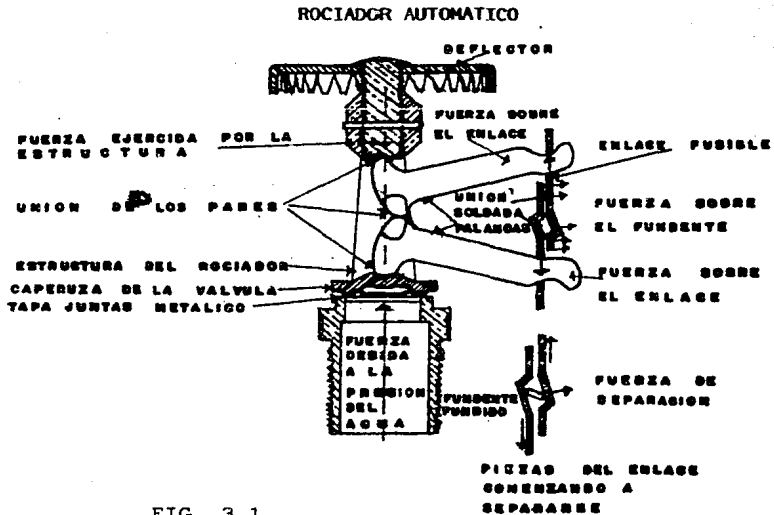
UNION TIPO FUSIBLE: Al producirse un aumento en la temperatura, el calor funde la unión, separándose las palancas y el columpio es desalojado por la presión del agua. Las soldaduras empleadas son aleaciones principalmente de estaño, plomo, cadmio, y bismuto con puntos de fusión claramente definidos.

UNION TIPO BULBO O AMPOLLA: El pequeño bulbo de vidrio especial contiene un líquido pero no está totalmente lleno, pues-

to que queda atrapada en su interior una pequeña burbuja de - - aire; al expanderse el líquido a causa del calor, la burbuja se comprime absorbiéndola el líquido. Tan pronto como desaparece la burbuja, la presión aumenta rápidamente y el bulbo se rompe, soltando el columpio de la válvula. La temperatura exacta de activación se regula graduando la cantidad de líquido y el tamaño de la burbuja en el momento de sellar el bulbo.

Existen otros tipos de elementos de activación termosensitiva para suministrar una descarga automática tales como: discos bimetálicos, volúmenes determinados de cera ó cápsulas químicas.

En la Fig. 3.1 se muestran las partes de un rociador automático así como un esquema de su operación.



Cuando el rociador opera al calentamiento del aire que lo rodea, sus partes móviles funcionan y el agua se descarga a través del orificio del rociador contra el deflector. La cantidad de agua que se descargue dependerá de la presión, del flujo y - del diámetro del orificio.

Se considera generalmente que la presión para obtener una acción eficaz del caudal es de 0.5 Kg/cm² (7psi). A esta presión un orificio cuyo diámetro nominal sea de ½ pulgada descargará 57 lts/ min.

Los rociadores automáticos se clasifican según la temperatura a la que actúan, obtenida, por medio de pruebas normalizadas en las que se sumerge el rociador en un líquido cuya temperatura se eleva muy lentamente hasta que el rociador opera. Cabe mencionar que existen distintos tipos de rociadores en base a su colocación, presentación o funcionamiento por ejemplo, rociadores para empotrar, ocultos, en rebajes, ornamentales, de pared, de tracción a distancia, rociadores con pantalla, éstos últimos para mejorar la actuación de los rociadores suspendidos a diferentes alturas, en donde la pantalla, situada por encima del deflector, evita que por la descarga, el agua enfríe, el -- elemento fusible del rociador y por tanto no retarde la actuación del mismo.

Los rociadores automáticos son particularmente efectivos - para la seguridad de la vida humana, ya que dan el aviso de la existencia de un incendio al mismo tiempo que liberan agua so--

bre la zona en combustión.

El efecto de los rociadores sobre el humo es doble por una parte, el empuje físico sobre el humo tiende a mantenerlo en los niveles más bajos, y por otra, el enfriamiento de los humos permite una estancia más prolongada de las personas, que no sería posible sin la acción de los rociadores. La existencia de rociadores permite recorridos más largos hasta la salida, la utilización de materiales de acabado de mayor combustibilidad, así como el ahorro de pérdidas originadas directamente por el incendio que también pueden reducir o eliminar totalmente la paralización de la actividad que los incendios, normalmente, producen. Existe también el aspecto de una mayor reducción del riesgo, de que se produzcan grandes incendios así como su propagación a los materiales contiguos.

El agua descargada por un sistema de rociadores automáticos produce menos daños que los que produciría el agua de extinción lanzada a chorros con mangueras. La actuación de los rociadores no se ve impedida por el humo ó el calor, como puede sucederle a los bomberos. De los aspectos económicos de utilizar esta protección se tiene el ahorro en las primas de seguros, los descuentos producidos, por sí solos, pueden ser suficientes para amortizar, en unos cuantos años, la inversión. De igual importancia, el aspecto del empleo de un tipo de construcción menos resistente al fuego que la estipulada, y por tanto más económica.

Los términos protección por rociadores, instalación de rociadores y sistemas de rociadores generalmente significan una combinación de dispositivos para la descarga de agua (rociadores) una ó más fuentes de aprovisionamiento de agua a presión, dispositivos para controlar el paso del agua (válvulas), tuberías de distribución para suministrar el agua a los dispositivos de descarga y equipo auxiliar como alarmas y medios de supervisión. La figura 3.1.1 muestra un esquema típico de este sistema.

Los fundamentos de la protección mediante rociadores automáticos giran sobre el principio de la descarga automática del agua con intensidad suficiente para controlar o extinguir un fuego. Al planificar un sistema que cumpla con este objetivo deben considerarse muchos factores sin embargo, se pueden agrupar así: El propio sistema de rociadores, las características de la instalación, los riesgos que plantea la actividad que se vaya a realizar en la misma y los medios de abastecimiento de agua.

Los rociadores son generalmente efectivos en la extinción de fuegos de líquidos combustibles cuyo punto de inflamación sea superior a 93°C, de los fuegos de líquidos inflamables pesados y líquidos solubles en agua. Los rociadores automáticos pueden controlar fuegos de líquidos inflamables de bajo punto de inflamación (inferiores a 93°C) pero no pueden extinguirlos. Algunos de los líquidos combustibles que pertenecen a esta categoría son el combustóleo medio y pesado, aceites de corte, asfaltos y aceites lubricantes, los tipos de fuego de algunos líquidos inflamables más pesados que el agua se extinguen por la-

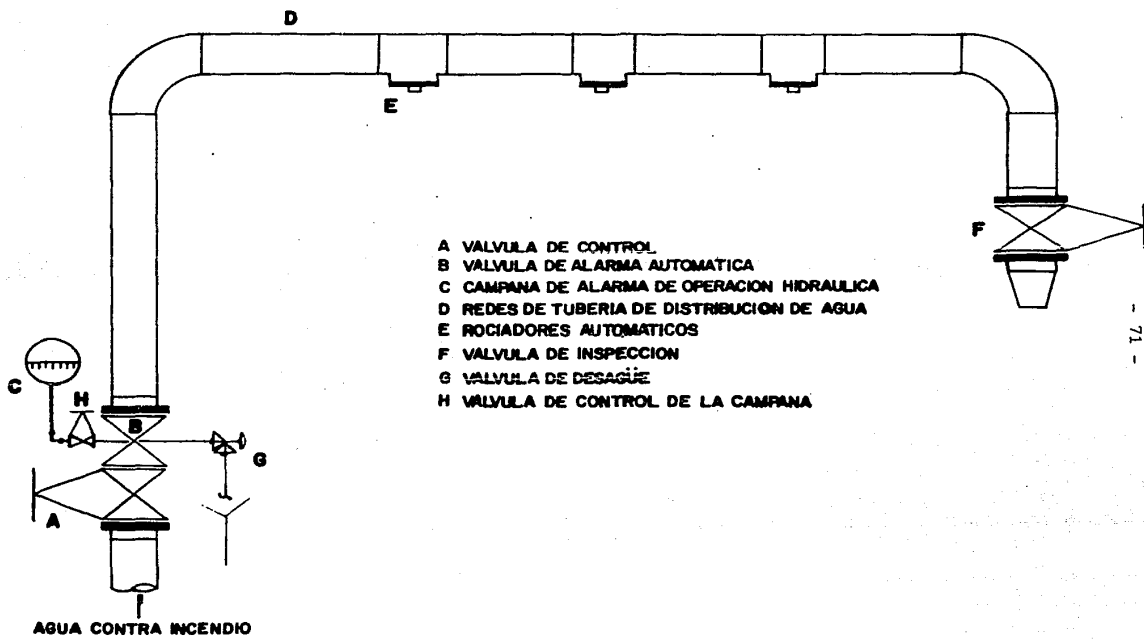


FIG. 3.1.1. ESQUEMA TIPICO DE UN SISTEMA DE ROCIADORES

separación entre sus vapores y el aire mediante la formación de una capa de agua descargada por los rociadores, que flota sobre la superficie del líquido. Con respecto a los líquidos solubles en agua por ejemplo alcohol metílico y la acetona pueden extinguirse por dilución.

Los rociadores y las líneas no deben disponerse demasiado cerca, si los rociadores se disponen a distancias inferiores a 1.80 mts. se necesitará colocar pantallas. Es importante considerar cierta separación entre rociadores y elementos estructurales para que estos elementos no obstruyan la caída libre del agua reduciendo considerablemente el área de cobertura dejando espacios muertos sin mojar donde podría propagarse el fuego.

Las líneas de tubería a las que se acoplan directamente los rociadores se llaman tuberías de rociadores o ramales. La tubería que alimenta directamente a los ramales se designa conducción de cruce y la tubería que alimenta a éstas últimas es denominada de distribución principal.

Cada sistema de rociadores debe tener una válvula de control colocada en un punto accesible para regular el paso de agua al sistema a partir de la fuente de abastecimiento distinta de la conexión específica para el servicio de incendios.

Las tuberías que se emplean en los sistemas de rociadores deben ser de un tipo que pueda resistir una presión de trabajo inferior a 12.5 Kg/cm² (175 lb/pulg².). La circulación

innecesaria de agua por las tuberías de los rociadores no es adecuada porque aumenta la corrosión, reduciendo la eficacia del sistema.

Existen seis clasificaciones básicas de los sistemas de rociadores:

- Sistemas de "TUBERIA HUMEDA". Los rociadores automáticos están acoplados a un sistema de tuberías que contienen en todo momento agua a presión.
- Sistemas de " TUBERIA SECA " normales. Los rociadores están acoplados a una tubería que contiene aire o nitrógeno a presión. Cuando opera el rociador se reduce la presión, se abre una válvula de " tubería seca " por la presión del agua fluyendo a través de los rociadores abiertos.
- Sistemas de "ACCION PREVIA " . Son sistemas de tubería seca en los que el aire puede estar o no a presión. Cuando se declara un incendio, un dispositivo detector suplementario situado en la zona protegida, entra en acción abriendo una válvula que permite el paso del agua hacia los rociadores.
- Sistemas de "DILUVIO". Similares a los de acción previa, excepto que todos los rociadores están abiertos y por tanto se produce una inundación total.

- Sistemas combinados de Tubería Seca y de acción previa.-

El sistema de tubería contiene aire a presión. El detector de incendio suplementario abre la válvula de paso de agua y un expulsor de aire situado al extremo de la conducción principal de alimentación. A continuación, el sistema se llena con agua. Si falla el detector, el sistema funciona como el de Tubería Seca.

- Sistemas de Suministro limitado de Agua. Consisten en rociadores automáticos montados en forma normal, sólo que con un suministro reducido de agua.

Los sistemas de rociadores de tubería húmeda se emplean generalmente siempre que no exista peligro de heladas y no se den circunstancias especiales que requieran el empleo de alguno de los demás sistemas, sin embargo, en estas circunstancias se pueden emplear soluciones anticongelantes limitándose a sistemas que no contengan más de 20 rociadores. Estas soluciones anticongelantes consisten generalmente en agua mezclada con un líquido hidrosoluble, con glicerina o ciertos glicoles.

Los sistemas de tubería seca, se emplean solamente en los lugares que no están dotados de una calefacción adecuada. Este sistema tiene la característica, en el tiempo que transcurre entre la apertura del rociador y la descarga del agua; este retraso permite que se propague el fuego y exige que se abran más rociadores, aunque esta dificultad puede resolverse utilizando aparatos de apertura rápida, la válvula de tubería seca debe si

tuarse en un lugar accesible lo más cerca posible del sistema - de rociadores al que sirve. Debe estar protegida contra golpes y cuando esté expuesta al frío, debe estar en un lugar cerrado, alumbrado, dotado de calefacción y de fácil acceso.

Los sistemas de acción previa, se utilizan principalmente - en la protección de instalaciones en que existe peligro de que el agua cause serios daños como resultado de fugas accidentales por daños en rociadores automáticos o rotura de alguna tubería. La principal diferencia entre los sistemas de acción previa y - de tubería seca normales es que en los de acción previa la válvula de paso del agua actúa independientemente de la apertura - de los rociadores actuando por un sistema de detectores automáticos y no por la fusión del sensor fusible del rociador, esta -- válvula también puede abrir manualmante, teniendo como ventajas el hecho de que la detección hace sonar automáticamente la alarma en el momento en que se abre la válvula, los distintos pro-- veedores emplean una gran variedad de dispositivos mecánicos, - neumáticos, hidráulicos y eléctricos para este fin, ofreciendo su combinación particular para la activación de la válvula de - paso, sistema de detección de calor y equipo de supervisión.

Los sistemas combinados son prácticos instalarlos solamente en aquellas situaciones en que es difícil proteger las lar-- gas líneas de abastecimiento de agua contra la congelación.

Los sistemas de inundación son empleados en situaciones de manipulación o almacenaje de líquidos inflamables teniendo re-- querimientos de agua mayores en comparación a los anteriores -

sistemas.

Para los mencionados sistemas de rociadores es vital disponer de un suministro de agua con presión y capacidad adecuada y que sea así mismo confiable. Estos suministros pueden ser una combinación de fuentes de abastecimiento, tales como la red municipal, depósitos elevados, bombas, depósitos de presión, ríos lagos, pozos, etc. siendo preferencial la conexión a un abastecimiento de agua municipal considerada como fuente primaria, -- sin embargo, es conveniente tener una fuente secundaria de -- aprovisionamiento de agua como por ejemplo: una bomba de incendio para la que se disponga a la vez una buena fuente de energía y una buena fuente de suministro de agua con lo que se mantiene una presión elevada durante largos períodos de tiempo y puede ser parte fundamental de instalaciones que requieran mayores -- presiones de las que se puedan obtener por otros medios. Los factores que afectan fundamentalmente al número de rociadores -- que intervienen en un incendio y, por lo tanto, que deben considerarse para la determinación de las necesidades del suministro de agua son los siguientes: Riesgos de la actividad, presión -- inicial del agua, obstáculos a la distribución del agua, techos altos y corrientes de aire, aberturas verticales, sistema seco ó húmedo.

Todo sistema de rociadores debe tener una alarma que indique de la circulación del agua, generalmente se requiere que el sistema de alarma tenga una sirena ó bocina en el exterior de -- la instalación protegida situándose, en lugares estratégicos; -

cuando se actúa el sistema de alarma contra incendio queda registrado el sitio de donde parte la alarma y la hora en que ocurre.

Las partes de los sistemas con rociadores consideradas como puntos de supervisar son los siguientes:

- 1) válvulas de control de suministro
- 2) bajo nivel de agua en los depósitos de abastecimiento
- 3) baja temperatura en los depósitos de abastecimiento de agua
- 4) nivel de agua alto ó bajo en depósitos de presión
- 5) exceso o deficiencia de presión de aire en depósito de presión
- 6) Exceso ó pérdida de presión de aire en sistemas de rociadores de tubería seca
- 7) Fallo del suministro de energía eléctrica a las bombas de incendio
- 8) Puesta en marcha automática de las bombas eléctricas de incendios.

3.1.2 SISTEMAS DE MANGUERAS

La finalidad principal de las mangueras es llevar agua a presión, desde la fuente de abastecimiento (ya sea un hidrante ó una bomba) hasta el punto en que se le va a utilizar contra un incendio. El agua es lanzada por el espacio hasta la zona ardiente por medio de una boquilla especial que se ubica en el extremo de la manguera. Las mangueras que se utilizan contra los incendios se han uniformizado a través de los años y, por -

lo tanto su construcción les permite resistir al uso rudo a que son expuestas; las medidas más comunes de éstas son de 6.35 cms y 3.81 cms (2½ y 1½ pulgadas) de diámetro. En tramos de - - 15.25 m (50 pies) con acoplamientos de bronce, en cada extremo de la manguera, de manera que puedan unirse rápidamente cuantos tramos se deseen para formar una línea ininterrumpida. Uno de los extremos de la manguera tiene un acoplamiento de bronce macho y en el otro un acoplamiento de bronce, giratorio hembra, - de manera que la manguera se pueda acoplar o desacoplar sin necesidad de hacerla girar.

Las fuentes de suministro de agua para estos sistemas son en general los mismos que se tienen para los rociadores, considerando que el suministro mínimo para la toma fija que alimenta mangueras de 2½ pulgadas de diámetro es de 500 g.p.m. durante - un período mínimo de 30 minutos y agregando 250 g.p.m. por cada toma adicional sin exceder una alimentación total de 2500 -- g.p.m.

La manguera tiene una construcción especial para cumplir con el propósito de un manejo rápido, dado que ésta tiene un - peso liviano y mucha flexibilidad, permiten guardarlas en espacios reducidos, enrolladas en los carros de mangueras, dentro - de las casetas ó bien en los equipos móviles. Cuando se guarde - en el interior de un armario, las puertas deben abrirse fácil-- mente y tener una luna de cristal o en su defecto una identificación perfectamente reconocible. Las mangueras modernas, manufacturadas exclusivamente con tejido de poliéster y hules sintéticos, son a prueba de putrefacción y no requieren manteni- - miento, basta vaciar el agua restante después de cada uso y en-

rollarlas.

Cabe señalar que si la corriente de agua dentro de la manguera sufre una repentina disminución de la velocidad, por ejemplo al operar bruscamente el dispositivo de cierre de una boquilla, entonces se forman cambios bruscos de presión que resultan en golpes de ariete contribuyendo considerablemente a la longevidad de las mangueras; así mismo se deberá darle el uso a la manguera exclusivamente en el combate de incendios o en los simulacros necesarios para entrenamiento de personal y evitar en lo posible el contacto con pisos ásperos, bordes filosos, almacenándose en lugares ventilados para evitar la formación de moho.

3.1.3 PROTECCION CON AGUA PULVERIZADA

No existe una separación clara entre los sistemas de rociadores y los de agua pulverizada. La descarga de las boquillas y rociadores que producen un chorro pulverizado de cierta consideración difiere solamente en la forma especial de la pulverización tales como: dimensiones de partícula, una velocidad y una densidad de pulverización determinadas que se obtienen por boquillas especialmente diseñados para este fin. Los sistemas fijos de agua pulverizada están especialmente proyectados para ofrecer una protección óptima, controlar y extinguir el incendio.

Estos sistemas de agua pulverizada consisten en un sistema de tuberías, fijas, conectadas a un suministro seguro de agua -

por medio de una válvula de paso que actúa manual ó automáticamente y provistas de boquillas de pulverización para la descarga específica de agua y su distribución sobre la superficie - que se desee proteger. La aplicación de estos sistemas es para proteger tuberías, equipos de proceso, depósitos de gases y líquidos inflamables y equipos eléctricos tales como transformadores y bombas

Para el cálculo y especificación de estos sistemas se debe considerar lo siguiente,

- Area a cubrir.
- Cálculo del gasto mínimo de agua requerido.
- Definir el tipo de aspersor que se va a utilizar.
- Calcular el número de cabezales o anillos.
- Calcular el número de aspersores.
- Verificar que se cumpla con el gasto mínimo de agua requerida.

El suministro de agua suele ser por: red pública, bomba de incendios o un depósito elevado, todos ellos con capacidad y presión adecuados.

Un problema en el mantenimiento de éstos sistemas es el de mantener libres y en buen estado los pequeños conductos de -- agua, requiriendo atención especial en aquellos que están expuestos a vapores, pinturas, y condiciones especiales en donde se utiliza un elemento que los protege. Se deben inspeccionar

filtros, tuberías, válvulas de control, dispositivos activados por calor y aspersores.

El cuidado y mantenimiento de los sistemas de extinción basados en agua es vital para una buena operación en caso de emergencia, sin una correcta planificación y realización de los programas de mantenimiento, aún el mejor sistema puede fallar. El mantenimiento comprende la realización de inspecciones y de investigaciones especiales, ó controles de funcionamiento de los dispositivos y equipos, llevando a cabo las reparaciones necesarias, a fin de que estén en condiciones de operación y asegurando que la actuación del personal responsable garantice el funcionamiento correcto de toda la instalación; además de una autoinspección existen otros servicios de inspección como los que proporcionan las compañías de Seguros, Servicio de Bomberos y los proveedores del sistema.

Se deberá tener en cuenta que cualquier acumulación de materias extrañas sobre los rociadores tiende a retrasar su activación, debido al efecto termoaislante que produce el material, la corrosión puede dejar a los rociadores automáticos inservibles ó retardar su activación, los vapores corrosivos pueden afectar no sólo al elemento de unión sino que también puede dañar otros componentes.

Se deberán llevar a cabo procedimientos de inspección, prueba y mantenimiento a los componentes del sistema: Fuente de suministro, válvulas de control de agua, rociadores y tubería, dispositivos de apertura rápida, dispositivos de alarma, -

etc.

Quando exista obstrucción en las tuberías por materias extrañas se llevará a cabo una limpieza hidroneumática.

3.2 ESPUMAS

Las espumas contra incendios consisten en una masa de burbujas, resultado de la introducción mecánica de aire atmosférico dentro de una solución de agua y un líquido o concentrado de espuma (Fig. 3.2.)

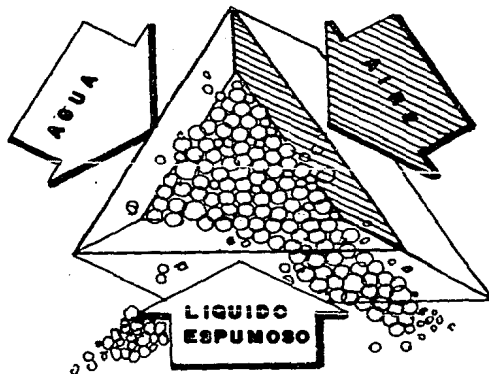


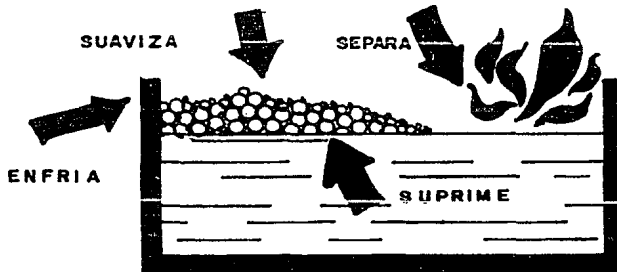
FIG. 3.2. FORMACION DE ESPUMA

Puesto que la espuma es más ligera que la solución acuosa de la que se forma y más ligera que los líquidos inflamables, - flota sobre éstos, sus efectos de extinción sobre los incendios se manifiestan de cuatro maneras: (Ver Fig.3.3.)

- Ahogan el fuego y evitan que el aire se mezcle con los vapores inflamables.

- Suprimen vapores inflamables y evitan su descarga.
- Separan las flamas de la superficie del combustible.
- Enfrían el combustible y las superficies del metal adyacente .

Como trabaja la espuma



EFFECTOS DE EXTINCION DE LAS ESPUMAS

FIG. 3.3.

Las espumas pueden fabricarse de diferentes maneras según su acción extintora. Algunas son espesas y viscosas, capaces de formar capas resistentes al calor por encima de la superfi-

cie de los líquidos incendiados, otras producen una película - que detiene el paso del vapor por medio de una solución acuosa superficialmente activa.

A continuación se mencionan los distintos tipos de espumas así como sus características:

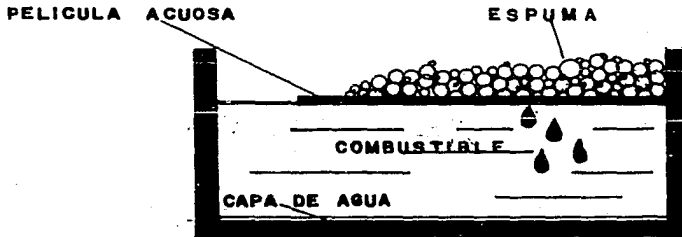
- AGENTES ESPUMANTES PROTEINICOS.- Consisten en concentrados líquidos acuosos conteniendo polímeros proteínicos naturales de alto peso molecular que le confieren elasticidad, resistencia mecánica y capacidad de retención de agua. También se agregan disolventes orgánicos a los concentrados para mejorar - su capacidad de espumación y su uniformidad, no son tóxicas y son biodegradables después de diluirse. Las temperaturas ambientes normales de uso de estos concentrados son entre -6.7°C y 48.9° C (20 y 120° F)

- AGENTES ESPUMANTES FLUOROPROTEINICOS.- Son de composición similar a los descritos anteriormente pero, además contienen en la superficie agentes fluorados activos que les confieren la propiedad de no adherirse al combustible, la que les hace especialmente eficaces para luchar contra fuegos en que la espuma queda sumergida o cubierta por el combustible, como por ejemplo en el método de inyección sub-superficie de la espuma en tanques de almacenamiento. También poseen características superiores en lo que se refiere a la supresión de los vapores del material inflamable.No tóxicas y biodegradables, las temperaturas normales a la que pueden emplearse son las mismas que para la anterior.

- AGENTES ESPUMANTES DE BAJA TEMPERATURA.- Similares a los agentes proteínicos, excepto que están protegidos para su almacenamiento a bajas temperaturas por la inclusión de un reductor del punto de congelación no inflamable, se puede emplear hasta temperaturas de -28.7°C

- AGENTES ESPUMANTES FORMADORES DE PELICULAS ACUOSAS (AFFF) Se componen de materiales sintéticos con propiedades tensoactivas capaces de formar películas de solución acuosa sobre los líquidos inflamables (Fig. 3.4) poseen baja viscosidad, rápida extensión y nivelación, éstas espumas pueden emplearse para fuegos clase A y B, así como en combinación con polvo químico sin que se presenten problemas de incompatibilidad.

Espuma que forma película acuosa



EFECTO DE EXTINCION DE LA ESPUMA AFFF

FIG. 3.4

Las espumas regulares, de fluoroproteína y AFFF son eficaces solamente en incendios de combustibles hidrocarburos. Cuan

do éstas espumas se emplean en líquidos combustibles, solubles en agua o de tipo solvente polar, están expuestas a la disolución rápida y a la pérdida de su efectividad en la extinción. A fin de neutralizar esta limitante se han creado agentes espumantes especiales, llamados CONCENTRADOS TIPO "ALCOHOL".

ESPUMAS DE TIPO ALCOHOL. Esta espuma consiste de una base de proteína con un aditivo para formar una barrera química insoluble entre la superficie del combustible y la burbuja de la espuma (Fig. 3.5) Esto evita que el agua contenida en la burbuja se mezcle con el solvente polar y destruya la capa de espuma.

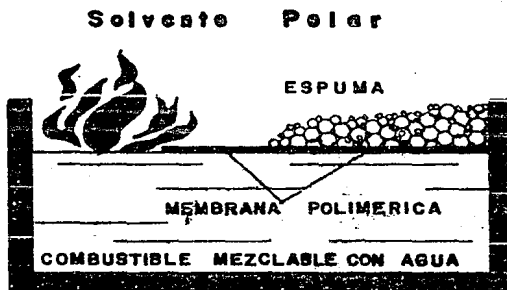


Fig. 3.5.

EFFECTOS DE EXTINCION DE ESPUMAS TIPO ALCOHOL

Las espumas resistentes al alcohol deben aplicarse suavemente para resguardar la integridad de esta barrera protectora; la menor sumersión de la espuma la destruirá.

Sin embargo, existe una espuma llamada "Universal" de con-

centrado pseudoplástico compuesta por un sistema polimerico/solvente eficaz tanto para incendios de hidrocarburos como para solventes polares.

La mayoría de las espumas regulares, de fluoroproteína y AFFF se encuentran en concentrados de 3% y 6%. El porcentaje indica el número de partes de líquido de espuma que debe mezclarse con agua para formar la solución de 100 partes.

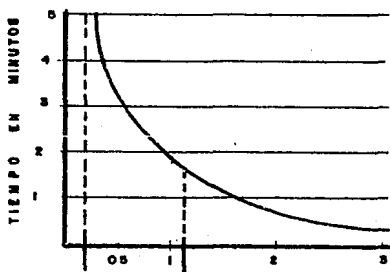
Los agentes espumantes químicos (espumas químicas) han quedado obsoletas y se sustituyeron por las espumas mecánicas ó de aire al ser estas últimas más económicas y de manipulación más accesible. Existen varias reglas generales para el uso de espumas de baja expansión, según lo siguiente:

- a) Debe evitarse sumergir la espuma dentro del combustible para reducir la saturación.
- b) Cuando más suavemente se aplique la espuma, más rápida será la extinción y menos la cantidad total de agente necesario.
- c) El uso exitoso de la espuma depende del régimen de la aplicación, definido en términos de cantidad de solución espumante (galones) que llega a la superficie del combustible, en pies cuadrados de superficie por minuto. El régimen crítico de aplicación, es el régimen más bajo al que una espuma apagará un incendio bajo una serie de condiciones. El mínimo régimen de aplicación recomendable es el que se ha comprobado experimentalmente; el aumento de la aplicación sobre la dosis mínima recomendada, reduce el tiempo de la extinción, sin embargo, un

exceso trae consigo el desperdicio de espuma sin ventajas en el tiempo de extinción.

En la gráfica 3.1 se presenta la relación general de la dosis en aplicación de espuma respecto al tiempo necesario para la extinción.

DOSIS DE APLICACION EN GPM POR PIE CUADRADO



DOSIS CRITICA DOSIS MINIMA RECOMENDADA

NOTA: La curva varía dependiendo del combustible, tipo de líquido de espuma y método de aplicación, por lo que se debe considerar información de fabricante.

GRAFICA 3.1 COMPORTAMIENTO DE LA DOSIS DE APLICACION DE ESPUMA EN FUNCION DEL TIEMPO

En general para que una espuma sea eficaz, los líquidos in flamables deben cumplir con los siguientes criterios:

1) El líquido en condiciones ambientales de temperatura y presión debe estar por abajo de su punto de ebullición.

2) Debe tenerse cuidado cuando se aplique espuma a un líquido cuya temperatura sea superior a 212°F (100°C) ya que las espumas forman una emulsión con el vapor de agua, aire y combust

tible. Esto puede generar que el volúmen se cuadruplique.

3) El líquido no debe ser destructivo para la espuma que se emplee, así mismo la espuma no debe ser soluble en el líquido cuyo fuego se intenta dominar.

4) El líquido no debe ser reactivo con el agua.

Todos los sistemas de espuma no obstante su tamaño o complejidad, consisten de los mismos componentes básicos (Fig. 3.6) cada componente debe funcionar adecuadamente para lograr un resultado exitoso al combatir el incendio

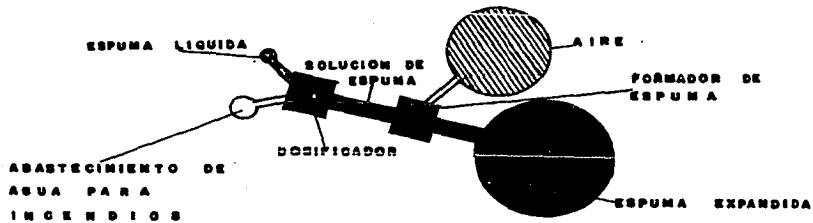


Fig. 3.6

COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ESPUMA

ABASTECEDOR.- El abastecimiento de agua proviene de camiones cisterna ó un sistema hidrante. Los volúmenes y presiones-

necesarios dependen del tipo y el tamaño del riesgo de líquido-inflamable.

LIQUIDO DE ESPUMA.- Puede abastecerse en tambores o tanques de grandes capacidades; los tanques de líquido de espuma pueden ser estacionarios o montados sobre camiones ó remolques. La cantidad y el tipo de espuma dependen del tamaño y tipo del riesgo.

DOSIFICADOR.- Este mezcla correctamente el líquido de espuma con el abastecimiento de agua produciendo una solución espumante. Existen varios tipos de aditamentos dosificadores pero el tipo y la capacidad del dosificador dependen del tipo y el tamaño del riesgo de líquido inflamable.

FORMADOR DE ESPUMA (Aspirador de Aire).- Mezcla mecánicamente el aire atmosférico con la solución de espuma producida por el dosificador. El formador de espuma luego debe depositar la espuma expandida en la superficie del líquido inflamable. Hay muchos tipos de formadores de espuma disponibles para cubrir la variedad de incendios; el tipo, cantidad, capacidad y ubicación de los mismos depende del tipo y tamaño del riesgo.

La dosificación correcta de la espuma líquida es necesaria para producir la óptima calidad y cantidad de espuma para apagar incendios de líquidos inflamables. Si el porcentaje de líquido de espuma es demasiado alto, la espuma resultante será es

pesa e incapaz de fluir alrededor de obstáculos, además el tiempo normal de operación para el abastecimiento de líquido disponible será más corto. Al contrario, si la mezcla es muy diluida, resultará en un drenado más rápido de la espuma, presentando ésta menor resistencia a la descomposición por el calor y, por consiguiente, la destrucción de la misma en un tiempo menor.

La elección del método de dosificación depende de un número de factores, cada uno de los cuales deberá considerarse según las condiciones existentes en algún caso específico. Los dos factores más importantes son el régimen de aplicación necesario para proteger el riesgo y la presión de agua disponible en el área del riesgo.

Entre los dosificadores de concentrados espumantes se tienen los de: presión balanceada, de línea, presión y diafragma y las características se describen a continuación:

DOSIFICADORES DE PRESION BALANCEADA. - Es el método usado más frecuentemente y más versátil para la dosificación de líquido de espuma en la corriente de agua. Ya en operación, el sistema dosifica automáticamente la espuma líquida sobre un amplio rango de flujos y presiones sin ajustes manuales. Es ideal para camiones de espuma o sistemas fijos este sistema emplea una bomba para líquido de espuma impulsada por motor, una válvula de diafragma para control del flujo y un dosificador especial para el gasto, montado al nivel del agua para realizar automáticamente la dosificación correcta de la espuma. En la (fig.3.7)

se muestra un arreglo típico de este dosificador.

DOSIFICADORES DE LINEA.- Estos ofrecen un método simple y poco costoso para dosificar cuando la presión del abastecimiento de agua es bastante alta. Cada dosificador está diseñado para un volumen determinado de descarga a una presión de agua específica, extrae el concentrado espumante por efecto venturi. Las presiones altas ó bajas de la entrada del agua resultan en un aumento o reducción en el flujo de agua, con un cambio en la dosificación. La máxima presión de trabajo disponible del lado de descarga del dosificador de línea es aproximadamente dos tercios de la presión de entrada.

DOSIFICADORES DE PRESION.- Este es otro método que utiliza la presión del abastecimiento de agua como fuente de potencia. El abastecimiento de agua presuriza el tanque de almacenamiento de líquido de espuma mientras que el agua que fluye a través de un venturi u orificio adyacente crea una presión diferencial. El punto de baja presión del venturi está conectado al tanque de almacenamiento de líquido de espuma, de manera que la diferencia entre la presión del abastecimiento de agua y este punto de baja presión, fuerza al líquido de espuma dentro del venturi.

La caída de presión es relativamente baja en esta unidad, así que la presión del abastecimiento de agua, las pérdidas por fricción o del cabezal no son tan críticas con este método. Este tipo de dosificadores ofrecen la mezcla correcta de Soluciones AER-O-FOAM sobre un amplio rango de flujos de agua. Son especialmente valiosos donde la presión de agua es relativamente baja o no hay electricidad disponible para operar una bomba de

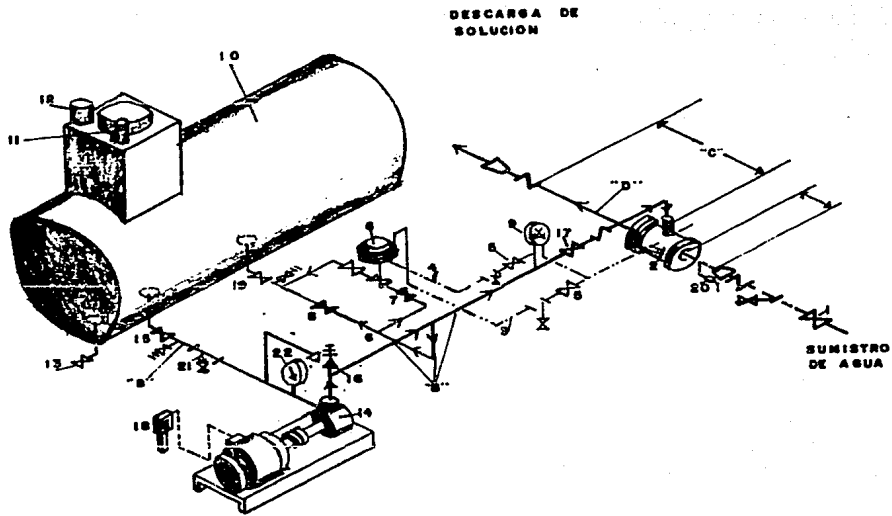








FIG. 3.7 ARREGLO TÍPICO DE UN DOSIFICADOR DE PRESIÓN BALANCEADA

SIMBOLOGIA :

-  VALVULA DE COMPUERTA
-  VALVULA CHECK
-  VALVULA DE GLOBO
-  CABEZAL
-  DRENE DE TUBERIA
-  REDUCCION

L E Y E N D A S :

- 1 .- Válvula de suministro de agua.
- 2 .- Dosificador
- 3 .- Línea de balance de agua $\phi = \frac{1}{4}$ pulg.
- 4 .- Línea de balance de líquido $\phi = \frac{1}{4}$ pulg.
- 5 .- Válvulas de líneas de balance
- 6 .- Válvula de control de diafragma, by pass.
- 7 .- Válvula de bloqueo.
- 8 .- Válvula de globo.
- 9 .- Medidor de presión del agua y de líquido.
- 10.- Tanque de almacenamiento de líquido de espuma.
- 11.- Boquilla de alimentación de líquido de espuma al tanque.
- 12.- Venteo.
- 13.- Drene del tanque de almacenamiento.
- 14.- Accionador y bomba de líquido de espuma.
- 15.- Válvula de suministro de líquido de espuma a la bomba.
- 16.- Válvula de seguridad.
- 17.- Válvula de descarga de la bomba.
- 18.- Interruptor de arranque del accionador de la bomba.
- 19.- Válvula de la línea de retorno de líquido.
- 20.- Válvula de bola.
- 21.- Filtro.
- 22.- Medidor.

líquido de espuma. Estos dosificadores operan automáticamente y están disponibles para tanques con capacidad desde 50 galones (189 lts) hasta 1200 galones (4542 lts).

DOSIFICADORES A PRESION DE DIAFRAGMA.- Este dispositivo incluye todas las ventajas del dosificador de presión con la ventaja adicional de un diafragma plegable, elastomérico de nylon-reforzado que separa físicamente el líquido de espuma del abastecimiento de agua. El tanque de líquidos es un recipiente a presión, y, por consiguiente el abastecimiento de líquido de espuma no se puede rellenar durante la operación, estos dosificadores operan con un rango semejante de flujos de agua y de acuerdo a los mismos principios que a los de presión se recomiendan al diseñar sistemas que utilizan concentrados de espuma tipo universal.

Existen dispositivos para la aplicación de espuma tales como boquillas portátiles con aspiración de aire, portátiles de mano y montadas en monitores en capacidades disponibles desde 50 gpm (189 l.p.m.) hasta 4000 gpm (15139 l.p.m.) así como monitores especiales para espuma en tamaños de 3,4,6, y 8 pulg. de operación manual, de oscilación automática o para control remoto completamente automático.

Al igual que en la protección con agua al utilizarse con boquilla, la protección con espuma puede aplicarse a chorro compacto o en forma de niebla, otro dispositivo de distribución de espuma es la torre portátil, aún cuando su empleo es peligroso ya que hace necesario que el personal se aproxime al tanque in-

cendiado, la torre extensible se monta primero sobre el suelo y después 4 ó 6 hombres la elevan hasta el borde superior del tanque incendiado. La solución espumante debe suministrarse desde un camión de bombeo

Bajo ciertas condiciones puede emplearse una lanza monitora de espuma móvil de gran capacidad de descarga (Camión de Espuma) para dirigir un chorro por encima del borde superior abierto del tanque incendiado de modo que la espuma cubra la superficie del líquido ardiendo, cabe señalar que este último dispositivo de espuma montado temporalmente, suele desperdiciar mucha espuma debido a los vientos cruzados, las corrientes ascendentes y a la imposibilidad de colocar el equipo en posición dominante. Al calcular y proyectar este tipo de protección deben aumentarse las necesidades de aplicación de espuma por lo menos en un 60%.

Como dispositivos móviles de protección contra incendio a base de espuma tenemos los camiones y remolques industriales -- que se emplean generalmente en las refinerías de petróleo y en las plantas petroquímicas, muchos de ellos también equipados para descargar polvo seco, capaces de dosificar soluciones de espuma de 2000 g.p.m. a 150 lb/pulg.2.

Generalmente el camión se equipa con : bomba de alta capacidad, sistema de dosificación de presión balanceada, bomba rotativa para el concentrado espumógeno la cual succiona de un -

tanque conteniendo dicho concentrado. Todos los camiones transportan generalmente mangueras de incendio de 1½, 2½ y 3 pulgadas con lanzas para espuma y agua, soportes de mangueras y otros accesorios.

Estos vehículos lanza espuma han logrado una aceptación creciente en las refinerías y plantas petroquímicas, en vez de la instalación de sistemas de espumas fijos, sus ventajas son:

1) Posibilidad de descargar su capacidad máxima contra cualquier incendio que se presente en la planta industrial, en vez de tener solamente ciertas zonas limitadas protegidas por sistemas fijos.

2) Mayor seguridad, porque su equipo es fácil de mantener; por lo tanto, se pueden simplificar los procedimientos de operación y se instruye más fácilmente al personal en su empleo.

3) Algunos modelos están provistos de lanzas monitoras montadas en brazos articulados o telescópicos, permitiendo descargar la espuma desde varias alturas y desde todos los ángulos contra los equipos incendiados. (Fig. 3.8)

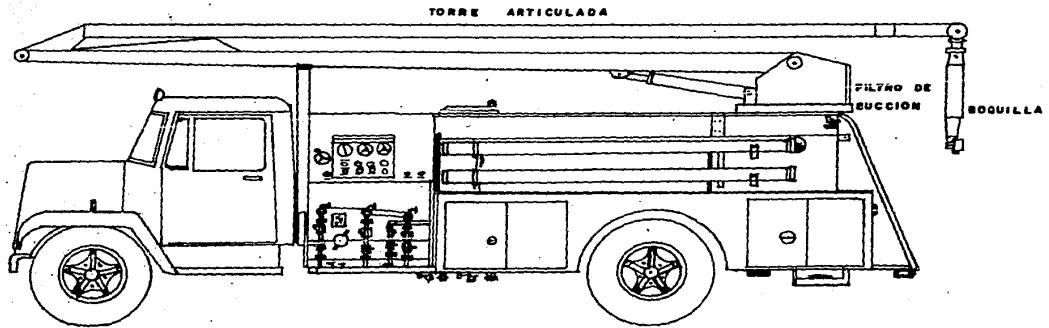


FIG. 3.8 VEHICULO CONTRA INCENDIO

Considerando que toda planta industrial ya sea de refina--
ción ó petroquímica tiene tanques de almacenamiento conteniendo
materias primas, productos intermedios o finales de sus proce--
sos (generalmente líquidos inflamables ó combustibles) es nece--
sario protegerlos de un posible incendio. A continuación se --
describe la forma de protegerlos indicando algunos criterios ge
nerales a considerar en el diseño de esta protección. Cabe men--
cionar que la nomenclatura indicada en las tablas para el dise--
ño de sistemas a base de espuma es la correspondiente al fabri--
cante NATIONAL FOAM.

El método práctico efectivo de protección de tanques de --
almacenamiento de líquidos inflamables es con sistema de extin--
ción mediante espuma.

SELECCION DEL SISTEMA APROPIADO DE ESPUMA.- Primero, es ne--
cesario determinar el tipo de líquido inflamable ó combustible--
almacenado en el tanque, subdividiendose básicamente en: hidro--
carburos y solventes polares; los primeros incluyen productos -
de petróleo tales como aceite crudo, gasolina, combustibles pa--
ra avión, etc. los cuales no son solubles en agua, la segunda -
clasificación incluye alcoholes, cetonas esterres y otros líqui--
dos solubles en agua. Las espumas mecánicas fluoroproteínicas--
son apropiadas para la protección de productos de petróleo, las
espumas a base de esterres organo metálicos, estabilizadores sin
téticos, compuestos fluoro carbonados así como la espuma "UNI--
VERSAL" son necesarias para solventes polares.

En la tabla 3.2 se indican las espumas recomendadas, % do--
sificación y métodos de aplicación para riesgos de hidrocarbu--
ros.

ESPUMAS , DOSIS Y METODOS DE APLICACION RECOMENDADOS PARA
PROTEGER RIESGOS DE HIDROCARBUROS

	RIESGO DE HIDROCARBUROS		
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO .1G GPM/pie(4LPM/m)DOSIS APLIC.	INCENDIOS DERRAMES .16GPM/Pie(6 IPM/m)	
	CAMARAS SUPERIORES FIJAS	INYECCION SUBSUPERFICIE	BOQUILLAS MONITORES DISPOSITIVOS AEREOS
FLUOROPROTEINA			
AER-O-FOAM XL-3	3%	3%	3%
AER-O-FOAM XL-6 (E ESPUMA FRIA)	6%	6%	6%
PROTEINA REGULAR			
AER-O-FOAM 3% (E ESPUMA FRIA)	3%	NR	3%
AER-O-FOAM (E ESPUMA FRIA)	6%	NR	3%
AER-O-WATER (AFFF)			
AER-O-WATER PLUS (E ESPUMA FRIA)	3%	NR	3%
AER-O-WATER 6	NR	NR	6%
UNIVERSAL	3%	4%	3%
AER-O-WATER PSL	6%	3%	6%

TABLA 3.2

Las espumas listadas en la tabla 3.2 no son recomendadas - para riesgos de incendios tipo solvente polar, a excepción de - la universal y la Aer-O-Water PSL.

Una vez determinado el tipo de producto, se deberá considerar el tipo de tanque de almacenamiento. Los líquidos inflama-

bles son almacenados en tanques de distintos tipos, los más comúnmente empleados son:

- TECHO CONICO
 - TECHO FLOTANTE
 - TANQUES HORIZONTALES
- { Con tapa abierta
Cubierto

TANQUES DE TECHO CONICO. Están equipados con un techo fijo de forma cónica soldado a las paredes del recipiente, son diseñados de acuerdo al estandar del A.P.I. siendo débil esta unión, de tal forma que en caso de una explosión interna esta unión " falla " expulsando el techo, quedando las paredes intactas reteniendo el contenido del tanque. El fuego resultante cubrirá la superficie expuesta de el producto.

Existen 4 métodos de protección de Tanques de Techo Cónico.

- a) EL METODO SUB-SUPERFICIE
- b) EL METODO DE CAMARA DE ESPUMA
- c) EL METODO DE TORRE PORTATIL DE ESPUMA
- d) EL METODO DE BOQUILLA Y MONITORES PORTATILES DE ESPUMA

A) Método sub-Superficie (Inyección Base). Los sistemas sub-superficie son apropiados solamente para la protección de hidrocarburos. Los tanques que almacenan solventes polares no pueden protegerse por este método.

El método de sub-superficie produce espuma con un formador de alta contrapresión (Fig. 3.9), que fuerza a la espuma genera

da a través de la tubería al fondo del tanque. Esta tubería - puede ser la línea existente de producto o una línea instalada específicamente para la aplicación de espuma (Fig. 3.10). La - espuma viaja ascendente y continuamente hacia el producto en - forma de capá compacta sobre la superficie. La espuma utilizada en este sistema debe ser formada con espuma líquida fluoropro-- teínica.

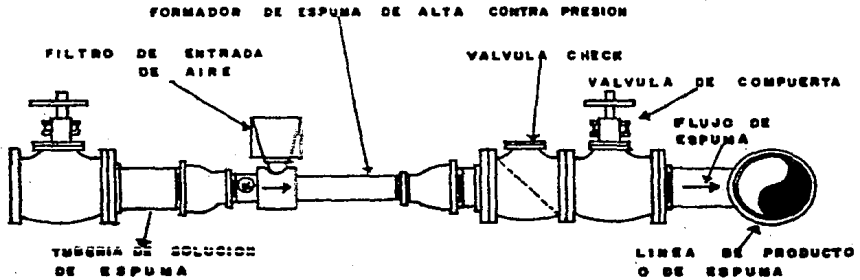


Fig. 3.9: INSTALACION TIPICA DE UN FORMADOR DE ESPUMA DE ALTA CONTRA PRESION.

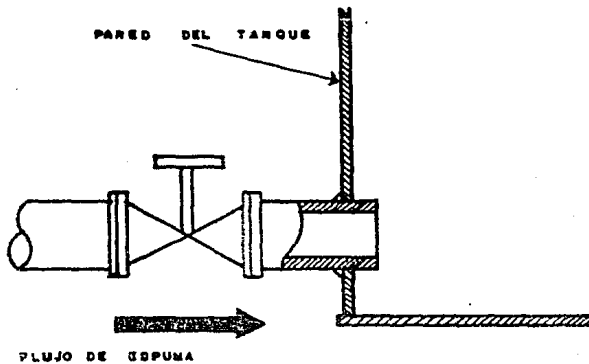


Fig. 3.10: CONECCION TIPICA DE DESCARGA EN TANQUES.

Los criterios de diseño para este sistema son:

A.1) Dosis de Aplicación de la Solución de Espuma. Esta - deberá ser de 0.1 G.P.M./FT2 (4 L.P.M./M2) del área superfi- - cial del tanque, las pruebas indican que la dosis máxima de in- yección es de 0.3 G.P.M./FT2 más allá de la cual la efectividad de extinción decrece.

A.2) Número de Boquillas de Descarga de Espuma. Estos re- - querimientos están basados en observaciones de varias pruebas - los cuales están listados en la tabla 3.3.

TABLA 3.3. BOQUILLAS DE DESCARGA DE ESPUMA

DIAMETRO DEL TANQUE PIES (METROS)	CRUDO	COMBUSTOLEO
HASTA 80 (24.4)	1	1
DE 80 A 120 (24.4 a 36.5)	2	1
DE 120 A 140 (36.5 a 42.6)	3	2
DE 140 A 160 (42.6 a 48.7)	4	2
DE 160 A 180 (48.7 a 54.8)	5	2
DE 180 A 200 (54.8 a 60.9)	6	3
DE 200(60.9)AUMENTAR UNA BOQUILLA P/ESTAS AREAS 5000 ft ² (464.5m ²)		7500 ft ² (696.7 m ²)

A.3) La cantidad de líquido de espuma está determinada por la Ecuación 3.1

$$(A) (v) (\%) (t) = Q \quad (\text{Ec. 3.1})$$

donde:

A= área líquida superficial a proteger (pies²)

v= Dosis de aplicación de la solución de espuma ($\frac{\text{gal}}{\text{min pie}^2}$)

- %= Porcentaje de dosificación de líquido de espuma
 t= Tiempo mínimo de operación (minutos)
 Q= Cantidad mínima de líquido de espuma requerida (galones)

En la tabla 3.4 se indica el tiempo de operación del líquido de espuma para diferentes productos; así mismo se debe considerar un tiempo de operación adicional, indicado en la tabla -- 3.5 para uso complementario de corrientes de espuma aplicadas con manguera.

TABLA 3.4 TIEMPO REQUERIDO DE OPERACION DE LIQUIDO DE ESPUMA EN EL METODO SUBSUPERFICIE

PRODUCTO	TIEMPO DE OPERACION (MINUTOS)
ACEITES LUBRICANTES, RESIDUOS VISCOSOS, ETC. CON PUNTOS DE FLASHEO SUPERIORES DE 200°F (93°C)	25
COMBUSTOLEO, KEROSENO, ETC. CON PUNTO DE FLASHEO DE 100°F (38°C) A 200°F (93°C)	30
GASOLINA, CRUDO, BENCENO, ETC. CON PUNTOS DE FLASHEO INFERIORES DE 100°F (38°C)	55

TABLA 3.5 REQUERIMIENTOS ADICIONALES PARA MANGUERA

DIAMETRO DEL TANQUE MAYOR PIES (METROS)	NUMERO MINIMO DE CORRIENTES CON MANGUERA	TIEMPO DE OPERACION (MINUTOS)
HASTA 35 PIES (10.6)	1	10
DE 35 A 65 (10.6 a 19.8)	1	20
DE 65 A 95 (19.8 a 28.9)	2	20
DE 95 A 120 (28.9 a 36.6)	2	30
DE 120 (36.6)	3	30

A.4) Formadores de Espuma.- Estos serán del tipo de alta - contra-presión diseñados para operar a presiones de entrada de 100 a 300 psi produciendo espuma con expansión de 2 a 4 veces , están disponibles en un amplio rango de dimensiones. Con conexiones hembra y macho de 2½" de diámetro a la entrada y en la descarga para uso portátil con líneas de manguera. La selección típica del formador de espuma para diferentes diámetros de tanques de almacenamiento se muestra en la tabla 3.6

Para este método de sub-superficie se recomiendan dosificadores de los tipos de: presión, presión balanceada y diafragma. Cabe mencionar que en este método de protección, la profundidad de residuos de agua debe de ser determinada para estar seguros de que la espuma no ha sido inyectada dentro del agua. Esto resultaría en la dilución y descomposición de la espuma.

B) METODO DE CAMARA DE ESPUMA.- Como se puede observar en la fig. 3.11 este método consiste de una o más cámaras de espuma instaladas sobre la pared del tanque justamente bajo el techo. La tubería de la solución de espuma es tendida desde el dosificador, fuera de la pared del dique hasta el formador de espuma localizado arriba de la cámara. Un deflector es localizado dentro del tanque para que la espuma se dirija contra la pared del tanque.

Las espumas utilizadas en esta aplicación son del tipo delíquidos regulares a base de surfactantes fluorocarbonados y aplicables a la protección de hidrocarburos.

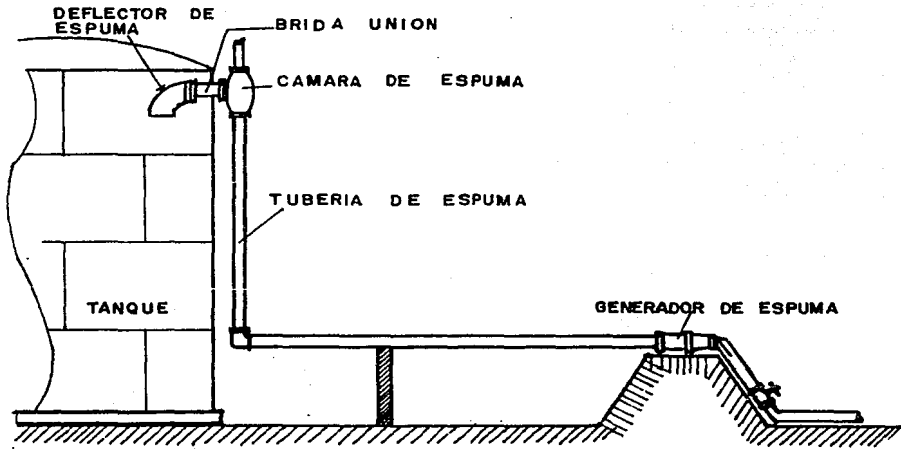


FIG. 3.11 INSTALACION DE CAMARA DE ESPUMA

TABLA 3.6 SELECCION DEL FORMADOR DE ESPUMA

DIAMETRO DEL TANQUE Ft(m)	AREA DEL TANQUE Ft ² (m ²)	GASTO NORMAL DE APLICACION DE LA SOLUCION G.P.M. (L.P.M.)		NUMERO DE PUNTOS DE INYECCION DE ESPUMA CRUDO COMBUSTOLEO		FORMADOR DE ESPUMA REQUERIDO
		36(11)	1010(93.8)	102(386)		
60(18.3)	2887(262.6)	283(1071)		1	1	1-PHB-30A
90(27.4)	6362(591)	636(2407.1)		2	1	2-PHB-35A
120(36.6)	11310(1050.7)	1131(4280.6)		2	1	4-PHB-30A
144(43.9)	16286(1513)	1629(6165.4)		4	2	4-PHB-40A
160(48.8)	20106(1867.4)	2010(7607.4)		4	2	4-PHB-50A
180(54.9)	25447(2364)	2545(9632.3)		5	2	6-PHB-45-A
200(61)	31416(2918.5)	3142(11891.8)		6	3	6-PHB-50A

DETERMINACION DEL NUMERO DE CAMARAS DE ESPUMA

DIAMETRO DEL TANQUE PIES (METROS)	NUMERO DE CAMARAS DE ESPUMA
HASTA 80 (24.4)	1
DE 80 a 120 (24.4 a 36.6)	2
DE 120 a 140 (36.6 a 42.7)	3
DE 140 a 160 (42.7 a 48.8)	4
DE 160 a 180 (48.8 a 54.9)	5
DE 180 a 200 (54.9 a 61)	6

TABLA 3.7

Los criterios que se deben considerar en este método son:

B.1 La dosis de Aplicación de la Solución de Espuma y el Tiempo mínimo de Operación serán los mismos que para el método sub-superficie (Ver punto A.1 y Tabla 3.4)

B.2 Número de cámaras de espuma. Los requerimientos son determinados por el diámetro del tanque; donde se requieran 2 ó más cámaras de espuma deberán ser igualmente espaciadas alrededor del tanque. Cada cámara será diseñada para manejar aproximadamente la misma cantidad de espuma. La tabla 3.7 indica el número de cámaras de espuma requeridas para diferentes diámetros de tanques de techo cónico.

B.3 La cantidad de líquido de espuma es determinada por medio de la Ec. 3.1 (Ver punto A.3)

Para una planta conteniendo varios tanques conectados a un mismo sistema, el requerimiento mínimo para la protección será el calculado con el tanque de mayores dimensiones de acuerdo con el standar del N.F.P.A. el sistema será diseñado para este riesgo.

De igual modo que en el método sub-superficie se deberá -- considerar una cantidad complementaria de espuma por la aplicación con manguera (50 G.P.M.) así como el tiempo mínimo que operará (10-30 minutos). Las dimensiones de la cámara depende de la capacidad requerida y de la presión disponible del formador-

de espuma. La Fig. 3.12 muestra el rango de capacidades de cámaras a distintas presiones de entrada de formadores de espuma.

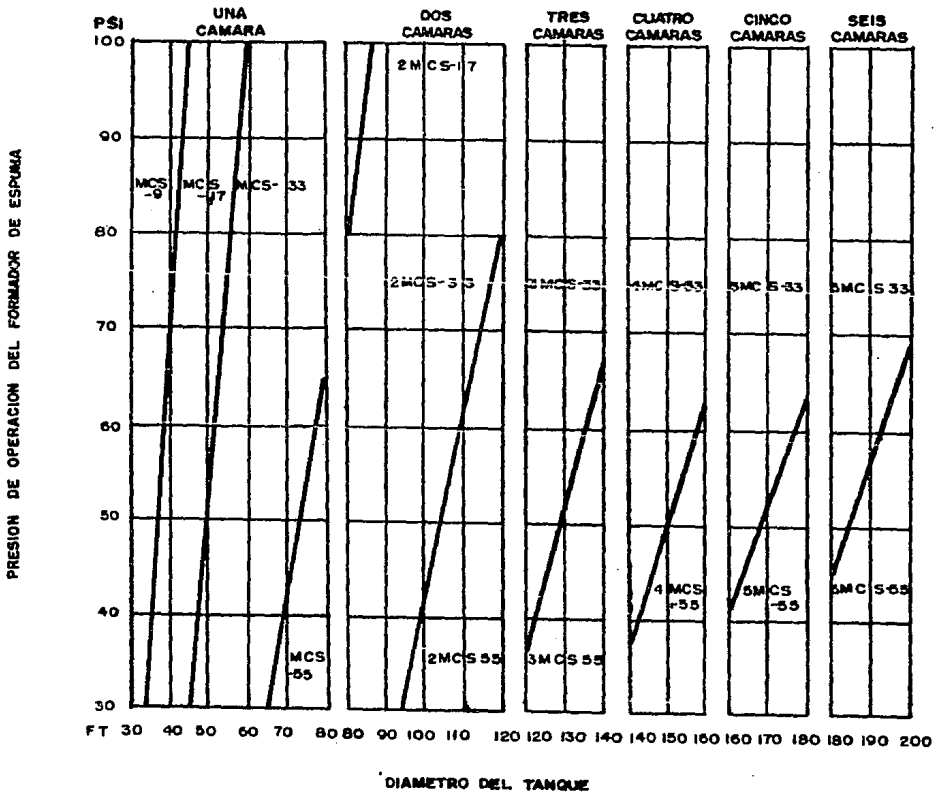


FIG. 3. 12 SELECCION DEL TIPO DE CAMARA DE ESPUMA

C) METODO DE TORRE PORTATIL DE ESPUMA. Este método es aplicable para proteger tanques que contienen hidrocarburos. La torre portátil debe ser transportada a la escena de fuego y "erecida" para descargar dentro del tanque en combustión, este método tiene algunas limitaciones tales como: Se requiere accesibilidad al tanque, el personal debe permanecer en el sitio de fuego operando el aparato, en ocasiones son necesarios vehículos especiales para transportar equipo en la cercanía del fuego, la conveniencia de este sistema está determinada por la disponibilidad de personal y equipo. No son prácticas para tanques cuyo diámetro sea superior a 200 FT (61m)

La tabla 3.8 indica las dimensiones de las torres, así como la capacidad de la solución de las mismas para distintas presiones de formadores de espuma:

Al igual que en otros métodos es necesario considerar la dosis de aplicación (0.1 G.P.M.), posteriormente determinar el número de torres en función del diámetro del tanque (Tabla 3.9), y por último las dimensiones de la (s) torre (s).

D) METODO DE BOQUILLAS PORTATILES.- Consiste en la instalación de tubería vertical desde el piso a la plataforma, terminando en una conexión a la cual puede ser acoplada una manguera o boquillas portátiles de espuma al momento del incendio.

Un formador de espuma también es instalado en este punto, de tal forma que el operador baje por la escalera con la boquilla de espuma descargando directamente sobre el área del sello-bajo la plataforma.

SELECCION DEL TIPO DE TORRES PORTATIL DE ESPUMA

MODELO No. FORMADOR DE ESPUMA	CAPACIDAD (G.P.M.)			CAPACIDAD (LPM)		
	40 psi	75 psi	100 psi	276 (kPa)	517 (kPa)	689 (kPa)
HT-9	50-90	64-132	79-152	(189-341)	(242-500)	(299-575)
HT-17	90-175	132-237	152-277	(341-662)	(500-897)	(575-1048)
HT-33	175-380	238-520	277-600	(662-1438)	(897-1968)	(1048-2271)
HT-55	380-600	520-600	600	(1438-2271)	(1968-2271)	(2271)

T A B L A 3.8

DETERMINACION DEL NUMERO DE TORRES DE ESPUMA

DIAMETRO DEL TANQUE PIES (METROS)	NUMERO DE TORRES DE ESPUMA
HASTA 80 (24.4)	1
DE 80 A 120 (24.4 a 36.5)	2
DE 120 a 140 (36.5 a 42.6)	3
DE 140 a 160 (42.6 a 48.7)	4
DE 160 A 180 (48.7 a 54.8)	5
DE 180 a 200 (54.8 a 60.9)	6

TABLA 3.9

NOTA: CUANDO SEAN NECESARIAS DOS O MAS TORRES, ESTAS DEBERAN MANEJAR APROXIMADAMENTE IGUAL CANTIDAD DE ESPUMA.

Las boquillas de espuma generalmente son utilizadas para - protección auxiliar conjuntamente con un sistema fijo de tubería o con torres portátiles, apropiadas para protección primaria de tanques de almacenamiento pequeños de techo fijo así como para extinción de fuegos en las orillas de tanques de techo flotante. Para tanques almacenando hidrocarburos la dosis de - aplicación de espuma para estas boquillas es generalmente de - 0.16 G.P.M./FT2.

El número de boquillas para esta aplicación depende de cada caso en particular, sin embargo, se deben considerar factores tales como viento, rango de boquillas y eliminación de calor.

La cantidad de líquido de espuma es determinada (Ec 3.1) - considerando el tiempo de operación indicado en la Tabla 3.10.

PRODUCTO	TIEMPO MINIMO DE DESCARGA (MINUTOS)
ACEITES LUBRICANTES, RESIDUOS VISCOSOS, COMBUSTIBLES, ETC. CON PUNTOS DE FLASHEO SUPERIORES A 200°F (93°C)	35
KEROSENO, ACEITES LIGEROS, DIESEL, ETC. CON PUNTOS DE FLASHEO DE 100°F (38°C) A 200°F (93°C)	50
GASOLINA, NAFTA, BENZOL Y LIQUIDOS SIMILARES CON PUNTOS DE FLASHEO INFERIORES A 100°F (38°C)	65
PETROLEO CRUDO	65

T A B L A 3.10

TIEMPO REQUERIDO DE OPERACION DE LIQUIDO DE ESPUMA
EMPLEANDO TORRE PORTATIL

Protección de Tanques de Techo Flotante. En el caso de tanques de techo flotante abierto, los incendios generalmente son limitados al área hermética anular entre el techo flotante y la pared del casco. El área hermética puede consistir de un sello de tubo de neopreno, el sello será protegido por un protector de intemperie de tela ó metal. Las flamas pueden ser visibles entre el área del protector de intemperie y el casco. Para extinguir este fuego, es necesario aplicar la espuma entre el protector y el casco. La experiencia ha demostrado la extinción de éstos fuegos con extintores portátiles operándolos desde la viga estructural que circunda al tanque o desde el mismo techo-flotante.

Cuando grandes partes del área hermética están involucradas, es preferible tener al menos dos chorros de manguera trabajando en direcciones opuestas. Si el área hermética o sello se está quemando por debajo de la plataforma de la escalera, impidiendo el acceso, la espuma se puede aplicar por medio de Torres portátiles de espuma, monitores o chorros con manguera desde plataformas elevadas. Sin embargo, debe tenerse cuidado de que cantidades excesivas de espuma no fluyan sobre el techo y así evitar que el techo se hundá.

La velocidad de aplicación de la solución de espuma será de 0.16 G.P.M./FT² de área anular entre la pared del tanque y la espuma retenida operando el sistema durante 20 minutos.

Techo Flotante Cubierto. Estos tanques son identificados fácilmente desde el exterior por las aberturas localizadas alrededor del casco del tanque debajo de la unión del techo, están usualmente libres de cualquier mezcla ignífuga excepto durante-

los períodos iniciales de llenado y de ahí en adelante, de 18 a 25 horas, dependiendo de la volatilidad del producto. Estos tanques tiene un excelente record de Seguridad, sin embargo, se han presentado algunos incendios, siendo bastante difíciles de extinguir.

Las aberturas laterales son muy pequeñas para permitir que lleguen los chorros de espuma desde el suelo. En algunas ocasiones, los techos cónicos se han desprendido involucrando el fuego a toda el área, cuando el techo flotante se hunde el incendio se debe tratar como en el caso de un tanque de techo cónico y extinguirlo por medio de los sistemas ya descritos anteriormente. Sin embargo es conveniente señalar que la inyección sub-superficie es dudosa por la obstrucción del techo flotante, pues no se sabe el hundimiento del mismo.

Protección de Tanques Horizontales. Estos tanques generalmente están cercados por diques de concreto debido a que una explosión interna provocaría derrame sobre el piso del líquido contenido en ellos, por esta razón la espuma aplicada considera el área que circunda el dique.

Normalmente este tipo de tanques son protegidos por el método de formador de espuma fijo consistente en una instalación de tubería por la parte externa de la pared del dique conectando una serie de formadores de espuma igualmente espaciados que descargan espuma al interior del dique, el sistema puede ser alimentado por un camión ó por un equipo de dosificación insta-

lado en una casa de espuma. La dosis de aplicación de espuma - recomendada es de 0.16 G.P.M./FT² del área del dique, con un su ministro mínimo requerido de 10 minutos. Para una apropiada - distribución de espuma las boquillas de descarga se colocan se- paradamente a 30 pies (9 metros). Para determinar la capaci-- dad de cada formador de espuma se divide el gasto total de solu-- ción de espuma para el área del dique protegida por el número - de formadores requerido.

PROTECCION DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE SOLVENTES POLARES

Los métodos y criterios de diseño descritos para la protec-- ción contra incendio de tanques de almacenamiento conteniendo - hidrocarburos son aplicables para aquellos que almacenan solven-- tes polares con las siguientes consideraciones:

- a) Se utilizan espumas " tipo alcohol " para combatir es - tos incendios.
- b) No es apropiado el método de sub-superficie.
- c) El criterio de dosis de aplicación de solución de espu-- ma depende del agente y del producto a proteger, indica-- das en la tabla 3.11
- d) Para tanques de techo cónico el tiempo mínimo de opera-- ción a la velocidad de descarga mínima deber ser 30 mi-- nutos.

LIQUIDO INFLAMABLE	UNIVERSAL				AER-O-WATER PSL				AER-O-FOAM "99"	
	CAMARAS FIJAS		BOQUILLAS Y MONITORES		CAMARAS FIJAS		BOQUILLAS Y MONITORES		CAMARAS FIJAS	BOQUILLAS Y MONITORES
	DOSIFICACION		DOSIFICACION		DOSIFICACION		DOSIFICACION		Solamente	6%
	10%	6%	10%	6%	10%	6%	10%	6%		
ALCOHOLES										
Isopropanol (99%)	.08 (3)	.15 (6)	.16 (6)	.20 (8)	.16 (6)	.20 (8)	.20 (8)	.25 (10)	.15 (6)	.20 (8)
Methanol	.08 (3)	.12 (5)	.12 (5)	.16 (6)	.10 (4)	.16 (6)	.16 (6)	.20 (8)	.10 (4)	.16 (6)
N-Propanol	.08 (3)	.10 (4)	.12 (5)	.16 (6)	.10 (4)	.10 (4)	.12 (5)	.16 (6)	.10 (4)	.16 (6)
N-Butanol	.08 (3)	.10 (4)	.12 (5)	.16 (6)	.10 (4)	.10 (4)	.12 (5)	.16 (6)	.10 (4)	.16 (6)
Alcohol Terbutilico	.20 (8)	.25 (10)	.25 (10)	.30 (12)	.30 (12)	.35 (14)	.30 (12)	.35 (14)	.20 (8)	.25 (10)
Isodecanol	.08 (3)	.10 (4)	.10 (4)	.12 (5)	.10 (4)	.10 (4)	.10 (4)	.16 (6)	.10 (4)	.16 (6)
ESTERES										
Etil Acetato	.08 (3)	.10 (4)	.10 (4)	.12 (5)	.10 (4)	.10 (4)	.10 (4)	.16 (6)	.10 (4)	.16 (6)
N-Propil Acetato	.08 (3)	.10 (4)	.10 (4)	.12 (5)	.10 (4)	.10 (4)	.10 (4)	.16 (6)	.10 (4)	.16 (6)
Butil Acetato	.08 (3)	.10 (4)	.10 (4)	.12 (5)	.10 (4)	.10 (4)	.10 (4)	.16 (6)	.15 (6)	.20 (8)
Metil Amil Acetato	.08 (3)	.10 (4)	.10 (4)	.12 (5)	.10 (4)	.10 (4)	.10 (4)	.16 (6)	.10 (4)	.16 (6)
Metil Acrilato	.08 (3)	.10 (4)	.10 (4)	.12 (5)	.10 (4)	.10 (4)	.10 (4)	.16 (6)	.10 (4)	.16 (6)
CETONAS										
Acetona	.10 (4)	.18 (7)	.18 (7)	.25 (10)	.16 (6)	.20 (8)	.20 (8)	.25 (10)	.20 (8)	.25 (10)
Metil-Etil-Cetona	.10 (4)	.18 (7)	.18 (7)	.25 (10)	.16 (6)	.20 (8)	.20 (8)	.25 (10)	.15 (6)	.20 (8)
Metil-Isobutil-Cetona	.08 (3)	.18 (7)	.10 (4)	.16 (6)	.10 (4)	.10 (4)	.10 (4)	.16 (6)	.20 (8)	.25 (10)
Glicol Eter	.08 (3)	.10 (4)	.10 (4)	.12 (5)	.10 (4)	.10 (4)	.10 (4)	.16 (6)	.10 (4)	.16 (6)
Propionaldehido	.08 (3)	.10 (4)	.10 (4)	.12 (5)	.10 (4)	.10 (4)	.10 (4)	.16 (6)	.10 (4)	.16 (6)

TABLA 3.11 DOSIS DE APLICACION RECOMENDADAS PARA SOLVENTES POLARES COMUNES
[GPM/FT² (LPM/m²)

- e) Para el método de torre portátil el tiempo mínimo de operación debe ser 55 minutos.

- f) Para el método de boquillas y monitores portátiles la cantidad de líquido de espuma debe ser suficiente para 65 minutos de operación.

El funcionamiento continuo y eficaz de los equipos para espuma en caso de emergencia depende completamente de la aplicación de procedimientos de mantenimiento, con verificaciones periódicas siempre que sea posible. Las muchas variaciones que existen de modelos, sistemas, equipos y aplicaciones para distintos riesgos, que requieren el empleo de distintos tipo de espuma hace imposible establecer reglas detalladas para las inspecciones periódicas por lo que solamente se mencionan algunas orientaciones generales.

Verificación de los concentrados espumógenos. Debido a que son soluciones acuosas de productos químicos orgánicos e inorgánicos, deben inspeccionarse cuidadosamente por si se presentaran modificaciones en su constitución ó en sus características. Debe evitarse la exposición a temperaturas extremas, contaminación ó la mezcla con otros materiales, así como la verificación de formación de precipitados.

Verificación de los Equipos. Inspecciones periódicas a dosificadores, bombas, tuberías, válvulas, etc. detectando corrosión, taponamiento de orificios, y de válvulas así como características físicas de la espuma tal como configuración de chorros porcentaje de concentración del espumógeno, etc.

3.3 ANHIDRIDO CARBONICO (CO₂)

El anhídrido carbónico (CO₂) posee varias propiedades que lo convierten en un agente útil para la extinción de incendios: No es combustible, no reacciona con la mayor parte de las sustancias, proporciona su propia presión para descargarlo del extintor o del cilindro donde se almacena, no requiere protección para aplicarse a baja temperatura, puede penetrar y repartirse por todas las zonas del área incendiada, no es conductor de la electricidad y por lo tanto puede usarse contra los fuegos de equipos eléctricos bajo tensión. No causa daño a los equipos ó a los materiales sometidos a proceso y como no es necesario limpiar residuos, se reducen al mínimo tanto los daños como los períodos de paralización de las instalaciones.

Es un agente extintor eficaz, principalmente porque reduce el contenido de oxígeno del aire a un punto que no puede continuar la combustión. Así mismo la rápida expansión al convertirse en gas al ser expulsado del cilindro que lo contiene, produce un efecto refrigerante, formando nieve a una temperatura de 78.8°C absorbiendo calor tanto del material en ignición como de la atmósfera circundante.

La Tabla 3.12 indica las concentraciones mínimas de anhídrido carbónico para la extinción de incendios.

Aunque es ligeramente tóxico puede producir la pérdida de conocimiento e incluso la muerte cuando se encuentra en las concentraciones existentes en el combate de incendios. La máxima-

CONCENTRACIONES MINIMAS DE CO2 PARA LA
EXTINCION DE INCENDIOS

MATERIAL	CONCENTRACION MINIMA TEORICA ANHIDRIDO CARBONICO (%)
ACETILENO	55
ACETONA	26
BENZOL BENCENO.....	31
BUTADIENO	34
BUTANO	28
DISULFURO DE CARBONO	55
GAS DE CARBON O GAS NATURAL	31
CICLOPROPANO	31
DOWTERM(MEZCLA EUTECTICA DE DIFENILO Y OXIDO DE DIFENILO)	38
ETANO	33
ETER ETILICO	38
ALCOHOL ETILICO	36
ETILENO	41
DICLORURO DE ETILENO	21
OXIDO DE ETILENO	44
GASOLINA	28
HEXANO	29
HIDROGENO	62
ISOBUTANO	30
QUEROSENO	28
METANO	25
ALCOHOL METILICO	26
PENTANO	29
PROPANO	30
PROPILENO	30
ACEITES REFRIGERANTES Y LUBRICANTES	28

TABLA 3.12

concentración que pueden soportar las personas es aproximadamen-
te de 9% sin perder el conocimiento durante un breve tiempo.

El peligro de atmósferas pobres en oxígeno puede evitarse-
instalando sistemas de aviso y estableciendo ciertos procedi-
mientos de emergencia retrasando la descarga de CO₂.

Las limitaciones del CO_2 como agente extintor se deben a - que los fuegos aparentemente extinguidos pueden reinflamarse si permanecen superficies calientes después de que se ha disipado la atmósfera sofocante. No es efectivo contra fuegos de productos químicos que poseen su propio suministro de oxígeno así mismo no se aplica en fuegos de materiales químicos reactivos e - hidruros, ya que lo descomponen.

La principal característica que limita su empleo es su baja capacidad refrigerante en comparación con el agua, así como el problema que representa una provisión en cantidad suficiente.

Existen 2 métodos generales para aplicar anhídrido carbónico. Uno de ellos consiste en la creación de una atmósfera inerte en un recinto cerrado (inundación total), el otro método llamado de inundación local consiste en descargar el agente sobre la superficie de los líquidos inflamables. La aplicación local está en función de que no exista peligro de reignición. La capacidad de extinción de los sistemas de anhídrido carbónico depende de la forma en que se descargue sobre el área incendiada, velocidad de aplicación y cantidad total descargada.

Se emplean sistemas de tuberías, normalmente vacías, para transportar el anhídrido carbónico desde el depósito a las boquillas abiertas situadas en los puntos riesgosos que se desean proteger. Es esencial proyectar la tubería de modo que la presión absoluta no descienda de 75 lb/pulg.^2 (5 Kg./cm^2) puesto - que por debajo de esta presión el líquido remanente se precipi-

ta formando un sólido que tiende a taponar las tuberías y boquillas, la presión mínima de diseño será de 150 lb/pulg.² (10 kg./cm²), también debe tomarse en cuenta la resistencia a la corrosión, la incombustibilidad y la capacidad de soportar las temperaturas extremas en estos sistemas. Las boquillas utilizadas son del tipo pantalla (baja velocidad) o de tipo dechorro (alta velocidad) generalmente las primeras son destinadas a descargar CO₂ sobre fuegos de líquidos inflamables.

Este agente también puede utilizarse en sistemas de mangueras manuales conectadas permanentemente a una fuente de alimentación fija de CO₂ por medio de tuberías empleándose como complemento de los sistemas fijos cuando el área de un posible incendio pueda combatirse manualmente. El principio de funcionamiento de los sistemas automáticos es similar al descrito para protección con agua.

Cabe mencionar que todo sistema deberá disponer de una señal visual o acústica que indique con anticipación la descarga para dar tiempo de escapar de la zona donde el CO₂ creará una atmósfera pobre de oxígeno. Al igual que en otros sistemas de extinción para un buen funcionamiento se deberán realizar periódicamente inspecciones a todas las partes del sistema.

3.4 AGENTES HALOGENADOS

Los agentes extintores halogenados son hidrocarburos en los que uno ó más átomos de hidrógeno han sido sustituidos por átomos de halógeno (fluor, cloro, bromo y yodo). Los hidrocarburos de donde se derivan los agentes halogenados son gases muy inflamables y, en muchos casos, la sustitución de los átomos de halógeno, no sólo les confiere ininflamabilidad, sino propiedades extintoras. Los agentes que han encontrado aplicación como extintores se derivan del METANO (CH_4) y del ETANO ($\text{CH}_3\text{-CH}_3$). Estos agentes se conocen actualmente como halones, cuya nomenclatura es numérica.

El primer dígito representa el número de átomos de carbono de la molécula compuesta, el segundo los de fluor, el tercero de cloro, el cuarto los de bromo y el quinto, el número de átomos de yodo.

El mecanismo de extinción de los agentes halogenados se fundamenta por la interrupción de la reacción en cadena (INHIBICION). Poseen baja conductividad eléctrica, dejan pocos residuos corrosivos o abrasivos después de su empleo.

Estos agentes no son aplicables a incendios de productos químicos que poseen su propio suministro de oxígeno ni a los ocasionados por materiales químicos reactivos e hidruros. Presentan reducida eficacia contra fuegos clase "A" y el costo relativamente alto determina que se disponga de una cantidad reducida para la protección.

De igual manera que para el anhídrido carbónico, para aplicar estos agentes halogenados se tienen sistemas de inundación total y local. Estos sistemas de agentes halogenados se consideran generalmente útiles cuando:

- Se requiere un agente limpio.
- Existan circuitos eléctricos y electrónicos con corriente.
- El riesgo se presenta en objetos o instalaciones para procesos industriales de gran valor.
- Existe una limitación del agua disponible.

El funcionamiento de éstos sistemas son en general similares a los que emplean otros agentes.

Se debe efectuar una verificación visual cada 6 meses, en búsqueda de indicios de corrosión o de otros daños en boquillas y tuberías, localización de alarmas, así como revisión de la cantidad de agente extintor en los depósitos de almacenamiento, etc. Comprobar una vez al año el funcionamiento de los aparatos de detección de los circuitos de activación con los mecanismos de disparo desconectados, lo anterior con la finalidad de garantizar una operación satisfactoria del sistema.

3.5 POLVOS QUIMICOS

Los principales productos que se emplean en la producción de polvos secos son: bicarbonato sódico, potásico, cloruro potásico y fosfato monoamónico, mezclados con aditivos que les confieren fluidez y repulsión al agua.

Estos agentes poseen las siguientes características:

- Estables a temperaturas bajas y normales.
- Nula toxicidad.
- No son conductores de la electricidad.
- Compatibilidad con espumas proteínicas.
- Rapidez en la extinción.

Sus efectos de extinción sobre los incendios se deben a sofocamiento y enfriamiento ya que al aplicarse producen una nube de polvo que separa las flamas y el combustible, sin embargo, - el mecanismo que contribuye principalmente en la extinción es - la inhibición de la reacción en cadena.

Estos polvos son de gran eficacia para la extinción de incendios de líquidos inflamables en que participa equipo eléctrico bajo tensión, así como en combustibles sólidos. Su aplicación no es apropiada a las instalaciones donde se encuentra - - equipo eléctrico delicado ya que las propiedades aislantes, así como su ligera corrosividad dañan el equipo.

La aplicación se realiza por medio de extintores portátiles, mangueras manuales o sistemas fijos.

Se recomiendan almacenarlos a una temperatura máxima de - 60°C ya que a temperatura superiores, los aditivos pueden fundirse permitiendo que el polvo se aglomere y endurezca.

La descarga de grandes cantidades pueden causar dificultades temporales de la respiración y problemas de visibilidad.

El principio de funcionamiento de los sistemas que aplican este agente extintor, así como las medidas de revisión e implementación de los mismos son similares a los ya descritos anteriormente.

Para el caso de incendios de metales combustibles se utilizan polvos poivalentes de formulación específica.

- EXTINTORES PORTATILES. Considerando que prácticamente todos los incendios son pequeños en su origen, y que podrían extinguirse fácilmente, si existiera a mano la cantidad suficiente de los agentes extintores ya mencionados y aplicados con rapidez, es necesario contar con EXTINTORES PORTATILES independientemente de las ya mencionadas medidas de protección contra incendio.

Algunos extintores portátiles son muy efectivos solamente contra una clase de fuego; otros son útiles para dos o tres clases de fuegos. Estos extintores se clasifican en base al agente extintor utilizado:

- AGUA
- ANHIDRIDO CARBONICO (CO₂)
- HALONES
- POLVO QUIMICO SECO Y POLVOS ESPECIALES
- ESPUMA

EXTINTOR DE AGUA. Los tipos más comunes son los que se conocen con los nombres de: agua a presión (Fig. 3.13) y agua con cartucho de presión (Fig. 3.14), generalmente se encuentran en capacidades desde 2½ Gal. (9.5 lts.), como equipo manual, hasta el equipo pesado sobre ruedas de 40 gal. (152 lts.) o de mayor capacidad. El extintor de agua a presión consta de un recipiente diseñado a presión. En su parte superior se localiza una válvula de inyección, otra de salida y un manómetro. La válvula de salida se localiza en el cabezal del aparato, y, se acciona al oprimir las dos secciones del maneral, en una de éstas se encuentra un seguro que impide el accionamiento accidental de la válvula de salida, algunos están provistos de mangueras de descarga, y, otros solamente tienen boquilla.

El segundo tipo de éste extintor consta de dos cuerpos. El mayor, que es el que contiene el agua, y, un cilindro pequeño de metal que contiene el CO₂ a presión. En la parte superior se localiza un botón que va conectado a una aguja. Al ser golpeado con fuerza el botón, la aguja perfora el sello metálico que se encuentra en la parte superior del cartucho, liberándose así la presión que expulsa el líquido; una vez accionado se vacía totalmente.

EXTINTOR DE CO₂. Los extintores de anhídrido carbónico son

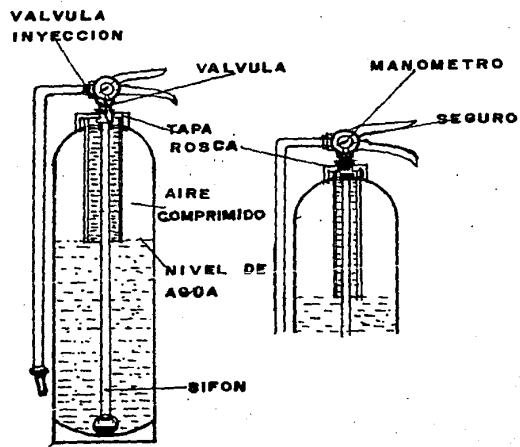


FIG. 3.13 EXTINGUIDOR "AGUA A PRESION"

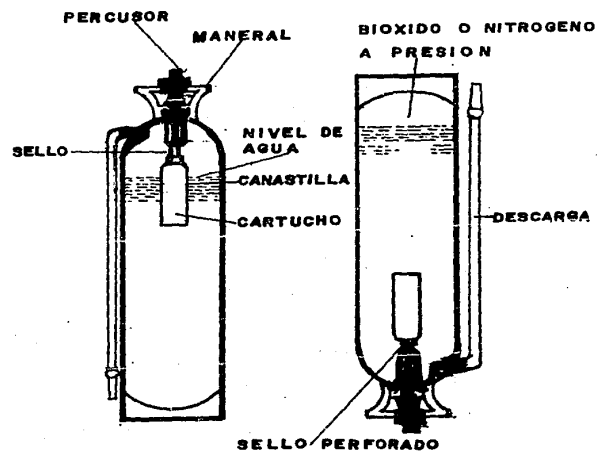


FIG. 3.14 EXTINGUIDOR DE AGUA CON CARTUCHO DE PRESION.

construidos de metal de acero para operar a una presión de 63 - Kg/cm² (900 $\frac{lb}{pul.2}$).

El extintor de CO₂ (Fig. 3.15) está compuesto de tres partes principales:

- Un cilindro de acero para contener el CO₂ a alta presión (estado líquido)
- Una válvula que evita que salga el gas del cilindro.
- Una manguera con corneta.

El alcance de un extintor de CO₂ es aproximadamente de 2 a 3 metros en forma horizontal y 1.5 metros en forma vertical. Se obtienen mejores resultados si se usa lo más cerca posible del fuego acercando la corneta a los bordes o a la parte inferior del objeto incendiado, moviéndola gradualmente en forma de vaivén hasta cubrir el fuego. La descarga del CO₂ debe continuar por algún tiempo con el fin de enfriar el aire en el área afectada y evitar la reignición.

-EXTINTOR DE HALONES. Consiste en un recipiente que contiene el agente, un tubo de sifón y una válvula para liberar el contenido, para mejorar su funcionamiento el cilindro se mantiene a presión por medio de nitrógeno, al operar el extintor, la presión de vapor hace que el agente se expanda y descargue sobre el área incendiada, tienen un alcance horizontal de 3 a 4.5 m.

-EXTINTOR DE POLVO QUIMICO SECO. Generalmente consta de un recipiente para el depósito de polvo, este cuerpo es de acero inoxidable para resistir una presión de hasta 42 Kg/cm² (600 -- lb/pulg²). A un costado del cuerpo exterior del extinguidor lle

va un recipiente pequeño o cápsula que contiene gas (CO_2, N_2) - a una presión de 60 kg./cm^2 (850 lb/pulg^2). Esta cápsula está unida a un tubo que llega al fondo del extintor, por donde fluye el gas forzando al polvo a salir por la manguera.

en la parte superior, donde se enrosca el cartucho de gas, lleva un percusor con un aguja que rompe el sello del pequeño - cilindro, lo que da lugar al flujo de gas.

El extintor funciona operando el maneral disparador dando un alcance de 2 a 4 m. En la parte superior tiene una tapa con empaque para cubrir la boca de carga del polvo químico, a un - costado de la parte superior del extintor se encuentra la manija para transportarlo . (Fig. 3.16)

-EXTINTOR DE ESPUMA, Los extintores de espuma química son-
construidos de acero inoxidable, lámina galvanizada o latón. Es
tos equipos están diseñados para operar a presión durante la -
reacción de las sustancias.

En el recipiente exterior se almacena una solución de bi--
carbonato de sodio al 8% con un agente estabilizador al 3% (so-
lución "B")

El recipiente interior contiene una solución de sulfato de
aluminio al 13% en agua (solución "A"). Al invertir el extin--
tor las dos soluciones se mezclan produciendo espuma (Fig.3.17)

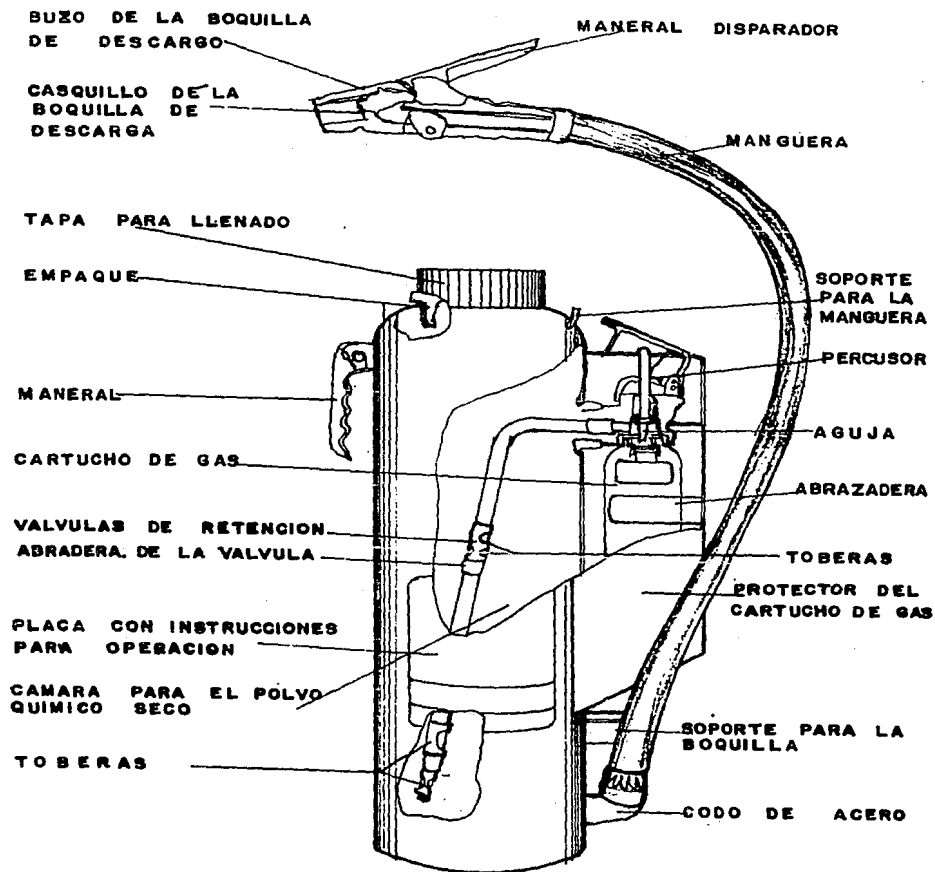


FIG. 3.16. EXTINGUIDOR DE POLVO QUIMICO DE 9 Kg. (20 LIBRAS) DE CAPACIDAD CON CARTUCHO.

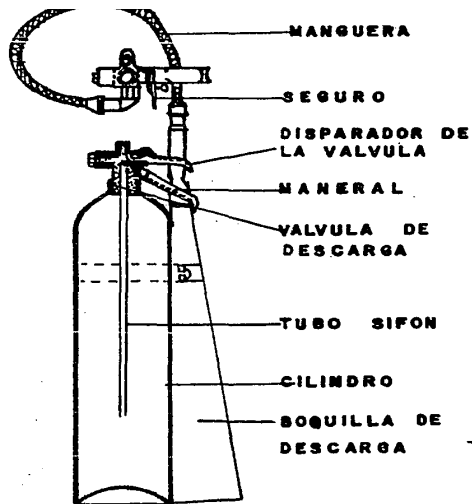


FIG. 3.15 EXTINGUIDOR DE
BIOXIDO DE CARBONO

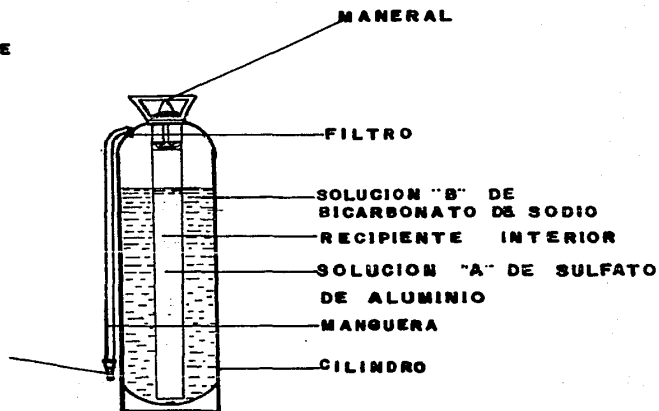


FIG. 3.17 EXTINGUIDOR DE ESPUMA
QUIMICA

La construcción de los extintores de espuma mecánica es similar a los descritos anteriormente. En este caso un flujo de agua por la manguera y a través del proporcionador crea el vacío necesario para succionar el líquido espumante, y formar una solución, que al llegar a la boquilla introduce el aire para la formación de la espuma (Fig. 3.18)

Las espumas utilizadas en este tipo de extintores son las ya mencionadas en este capítulo.

En los sitios donde existan condiciones muy peligrosas, además de los extintores manuales se requiere la disponibilidad de extintores sobre ruedas que contengan CO₂, espuma y polvo químico seco. Aunque las características de manejo y técnicas de aplicación sean bastante similares a las de los modelos portátiles equivalentes es recomendable que este equipo sea empleado exclusivamente por personal instruido.

Los extintores portátiles antes mencionados tienen su máxima eficacia cuando están permanentemente disponibles y existen en número suficiente y con capacidad de extinción adecuada para su empleo.

Para evitar pérdidas de tiempo innecesarias de búsqueda y toma de extintores se recomienda ubicar tales equipos en sitios que:

- Favorezcan una distribución uniforme
- Sean de fácil acceso
- Estén cerca de los trayectos normalmente recorridos.
- No esten expuestos a sufrir daños físicos.
- Sean fácilmente visibles.

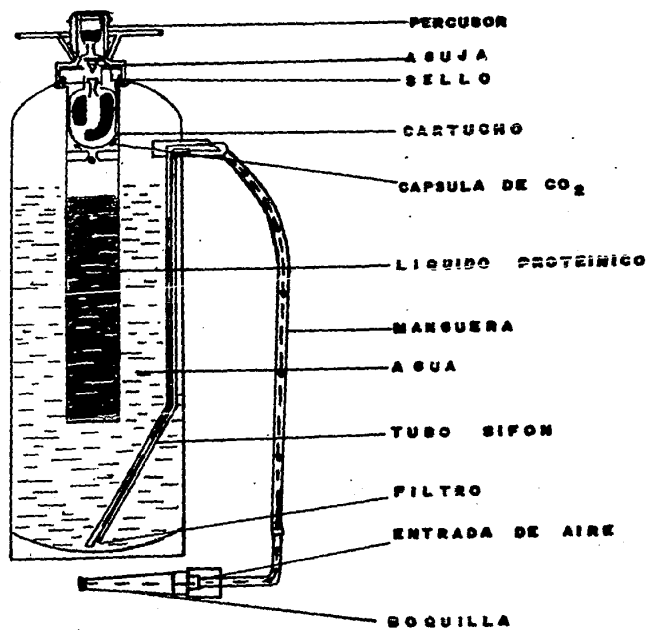


FIG. 2:18 EXTINGUIDOR DE ESPUMA MECANICA .

La mayor parte de los extintores se instalan en columnas ó muros por medio de abrazaderas, de tal manera que sostengan el peso de los extintores, éstos lugares se pintan con una zona de color rojo bermellón que sobresalga, por lo menos 20 cms. a cada lado del extintor. La altura de instalación depende del peso del extintor, aunque en ningún caso es mayor de 1.6 mts.

Los criterios utilizados para definir número, distribución, mantenimiento y pruebas hidrostáticas de los "EXTINTORES" se indican a continuación:

Cabe señalar que debe evitarse la selección e instalación de extintores, por razones exclusivas de clasificación nominal, precio relativo o por publicidad.

NUMERO Y DISTRIBUCION

- 1.- Todas las áreas de proceso deben dotarse de extintores para combatir los distintos tipos de fuego.
- 2.- Los extintores adecuados para incendios clase "B" no son aceptables para incendios clase "A". A menos que un laboratorio reconocido lo especifique.
- 3.- Cada extintor se considera capaz de proteger el número de unidades de riesgo que apruebe un laboratorio reconocido.
- 4.- el número mínimo y distribución de los extintores para combatir incendios clase "A" se establece utilizando como guía lo indicado en la tabla 3.13

Para determinar el número mínimo de extintores que protegerán -- una área de riesgo se utiliza la ecuación 3.2

$$a = \frac{b}{c} \dots \text{Ec 3.2} \quad \text{donde:} \quad \begin{array}{l} a \text{ (número mínimo de extintores)} \\ b \text{ (área a proteger)} \\ c \text{ (área que protege un extintor de } \\ \text{cierta clasificación para un tipo } \\ \text{de riesgo)} \end{array}$$

Es conveniente señalar que para establecer el número mínimo de extintores se debe satisfacer distribución y longitud máxima de recorrido hasta alcanzar los extintores. Para ilustrar este concepto se determinará el número de extintores para proteger un edificio de 48m. de ancho y 138m de largo (6348 m2 de área) proponiendo diferentes modos de distribución y seleccionando distintos tipos de clasificación de extintor para los tipos de riesgos de la tabla 3.13

TAMAÑO Y EMPLAZAMIENTO DE LOS EXTINTORES PARA FUEGOS DE CLASE A

(1) CLASIFICACION MINIMA BASICA DEL EXTINGTOR PARA LA ZONA ESPECIFICADA	LONGITUD MAXIMA DE RECORRIDO HASTA ALCANZAR LOS EXTINTORES	ZONA PROTEGIDA POR EL EXTINGTOR		
		ACTIVIDAD DE RIESGO LIGERO	ACTIVIDAD DE RIESGO ORDINARIO	ACTIVIDAD DE RIESGO EXTRA
1-A	23 m	280 m2		
2-A	23 m	560 m2	280 m2	
3-A	23 m	840 m2	420 m2	280 m2
4-A	23 m	1,050 m2	560 m2	370 m2
6-A	23 m	1,050 m2	840 m2	560 m2
10-A	23 m	1,050 m2	1,050 m2	840 m2
20-A	23 m	1,050 m2	1,050 m2	1,050 m2
40-A	23 m	1,050 m2	1,050 m2	1,050 m2

1,050 m2 se considera el límite práctico.

TABLA 3.13.

(1) ESTA CLASIFICACION INDICA LA CAPACIDAD DE EXTINCION RELATIVA DEL APARATO BAJO DIVERSOS ENSAYOS NORMALIZADOS REPRODUCIBLES EFECTUADOS POR LABORATORIOS RECONOCIDOS

a) Distribución con la máxima área de protección proporcionada por un extintor.

<u>Datos</u>	<u>Ecuación</u>	<u>Sustituyendo</u>
a = ?		
b = 6348 m ²	$a = \frac{b}{c}$	$a = \frac{6348 \text{ m}^2}{1050 \text{ m}^2} = 6$
c = 1050 m ²		

- 6 Extintores 4-A para actividades de riesgo ligero.
- 6 Extintores 10-A para actividades de riesgo ordinario.
- 6 Extintores 20-A para actividades de riesgo extra.

Estos emplazamientos a lo largo de los muros, no son aceptables, ya que no cumplen con la longitud máxima de recorrido. (ver. Fig. 3.19)

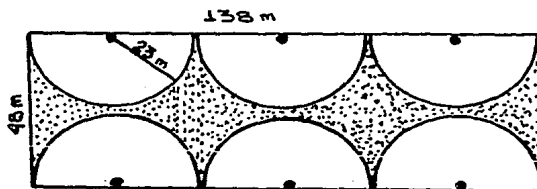


FIG. 3.19 DISTRIBUCION DE EXTINTORES CON 1050 m² DE AREA DE PROTECCION

Los puntos representan extintores

Las zonas sombreadas indican espacios que se encuentran a más de 23 m. del extintor más cercano.

b) Distribución de extintores con 560 m² de área de protección.

$$a = \frac{6348 \text{ m}^2}{560 \text{ m}^2} = 12$$

- 12 extintores 2-A para riesgo ligero
- 12 extintores 4-A para riesgo ordinario
- 12 extintores 6-A para riesgo extra

Los extintores pueden instalarse en los muros exteriores, ó como se muestra en la fig.3.20. Esta distribución satisface la longitud máxima de recorrido.

DISTRIBUCION DE EXTINTORES CON 560 M2 DE AREA DE PROTECCION

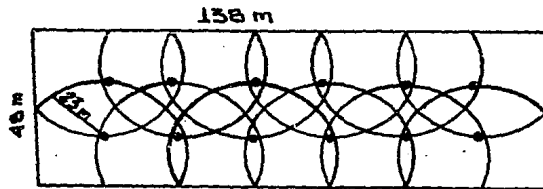


Fig. 3.20

c) Distribución de extintores con 280 m² de área de protección

$$a = \frac{6348 \text{ m}^2}{280 \text{ m}^2} = 24$$

- 24 Extintores 1-A para riesgo ligero
- 24 extintores 2-A para riesgo ordinario
- 24 extintores 3-A para riesgo extra

La distribución cumple con la longitud máxima de recorrido (fig. 3.21)

DISTRIBUCION DE EXTINTORES CON 280 m² DE AREA DE PROTECCION

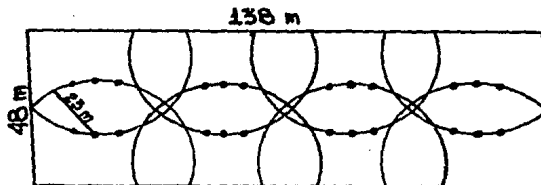


Fig. 3.21

5.- La distribución de los extintores para combatir incendios clase "B" se establece utilizando como guía lo indicado en la tabla 3.14

TAMAÑO Y EMPLAZAMIENTO DE LOS EXTINTORES PARA FUEGO DE CLASE "B"

TIPO DE RIESGO	CLASIFICACION MINIMA BASICA DEL EXTINTOR	MAXIMA LONGITUD DEL RECORRIDO HASTA LOS EXTINTORES
LIGERO	5-B	9 m
	10-B	15 m
ORDINARIO	10-B	9 m
	20-B	15 m
EXTRA	20-B	9 m
	40-B	15 m

TABLA 3.14

6.- La distribución de los extintores para combatir incendios tipo "D" debe ser tal que la distancia de recorrido no exceda de 25 m. del punto considerado peligroso.

7.- En aquellas áreas donde existan simultáneamente extintores diferentes para combatir incendios de clase "A" y "B", las distancias entre extintores a combatir fuegos clase A pueden ampliarse al doble.

8.- Una vez satisfechos los requisitos estipulados en los puntos 4,5,6, y 7 el resto de los extintores se concentran en casetas contra incendio. La distribución de éstas se determinará de acuerdo con los riesgos existentes, las vías de acceso disponibles y facilidades de maniobra que existan.

9.- Deberá tenerse en existencia la cantidad suficiente de agentes extintores para recargar los " EXTINTORES" necesarios para extinguir cualquier incendio.

MANTENIMIENTO Y REVISION

Los extintores deben inspeccionarse mensualmente ó a intervalos más frecuentes si las condiciones así lo requieren. Las circunstancias que pueden determinar inspección más frecuente son: riesgos altos, susceptibilidad a daños mecánicos, exposición a temperaturas anormales ó atmósferas corrosivas.

El procedimiento de la inspección debe determinar que: el extintor esté en su debido lugar, fácil acceso y visibilidad, - ningún sello indicador roto, daños o boquillas tapadas, corrosión, goteo, etc.

A intervalos regulares, no mayores de un año, ó cuando se indique específicamente por una inspección, los EXTINTORES deben ser examinados minuciosamente, reparados, cargados o reemplazados cuando sea necesario.

El propósito de un programa de mantenimiento es el de asegurar que el extintor opere debidamente entre los intervalos -- del tiempo establecido para los exámenes de mantenimiento en el ambiente al cual está expuesto, que no será un peligro potencial para las personas que estén cerca, ni para los operadores o recargadores.

El primer paso en mantenimiento es un examen minucioso para determinar la condición de los tres elementos básicos de un extintor. Las partes mecánicas del mismo, cantidad y condición del agente extintor.

PRUEBAS HIDROSTATICAS

El objeto de someter a los extintores a éstas pruebas, es evitar que ocurran fallas de graves consecuencias durante el -- servicio. Dichas fallas pueden deberse a:

- Corrosión interna no detectada, causada por humedad.
- Corrosión externa causada por vapores corrosivos.
- Daños causados por mala utilización no detectados visual mente en la inspección.
- Defectos de diseño ó construcción.
- Montaje defectuoso de válvulas y accesorios de seguridad
- Exposición a temperaturas elevadas

La coraza de los extintores de espuma y de polvo seco, una vez removidas sus partes interiores, incluyendo la manguera, de ben probarse al 75% de la presión marcada por el proveedor, aún cuando en ningún caso a menos de 300 lb/in². Se realizaran cada 5 y 10 años respectivamente.

C A P I T U L O I V

NORMA DE SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIO

Uno de los aspectos más importantes en la industria del petróleo, es el diseño de los sistemas de agua contra incendio, los cuales son indispensables para prevenir y evitar el daño al personal y a los equipos o instalaciones de proceso. Debido a esto, los sistemas de agua contra incendio deben planearse, diseñarse e instalarse adecuadamente conforme a las normas y códigos vigentes, combinados con ciertos criterios basados en la experiencia.

Tal como se indicó en el capítulo II, los criterios establecidos en dichos códigos y normas son productos de la investigación y de la experiencia relacionadas con los incendios.

El diseño del sistema de agua contra incendio requiere de la cuidadosa determinación de varios factores importantes, tales como: los requisitos del sistema hidráulico, los requisitos de los arreglos de tuberías, la disponibilidad, confiabilidad, acceso al sistema, etc.

A continuación se describen los criterios básicos contenidos en estas normas y códigos de instituciones como:

- N.F.P.A. (National Fire Protection Association)
- PEMEX (Petróleos Mexicanos)
- I.M.P. (Instituto Mexicano del Petróleo)
- A.M.I.S. (Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros.)

I TUBERIA Y CONEXIONES

- 1) Los materiales para tubería, conexiones y válvulas deben ser compatibles con el tipo de agua y se seleccionan de acuerdo a la tabla 4.1.

TABLA No. 4.1
MATERIALES PARA TUBERIA AEREA DE REDES DE CONTRA-INCENDIO

	PARTIDA	DIAM	DESCRIPCION	ESPECIFICACION	
TUÑO	Extremos Roscados y Coples	1 1/2" y menores	Sin costura. Céd. 80	Aceros al carbono	
	Extremos Biselados	2" a 10"	Sin costura. Céd. 40	ASTM A-120, mínimo	
	Extremos Biselados	12" y mayores	Con costura. Céd. STD		
	Nipples	2 1/4" y menores	5/cost. Céd. 80 (ambos extremos roscados)	Aceros al carbono	
			5/cost. Céd. 80 (un extremo roscado)	ASTM A-120, mínimo	
FAJILLAS	ROSCADAS	Compuerta (caña sólida)	1 1/2" y menores	150 # SWP, RS15, UB	B62
		Compuerta (caña sólida)	2 1/2" (nota # 1)	150 # SWP, RS15, UB	B62
		Compuerta (doble disco)	1 1/2" y 2 1/4"	300 # RS15, UB. Roca desahor NPT y rosca macho NSHT (con tapón, cachucha y cadenas)	B62
	Retención (tipo piñón)	1 1/2" y menores	150 # tapa roscada	B62. Interiores de bronce con níquel	
	BRIDAS	Compuerta (caña sólida)	2" y mayores	125 # FF, OS&V, BB	A126 IBBM
		Retención (colapso)	2" y mayores	125 # FF, BC	A126 IBBM
		Macho (lubricadas)	2" a 4" (Nota 2)	150 # RF	A216 Grado VC8
		Macho (lubricadas)	2" a 4" (Nota 2)	200 # RF	A216 Clase B
	CUELLO SOLDABLE	2" y mayores	150 # RF (unión entre bridas)		
		2" y mayores	150 # FF (unión c/val)		A191 GR 1
CONEX.	ROSCADAS	1 1/2" y menores	2000 #. fuerza unida con salento de acero contra bronce	A105 GR 11	
		1 1/2" y menores	3040 #		
	SOLDABLES A TOPE	2" y mayores	Cál. de acuerdo con la del tubo	A234 GR WPB	
	JUNTAS	TODOS	Absorto comprimido de 1.5 mm (1/16") de espesor	D-1170	
TORNILLERIA	TODOS	Tornillos máquina de cabeza cuadrada con tuerca hexagonal.	AS07	A194 GR 2H	
ENDONES	MANTENIMIENTO	1 1/2" y menores	Tuerca unión		
		2" y mayores	Bujía		
	NORMAL	1 1/2" y menores	Coples		
		2" y mayores	Soldables a tope		

NOTAS:

- 1) Para usarse exclusivamente en Hidrantes.
 - 2) Para usarse únicamente en Monitores.
 - 3) Tubería sobre soportes protegida con una pintura anti-rustosa y pintura roja.
 - 4) Límites de operación: 19.3 kg/cm² man y 34 C.
 - 5) Abreviaturas:
- SWP Tuerca de operación con vapor (Steam Working Pressure).
 RS15 Vástago saliente con rosca interior (Rising Stem Inside Screw).
 UB Bonete de unión roscada (Union Bonnet).
 NPT Roca estándar para tuberías (National Pipe Thread)

- IBBM Cuerpo de hierro con interiores de bronce (Iron Body Bronze Mounted).
 NSHT Roca estándar para conexiones de mangueras (National Standard Hot-Thread).
 OS&V Yugo con rosca exterior (Outside Screw and Yoke).
 BB Bonete atornillado (Bolted Bonnet).
 BC Tapa atornillada (Bolted Cap).
 FF Capa plana - bridas (Flat Face).
 RF Cara roscada - bridas (Raised Face)

II.- BOMBAS

1) Para alimentar la red de agua contra incendio se instalan bombas cuyo impulsor tenga una característica tal que cuando el gasto sea cero, la presión desarrollada sea el 120% de la carga total requerida, tratándose de bombas horizontales. Para bombas turbina vertical la presión desarrollada deber ser del - 140%.

2) La presión de descarga de las bombas es la necesaria en la red. La bomba debe proporcionar el 150% del gasto nominal - cuando la presión de descarga sea como mínimo 65% de la carga - nominal.

3) Cuando se utilice motor de combustión interna como - - accionador de bombas, éste debe tener una potencia de por lo menos 20% mayor que la máxima potencia requerida por la bomba a - la velocidad del regimen. La selección del motor se debe basar en el análisis cuidadoso de los requisitos que deban llenarse - para tener un equipo confiable en su arranque y operación.

4) En ciertas instalaciones, es conveniente que las bombas contra incendio arranquen automáticamente, para ello es necesario tener un control que haga funcionar el motor de la bomba. - En cada caso, se debe estudiar cual es la condición más conveniente para accionar el arranque de las bombas.

III.- ALARMAS.

1) El tablero de control del equipo de bombeo debe tener -

alarmas y señales que indiquen las fallas que se presentan en el equipo, principalmente cuando se controla automáticamente.

IV.- HIDRANTES

1) Se prefieren los hidrantes del tipo convencional con dos tomas.

2) Cuando no se utilicen hidrantes del tipo comercial, éstos se pueden fabricar con tubo de 102 mm (4 pulgadas) de diámetro como mínimo, conectado a la línea de agua directamente y en la parte superior del tubo se colocan acoplamientos de 38 ó 63-mm (1½ ó 2½ pulgadas) de diámetro nominal con cuerda normal de tubería, opuestos uno al otro y a una altura de 60 cm. sobre el nivel de piso terminado. En los acoplamientos se instalan válvulas de compuerta de bronce con cuerda normal hembra en un lado y en el otro con cuerda macho.

Para alimentar camiones contra incendio, se instalan hidrantes con tomas de 114 ó 152 mm. (4½ ó 6 pulgadas) donde sea necesario.

3) En zonas donde el clima lo haga necesario, se instalan hidrantes con válvula de entrada y purga para vaciarlos evitando así el congelamiento de agua. Con objeto de absorber el agua descargada, se hace una excavación de 60 cm. de profundidad y 60 cm. de diámetro alrededor del hidrante, rellena con grava gruesa en donde descarga la purga.

V.- VALVULAS

1) En ningún lugar de la red contra incendio se instalan - válvulas de globo ya que provocan una caída excesiva de presión. En los casos de gabinetes para mangueras instalados en edifi- - cios se pueden utilizar válvulas de ángulo.

2) En la descarga de las bombas contra incendio se insta-- lan válvulas de retención con objeto de evitar que regrese a és ta el agua cuando exista sobrepresión o se tenga otra fuente de alimentación.

3) Para facilitar la reparación de la bomba y/o válvula de retención sin necesidad de sacar del servicio la red contra incendio, se instala una válvula de compuerta de vástago ascenden te en la descarga de la bomba después de la válvula de reten- - ción.

4) Se deben instalar válvulas de seccionamiento en cada -- fuente de alimentación, ramal ó anillo.

VI.- DISEÑO

1) Las condiciones básicas que se deben tomar en cuenta pa ra lograr un buen diseño de la red contra incendio en las insta laciones industriales, son las siguientes:

- Consumo de agua, en litros por minuto (L.P.M.)
- Tiempo que se debe mantener el suministro.
- Presión que debe tener el agua en la salida de los hi- - drantes ó monitores.

Estas tres condiciones se determinan por el tipo de riesgo y área a proteger.

Consumo de Agua.- La amplia gama y la intensidad variable de los posibles incendios en instalaciones de proceso, hacen -- del cálculo preciso de los requerimientos de agua, algo poco me nos que una ciencia exacta, por lo que la experiencia es un fac tor importante para poder establecerlos.

Se ha observado que la probabilidad de que se presenten in cendios simultáneos en varias unidades es remota, por lo que el gasto que se establezca para el diseño de la tubería del siste ma contra incendio, es el requerido para controlar un incendio en el área considerada de mayor peligro o riesgo.

Para estimar el gasto de agua necesario, se pueden emplear los dos métodos siguientes:

- a) Estimación por medio de un análisis de riesgos postulan do un accidente base de diseño.
- b) Estimación por medio de datos obtenidos de industrias y plantas similares.

El primer método se emplea cuando se cuenta con la sufi- ciente información referente a las propiedades de sustancias in flamables, datos estadísticos, así como un programa de cómputo- adecuado.

El segundo método es el más usado y se ha observado que funciona adecuadamente aun cuando no descansa en una base analítica sino en datos apoyados en la experiencia.

Las tablas 4.2 y 4.3 muestran algunos datos que sirven como guía para estimar el gasto mínimo necesario en el área de mayor riesgo en plantas de refinación proporcionado exclusivamente por hidrantes y monitores.

REQUISITOS DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO

CAPACIDAD DE LA PLANTA EN BPD (C)	GASTO EN GPM
C = 50000 Y MENOR	3000
50000 < C < 80000	4000
80000 < C < 150000	5000
C > 150000	6000

TABLA 4.2

TAMAÑO DEL AREA DE MAYOR RIESGO

AREA (m2)	GASTO EN GPM
1200 m2 Y MENORES	3000
1200 < A < 1600	4000
1600 < A < 2000	5000
A > 2000	6000

TABLA 4.3.

Para plantas petroquímicas, el gasto mínimo recomendado - debe ser de 5000 GPM en el área considerada de mayor riesgo.

A estos gastos se les debe adicionar el requerido por el - sistema de aspersión, con el fin de poder dimensionar correctamente el cabezal de alimentación.

- Cabezal principal de aspersión. Este cabezal debe tener dos alimentaciones del anillo exterior opuestas entre sí, como se muestra en la Fig. 4.1 y de preferencia recorrerá todos los soportes elevados (RACKS) de la planta.

En cada alimentación se debe tener el arreglo mostrado en la Fig. 4.2.

El filtro debe ser tipo canasta bridado y el cedazo debe - tener perforaciones de diámetro menor al diámetro de los orificios de las boquillas de aspersión con el fin de evitar que éstas se tapen.

El diámetro del cabezal principal de aspersión se calcula - tomando en cuenta el gasto máximo requerido por el subcabezal - de aspersión con mayor número de boquillas.

- Subcabezales de Aspersión. Se diseñan para proteger grupos de equipos y tienen dos alimentaciones, una toma del cabezal principal de aspersión y otra de la línea que alimenta el - monitor ó hidrante más cercano.

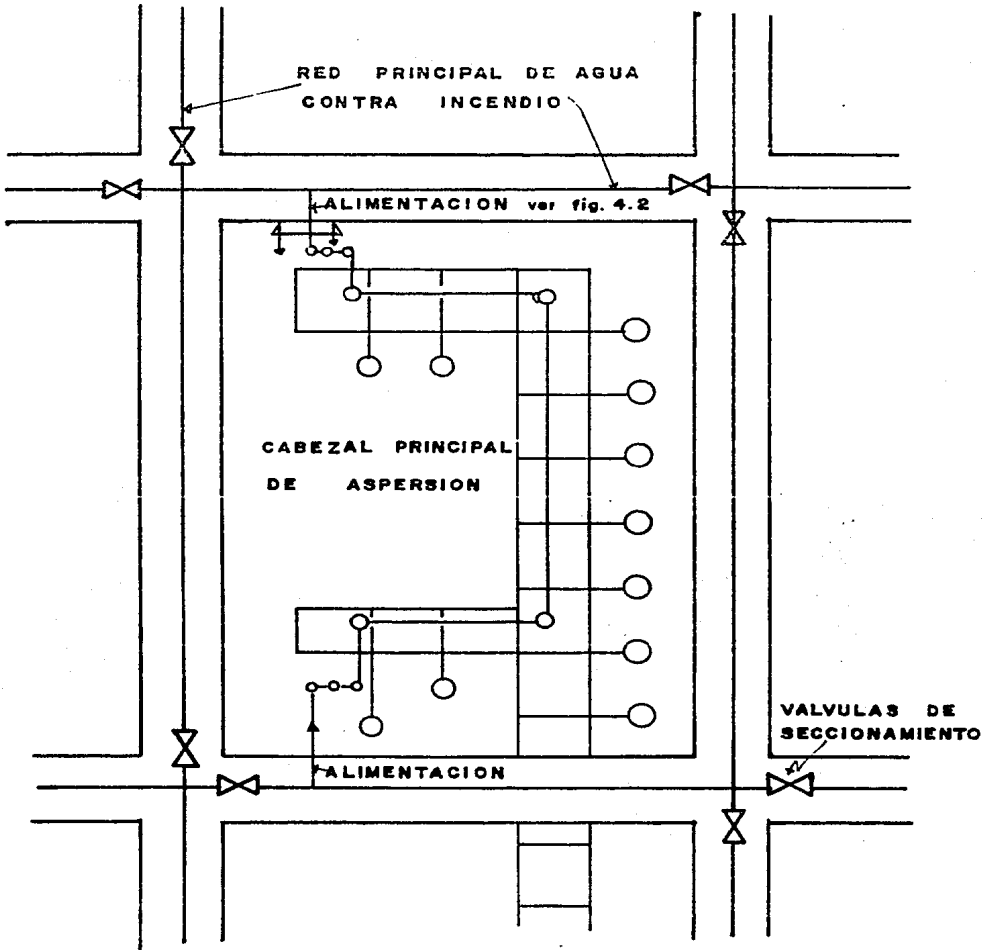


FIG.4.1 CABEZAL PRINCIPAL DE ASPERSION

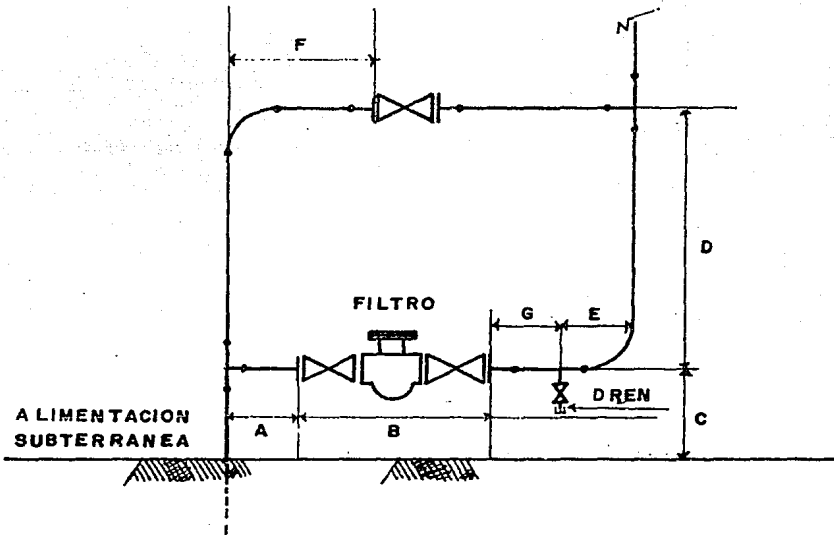


TABLA DE DIMENSIONES PARA
EL ARREGLO DE FILTRO TIPO CANASTA (150 \varnothing)

\varnothing pulg.	A mm.	B mm.	C mm.	D mm.	E mm.	F mm.	G mm.
4	181	896	450	860	250	430	130
6	232	1048	550	1115	330	520	140
8	280	1197	650	1360	405	600	150
10	318	1377	650	1575	580	660	150

FIG. 4.2

ARREGLO DE TUBERIA DEL SUBCABEZAL DE ASPERSION

Una de las alimentaciones tiene el arreglo mostrado en la Fig. 4.3 y se localiza cerca del equipo a proteger.

La válvula automática (VA) tiene las siguientes características:

- Operación con aire (neumática)
- Tipo mariposa
- Cierre hermético
- De dos posiciones (ON-OFF) es decir, completamente abierto ó cerrada.
- Accionamiento manual, local y automático desde el cuarto de control.

La otra alimentación tiene una válvula de bloqueo manual y se localiza lejos de los equipos a proteger como se observa en la Fig. 4.4.

Los requerimientos para sistemas fijos de aspersores de diferentes equipos en áreas de proceso son:

- Recipientes.- El agua es aplicada en una relación de - - 0.25 gpm/pie² de superficie expuesta. La distancia horizontal debe ser tal que se encuentren los modelos de rociado. La distancia vertical máxima entre el aspersor y el recipiente es de 3.66m (12 pies) para evitar arrastre por viento.(fig. 4.5)

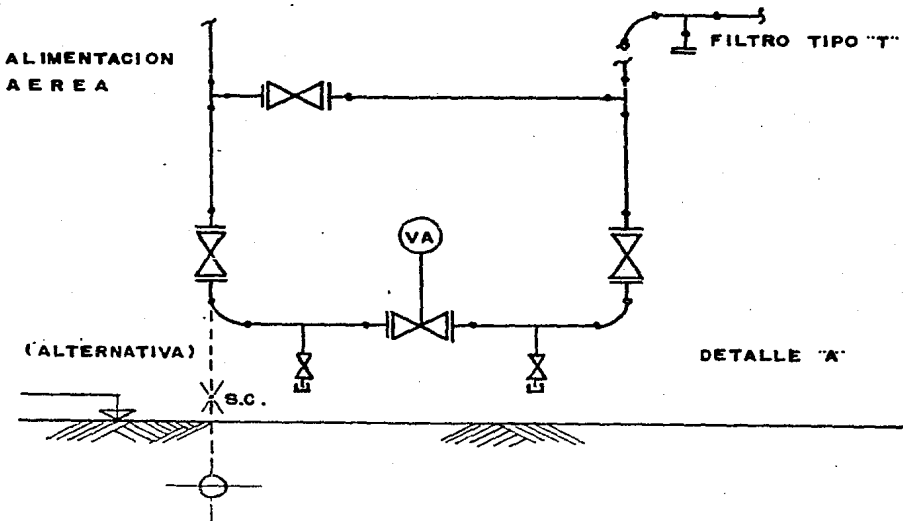
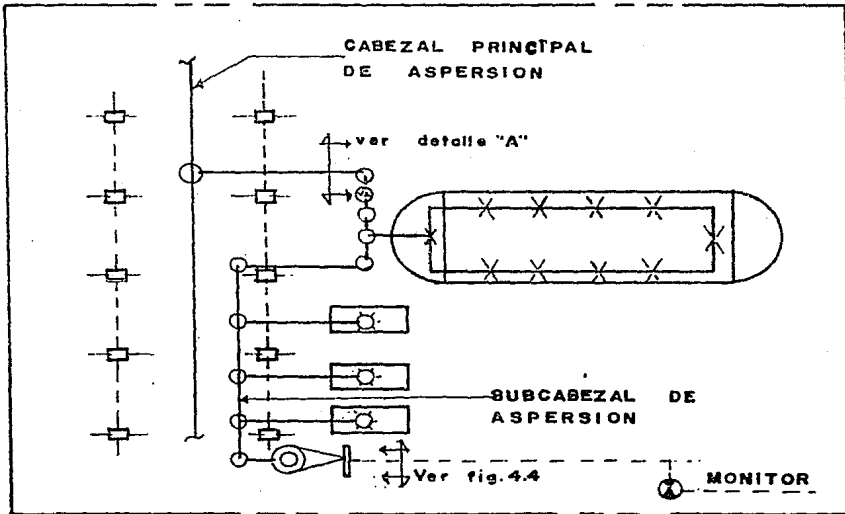
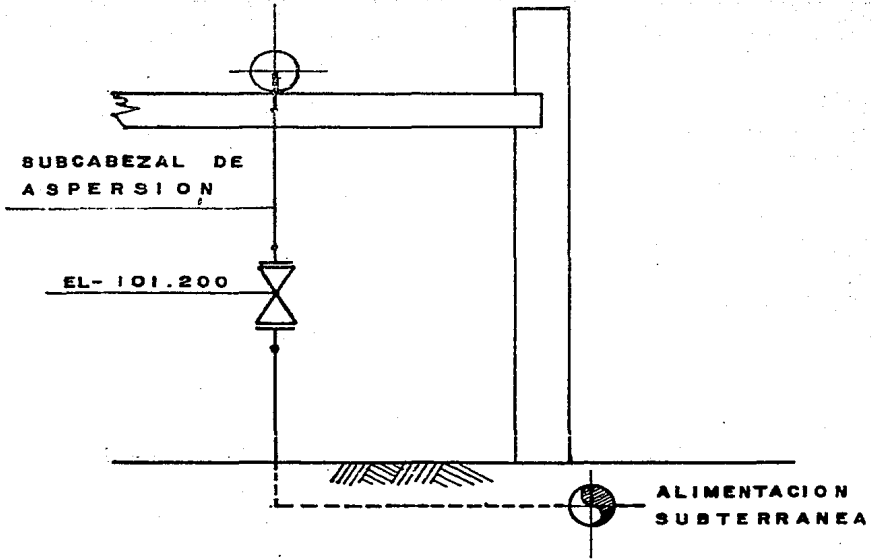


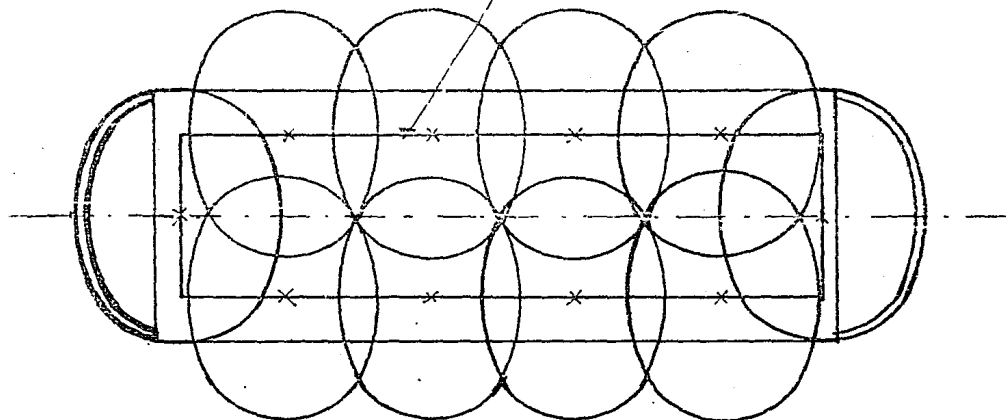
FIG. 4.3 ARREGLO DE TUBERIA DEL SUBCABEZAL DE ASPERSION.



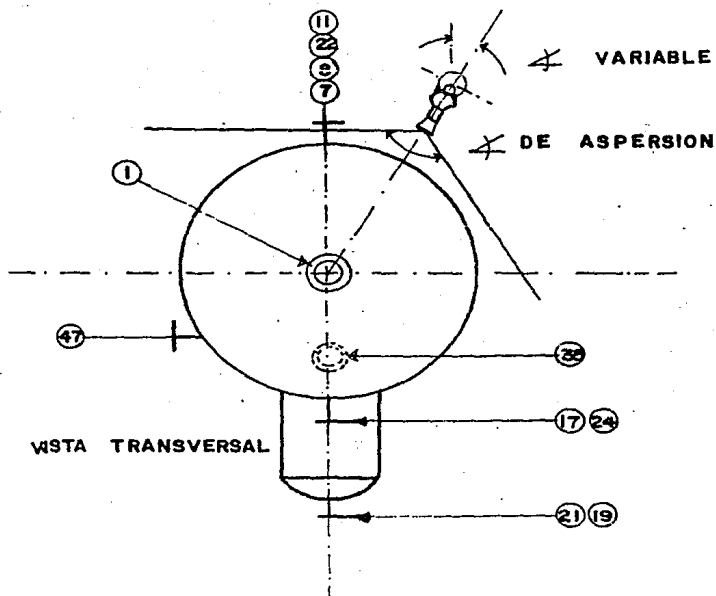
DETALLE DE LA ALIMENTACION AL SUBCABEZAL DE ASPERSION

FIG. 4.4

CABEZAL DE ASPERSION



VISTA DE PLANTA



VISTA TRANSVERSAL

FIG. 4.5. ARREGLO DEL SISTEMA DE ASPERSION PARA UN RECIPIENTE HORIZONTAL .

- Estructuras.- Las estructuras horizontales y verticales de acero requieren un mínimo de 0.10 GPM/pie², sobre el área expuesta, la cual se define como la superficie interior de un lado de los patines y un lado del alma.

En ambos casos, el espaciamiento entre centro de boquillas no debe ser mayor de 3 m (10 pies)

- Soportes de Tubería (Racks). Se requiere un gasto de 0.1 GPM/pie² de superficie de tubo protegida, sin embargo en aquellos racks donde hay varias camas de tuberías, el gasto total no debe exceder de 0.5 GPM/pie².

- Equipo Mecánico. Se protegen bombas, compresores y turbinas que manejen hidrocarburos. En las bombas el chorro se dirige al prensa estopas y se recomiendan las boquillas de chorro angosto.

Tal como se indicó en las condiciones básicas de diseño de la red de agua contra incendio al inicio de este capítulo, el tiempo que se debe mantener el suministro de agua depende del tipo de riesgo y del área a proteger así como del propósito del sistema contra incendio así por ejemplo: para un sistema de aspersores cuyo propósito sea el control del incendio y la protección a la exposición se establece un período de dos horas. Para calcular la duración de operación del sistema se consideran aspectos tales como el tiempo posible que se empleará para:

- Eliminar los materiales involucrados en el incendio o su completa combustión.
- Cortar el flujo ó fugas de materiales inflamables, efectuar reparaciones.
- Dispersar una nube de vapores inflamables, etc.

La presión mínima en las tomas debe ser la necesaria -- para la operación de aparatos y dispositivos necesarios para cubrir los riesgos a proteger en cada caso particular, pero nunca menor de 7 Kg/cm² (100 lb/pulg.2) en las condiciones más desfavorables y al 100% de capacidad del sistema.

2) Los hidrantes deben ser diseñados para que por cada toma proporcionen los gastos siguientes:

Díámetro Nominal	Gasto l.p.s.	(GPM)
38 mm(1½ pulg.)	6	100
63 mm(2½ pulg.)	16	250

3) Las pérdidas a través del hidrante no deben ser mayores de 0.14 Kg/cm² (2Lb/pulg²) al estar operando con su gasto máximo.

4) Componentes de los sistemas, éstos comprenden:

- Fuente de abastecimiento de agua con un volumen tal que cubre las necesidades de la demanda en caso de emergencia. Esta fuente de abastecimiento puede ser: primaria-- tal como ríos, lagos, fuentes naturales, pozos, servicios municipales; secundarias, tal como tanques elevados ó cisternas.

- Equipo de Bombeo, el cuál proporciona el agua en cantidad y presión necesarias de acuerdo con las necesidades y riesgos a proteger.

- Red de Distribución de agua intercomunicada, de manera - que se integre en circuitos cerrados en las áreas y zonas a proteger, con facilidades de aislamiento por medio de válvulas, contando además con sus respectivas salidas para hidrantes, monitores y sistemas fijos de aspersores.

5) La localización, evaluación de riesgos y topografía del terreno donde se instalará la red de distribución de agua contra incendio y el tipo de dispositivos usados, deben tomarse en cuenta para la selección del tipo de fuente de suministro y almacenamiento de agua para cada caso en especial, por ejemplo:

Si la red de distribución de agua contra incendio se localiza en donde la fuente es un pozo profundo y el terreno es plano se utiliza el pozo como fuente primaria y un tanque elevado como fuente secundaria.

Si la red de distribución de agua contra incendio está situada cerca de ríos, lagos, ó lugar similar, se considera a éstos como fuente primaria, y una cisterna y/o tanque elevado como fuente secundaria, con sistema de bombeo.

6) Los tanques de almacenamiento de agua (fuentes secundarias) se localizan en lugares seguros.

7) Las redes de agua contra incendio que son presionadas por bombas estacionarias cuentan por lo menos con dos bombas, una accionada por motor eléctrico y otra por cualquier otro medio de accionamiento, tales como motores de combustión interna, turbinas de vapor, turbinas de gas, etc. Cuando el tamaño de la red de agua contra incendio lo haga necesario se localizan varias estaciones de bombeo.

8) En lugares donde el clima lo permita y en áreas fuera de límites de batería de las instalaciones de una planta, la tubería se instala a la intemperie. En aquellos lugares donde existe el peligro de congelación, zonas de instalaciones de plantas, y en áreas de tránsito, la tubería es enterrada. En las instalaciones de proceso la tubería está distribuida de tal forma que generalmente forme anillos.

9) Se instalan hidrantes en todas las áreas donde son necesarios, pero en las áreas de proceso y almacenamiento de materiales combustibles, se tiene un mayor número de ellos que en las áreas de almacenamiento general, edificios administrativos y oficinas en general.

10) Cuando se requieran monitores en áreas de instalaciones industriales y de almacenamiento de productos inflamables, su localización, capacidad y número de ellos se decide de acuerdo con los riesgos de cada área en especial.

VII.- CONDICIONES DE DISEÑO.

1) CAPACIDAD DE LA FUENTE PRIMARIA

La fuente primaria debe tener capacidad suficiente para asegurar un suministro continuo. Por ésta razón, es recomendable que en instalaciones de proceso dicha fuente sea capaz de suministrar 150% del gasto necesario para satisfacer el riesgo mayor de la instalación durante un período de ocho horas mínimo.

2) CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE LA FUENTE SECUNDARIA.

La fuente secundaria debe ser capaz de mantener el gasto necesario en caso de incendio. En general, la capacidad de almacenamiento dependerá de la extensión, localización y peligrosidad del área por proteger .

Para áreas de instalaciones industriales y almacenamiento de productos inflamables, la capacidad de almacenamiento de agua contra incendio debe ser suficiente para que la bomba ó bombas funcionen durante un período de cinco horas de acuerdo con el gasto máximo previsible según los riesgos y tamaño que éstas tengan. Puede utilizarse agua contenida en las torres de enfriamiento, plantas de tratamiento, etc., pero este volumen no debe considerarse como almacenamiento de la fuente secundaria.

3) CALIDAD DEL AGUA.

Los suministros de agua que contienen sal ó materiales análogos que afecten los sistemas de protección contra incendios -

deben evitarse en lo posible. De preferencia se debe utilizar agua limpia y dulce aunque no sea potable. Esta agua no debe emplearse para alimentar otras líneas que no sea la red contra incendio. En instalaciones con sistema de aspersores siempre debe usarse agua limpia y dulce.

4) ESPACIAMIENTO MAXIMO ENTRE HIDRANTES Y MONITORES.

En áreas de instalaciones de proceso y almacenamiento de productos altamente inflamables los hidrantes se colocan a una distancia de 30 a 50 m. uno del otro. En áreas de almacenamiento de productos inflamables a una distancia no mayor de 60 m. uno del otro. En áreas de edificios administrativos, oficinas y almacenes de productos no inflamables a distancias de 75 a 90 m. uno del otro, en el caso de edificios con varios pisos, (edificio de cambiadores de calor) cada piso debe considerarse como un área diferente, los hidrantes se localizan cerca de las escaleras de acceso. Los monitores se localizan de acuerdo con el riesgo inherente del equipo por proteger. Se considera como alcance máximo de los monitores 30 mts. (60 mts. de diámetro) para un patrón de niebla angosta. El gasto por monitor es de 500 GPM para plantas de refinación y de 1000 GPM para plantas químicas, además de los 500 GPM necesarios para el hidrante integrado.

Para la localización de los monitores se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- La dirección de los vientos dominantes, evitando lo posi

- ble el encuentro de direcciones del chorro y del viento.
- La altura de los equipos y miembros estructurales.
 - Interferencias debidas a los soportes de tubería elevados (racks)

De preferencia se instalan monitores sobre plataformas de operación con una elevación mínima de dos mts. Cuando se requieran monitores con plataformas por encima de los soportes elevados de tubería, éstos podrán estar provistos de un mecanismo de accionamiento mecánico manual desde el piso, evitándose los dispositivos de accionamiento hidráulico, neumático, eléctrico ó electrónico. La escalera de acceso a la plataforma debe estar orientada hacia el lado menos expuesto al incendio.

5.- DIAMETRO DE LA TUBERIA

En las instalaciones de proceso y áreas de almacenamiento el diámetro mínimo de tubería en redes contra incendio es de 6-pulgadas y el número máximo de hidrantes y/o monitores por anillo de 12

6.- PRESION DE OPERACION

La presión mínima en las tomas debe ser la necesaria para la operación de los dispositivos necesarios para cubrir los riesgos a proteger en cada caso particular, pero nunca menor de 7 Kg./cm² manométricos (100 Lb/pulg.2) en las condiciones más desfavorables.

La suma de la caída de presión del monitor por conexiones-

y tubería, la correspondiente a la carga estática debido a su altura así como la caída de presión que se tiene al considerar la ruta más desfavorable desde la alimentación del anillo hasta la alimentación del monitor generalmente no es mayor de 3 Kg/cm² por lo que la mínima presión de alimentación en el anillo debe ser de 10 Kg/cm² para garantizar 7 Kg/cm² en la descarga de boquillas.

7.- LA VELOCIDAD DEL AGUA

La velocidad recomendable del agua para la selección del diámetro de la tubería está comprendida en el rango de 1.2 a 3.6 m/seg. (de 4 a 12 pies/seg.)

VIII. CRITERIOS DE DISEÑO

1) Tuberías

Para seleccionar la tubería se deben considerar como mínimo las siguientes condiciones: capacidad, máxima presión de trabajo, condiciones del medio y del terreno, cargas externas y calidad del agua.

En los casos en que se maneje agua salada, se debe efectuar un estudio que permita determinar el espesor total de la pared de los tubos, ya sea aplicando tolerancias para corrosión de acero al carbón ó la utilización de otros materiales.

En las tuberías enterradas se debe prever la protección contra efectos de cargas externas que puedan dañarla. Esta protección se lleva a cabo por medio de trincheras ó una mayor profundidad de su instalación. Cuando pase bajo vías de F.F.C.C. ó calles de tránsito pesado, la tubería se instala a una profundidad mínima de 1.30 mts. (esta profundidad debe medirse desde-

la parte superior del tubo al nivel del piso terminado), la tubería no debe pasar bajo construcciones ó bodegas.

2) BOMBAS

Estas bombas deben caracterizarse: por su fácil acceso a - todas sus partes de trabajo, construcción robusta, pasajes amplos al paso del agua y todas sus piezas de trabajo sujetas a corrosión deben ser fabricadas de material resistente a la misma.

Las bombas horizontales deben ser usadas cuando el nivel - mínimo de succión está arriba del eje de la bomba. Cuando no se tenga una carga positiva en la succión, como en aquellos casos en que se extrae el agua de pozos, cisternas, etc., se recomienda usar bombas de tipo turbina vertical, tomando en cuenta que los impulsores de la bomba deben colocarse abajo del nivel dinámico. Debe preverse espacio para facilitar su extracción al proporcionarle mantenimiento..

La bomba y tuberías de succión y descarga deben tener un - arreglo de tal manera que exista espacio suficiente para facilitar la operación y mantenimiento.

En cada línea de descarga de bombas contra incendio se instala una válvula de retención, debiendo localizarse ésta lo más cerca posible de la bomba.

Los principios preventivos y protectivos que se deberán considerar para neutralizar o minimizar el riesgo de las plantas de proceso se pueden agrupar en:

- PRINCIPIOS BASICOS
- PRINCIPIOS MINIMOS RECOMENDADOS.
- PRINCIPIOS PREVENTIVOS ESPECIFICOS

Cabe señalar que muchos de estos principios son muy difíciles de evaluar objetivamente por lo que éstos y otras protecciones específicas se pueden emplear como se crea necesario a juicio y conocimiento del diseñador en base al tipo de proceso.

PRINCIPIOS BASICOS PREVENTIVOS Y PROTECTIVOS.- Incluye aquellos principios que siempre deben preverse sin importar el tipo de riesgo de incendio. Cuando no se toman en cuenta el riesgo de incendio es mayor. Muchos de estos principios se aplican en el diseño de plantas, aún cuando los materiales que se procesan no sean inflamables.

Los principios contenidos en ésta agrupación son:

- Suministro de agua adecuado para protección de incendio.
- Diseño estructural de recipientes, tuberías, estructuras de acero.
- Sistema de desfogue.
- Resistencia a la corrosión.
- Segregación de materiales reactivos en líneas de proceso y equipos.
- Conexiones a tierra de equipo eléctrico.

- Localización segura de equipos eléctricos auxiliares.
- Protección normal contra fallas de servicios.
- El diseño de la planta conforme a varios códigos aplicables (ASME, NEC, ASTM, AMSI, AWS, API, etc.)
- Instrumentación segura a fallas.
- Acceso a áreas para vehículos de emergencia y salida para evacuación de personal.
- Drenajes para desalojar seguramente: posibles derrames, agua: contra incendio de monitores, mangueras, rociadores, espumas, etc.
- Aislantes de superficie calientes.
- Limitación de sistemas de vidrios en servicios inflamables o peligrosos.
- Localización de edificios y equipos, debe reconocerse la separación de áreas de alto riesgo de posibles fuentes de ignición.
- Protección de exposición al fuego de puentes de tuberías cables de instrumentos así como soportes.
- Proveer válvulas de bloqueo accesibles en límites de batería.
- Prevención y protección de pérdidas en torres de enfriamiento.
- Protección del equipo contra incendio de explosión accidental y fuego.
- Clasificación de áreas peligrosas.
- Cuartos de control de procesos. Las paredes deberán soportar por lo menos una hora de fuego. Estarán aislados de los laboratorios de control. Los cuartos de control estarán localizados al menos 30 metros de fuentes potenciales de relevo de hidrocarburos.

PRINCIPIOS PREVENTIVOS Y PROTECTIVOS MINIMOS RECOMENDADOS.

Incluye principios que deben ser considerados y que pueden ser o no aplicados dependiendo de la probabilidad de un incendio y de la intensidad esperada. A continuación se mencionan algunos de estos principios:

- Protección de fuego de soportes estructurales. Cubre la aplicación de concreto, cemento, bloques, ladrillos y materiales similares resistentes al fuego en soportes para recipientes, racks, y estructuras.
- Protección de equipo y área con rociadores de agua. Cubre aplicación de rociado de agua a recipientes, equipo y estructuras.
- Instrumentación especial. Sistemas que son instalados como principios de seguridad más que como principios para control de procesos. (analizadores de oxígeno).
- Control en derrames y encharcamientos. Sistemas que son diseñados para poder desalojar rápidamente y efectivamente materiales peligrosos.
- Explosión interna. Cubre instrumentos ó técnicas para asegurar que no se formen, mezclas explosivas dentro de equipos de proceso ó relevarlas, suprimir la explosión ó eliminar fuentes de ignición.

Estos objetivos pueden ser logrados por:

- a) Utilizando cojines inertes en tanques que contienen líquidos inflamables
- b) Instalación de instrumentos en líneas y equipo de proceso que operen cerca de límites explosivos, tal que el

proceso no rebase los límites.

- c) Usando purgas al sistema de desfogue.
- d) Usando gases inertes en el transporte de líquidos inflamables.
- e) Implementar el arreglo de tuberías de líquidos inflamables a tanques tal que el material sea descargado cerca del fondo, eliminando así la caída libre y la electricidad estática.

- Operación Remota.- Instrumentación especial para la operación remota de equipo altamente peligroso y para operaciones que son riesgosas para que las realice el personal.
- Ventilación de Edificios. Cubre la evacuación de humo y calor durante el incendio.
- Zanjas. Sistema para conducir derrames lejos de tanques ó equipos con una pendiente no menor de 2%, con capacidad para drenar el mayor derrame que pudiera ocurrir. Las paredes de los muros de contención deben ser de tierra, mampostería, concreto, restringidas a una altura -- promedio no mayor de 1.83 m (6 pies).
- Separación de Barreras. Cubre la instalación de paredes-barrera para separar áreas de proceso de alto riesgo de las de menor riesgo con la finalidad de confinar y limitar el daño resultante de un accidente.

PRINCIPIOS PREVENTIVOS ESPECIFICOS.- Incluye medidas que son de protección específica para los riesgos de: materiales y procesos especiales.

1.-Materiales Oxidantes:

- Deben estar separados de los materiales combustibles.
- Deben almacenarse en áreas a prueba de fuego.

2.-Materiales que reaccionan con agua produciendo vapores-combustibles:

- Se deben proteger de todas las fuentes de agua incluyendo el agua contra incendio.
- Ventilación adecuada para el vapor generado.
- Clasifique el área eléctrica.
- Se deben proteger de otras fuentes de ignición.

3.- Sujetos a calentamiento espontáneo:

- Proporcionar enfriamiento.

4.- Sujeto a polimerización espontánea:

- Proporcione un sistema de inhibidor de polimerización.
- Proporcione enfriamiento para permanecer abajo de la temperatura de inicio de polimerización.

5.- Sujeto a descomposición explosiva:

- Diseñe el equipo para contener la explosión.
- Proporcionar un sistema de relevo en caso de explosión.
- Control efectivo de temperatura y/o presión.

6.- Transporte y cambio físico únicamente.

- Válvulas operadas a control remoto en líneas de carga y descarga.

- Alarmas en caso de conexión a tierra inadecuada.
- Purgas en recipientes y en líneas de carga y descarga..
- Ventilación.

7.- Reacciones Continuas e Intermitentes:

- Proporcione la instrumentación interconectada necesaria para prevenir un desbalanceo de reactivos.
- Releve a sobre presión y/o sobre temperatura por medio de una válvula de control a un lugar seguro.
- Proporcione alarmas por alta y baja temperatura y paro automático.

8.- Presión baja:

- Proporcione la instrumentación interconectada necesaria para conservar el sistema fuera del intervalo de presión peligrosa.
- Proporcionar alarmas para indicar la aproximación al intervalo peligroso

9.- Presión y Temperatura Alta:

- Proporcione sistemas de venteo y/o descarga rápidos y -- seguros.
- Proporcione la instrumentación necesaria ó válvulas operadas a control remoto para minimizar el flujo de materiales peligrosos en caso de falla en la línea ó equipos auxiliares.
- Proporcione monitores que actuen el sistema de inundación o equipo de paro automático.

C A P I T U L O V
EJEMPLO DE APLICACION

El objetivo de este capítulo es proponer el diseño del sistema de protección contra incendio para la planta extractora con furfural.

Para seleccionar la protección contra incendio en la planta es necesario conocer los equipos, materiales y operaciones que intervienen en el proceso para definir: posibles fuentes de ignición, tipos de fuego, área de mayor riesgo, etc. para lo cual es necesaria la descripción del proceso.

DESCRIPCION DEL PROCESO DE LA UNIDAD EXTRACTORA CON FURFURAL

La unidad de refinación con furfural tiene como función refinar aceites básicos parafínicos mediante una extracción selectiva de los componentes indeseables de la carga utilizando como solvente al furfural (Diagrama No. 1)

Los componentes indeseables del aceite, que conforman el extracto, están constituidos por hidrocarburos tipo aromático, materiales resinosos y asfálticos que incluyen oxígeno, azufre, hidrógeno y materiales que contienen metales, los cuales tienen características que son inadecuadas en el aceite, tales como: - bajo índice de viscosidad, susceptibilidad a la oxidación, tendencia a formar residuos de carbón y dar coloración al producto.

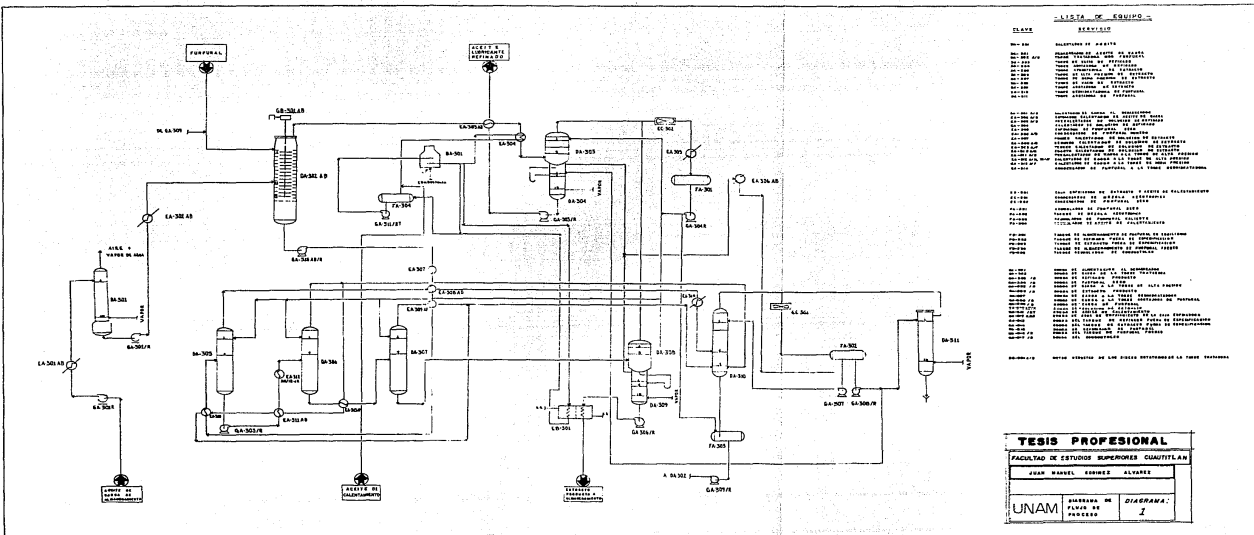
Los aceites básicos que se alimentan son producidos en la unidad redestiladora y en la unidad desasfaltadora con propanobutano del tren de lubricantes.

La unidad de refinación con furfural tiene una capacidad de 20 000 BPD y está constituida por cuatro secciones:

- Sección de Tratamiento con Furfural
- Sección de Recuperación de Refinado
- Sección de Recuperación de Extracto
- Sección de Recuperación de Furfural

SECCION DE TRATAMIENTO CON FURFURAL

En esta sección se elimina el aire contenido en los acei--



- LISTA DE EQUIPO -

CODIGO	DESCRIPCION DE EQUIPO
EX-301A	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301B	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301C	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301D	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301E	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301F	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301G	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301H	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301I	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301J	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301K	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301L	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301M	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301N	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301O	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301P	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301Q	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301R	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301S	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301T	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301U	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301V	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301W	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301X	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301Y	EXCHANGADOR DE CALOR
EX-301Z	EXCHANGADOR DE CALOR

TESIS PROFESIONAL
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUMUTILLA
 JEAN MARCEL ESMERIL ALVAREZ
 UNAM SEMESTRE DE DISEÑO DE
 FLUJO DE I
 MATERIA

tes básicos de alimentación mediante un proceso de agotamiento con vapor de agua. El aire se elimina con objeto de disminuir la formación de coque y la descomposición del furfural en el sistema.

Así mismo, en esta sección se realiza la operación más importante de la planta: El tratamiento del aceite utilizando el furfural como solvente selectivo de sus constituyentes indeseables, produciendo de esta forma un refinado del aceite básico.

Desaereación.- El aceite de alimentación a la planta proveniente de almacenamiento es enviado por la bomba GA-301/R hacia el calentador EA-301 para posteriormente ser alimentado al desaereador DA-301 en cuya parte inferior se alimenta vapor de agua.

Tratamiento con Furfural.- El aceite que sale por los fondos del desaereador es enviado por la bomba GA-302/R hacia el enfriador-calentador EA-302 para después ser alimentado a la torre tratadora con furfural DA-302 A/B, entrando en contacto con una corriente descendente de furfural llevando disueltos consigo los componentes indeseables de la carga. A la corriente de fondos de ésta torre se le conoce como solución de EXTRACTO y al efluente de domos solución de REFINADO.

SECCION DE RECUPERACION DE REFINADO

El objetivo fundamental de ésta sección consiste en efectuar la separación del aceite lubricante refinado y el furfural de la mezcla refinado-furfural. Utilizando un proceso de destilación al vacío y un agotamiento con vapor de agua.

Destilación al vacío.- La mezcla de refinado-furfural que sale de la torre tratadora se envía a calentamiento en los cambiadores EA-303 y EA-304 para posteriormente alimentarla a la torre de vacío de refinado DA-303 poniéndose en contacto con una corriente de reflujo de furfural del acumulador FA-301.

La corriente de vapores efluente de esta torre de vacío se envía a los cambiadores EC-302 y EA-305 y después al acumulador FA-301.

El furfural del acumulador FA-301 se presiona mediante la bomba GA-304/R y una parte de esta corriente proporciona reflujo a los torres DA-305, 306, 307 y 308 de la sección de recuperación de extracto así como a la torre de vacío de refinado DA-303. La otra parte de la corriente de furfural se envía hacia el acumulador FA-303

Agotamiento con vapor.- El líquido que sale por los fondos de la torre de vacío DA-303 se alimenta por gravedad a la torre agotadora de refinado DA-304 por cuya parte inferior se introduce vapor, mientras que por la parte superior se introduce un reflujo del tanque FA-302. La corriente líquida del agotador es el aceite lubricante refinado puro que se envía a límites de batería (L.B.)

SECCION DE RECUPERACION DE EXTRACTO.

Esta sección tiene como propósito efectuar la separación del extracto y el furfural del efluente de los fondos de la torre tratadora con furfural utilizando cuatro operaciones de destilación en serie a diferentes presiones de operación y un agotamiento con vapor para obtener un extracto prácticamente libre de furfural.

- Destilación atmosférica.- La mezcla de fondos de la torre tratadora se envía a 4 etapas de calentamiento en los cambiadores de calor EA-307, EA-308, EA-309 y EA-310, después de lo cual, la solución de extracto se alimenta a la torre atmosférica DA-305. El furfural que sale como producto de domos condensa parcialmente en EA-308 y completamente en EA-314 antes de ser alimentado a la torre deshidratadora DA-310.

- Destilación a presión.- Los fondos de la torre atmosférica son alimentados a la torre de alta presión DA-306 por medio de la bomba GA-305/R previo calentamiento en EA-311 y EA-312 -- AD/R, donde se ponen en contacto con un reflujo de furfural proveniente de FA-301.

El furfural que sale por los domos se envía a la torre deshidratadora DA-310.

- Destilación a media presión.- Por los fondos de la torre de alta presión sale la solución de extracto que se alimenta a la torre de media presión DA-307 previo calentamiento en EA-313 AF. El furfural efluente de domos intercambia calor en EA-309 para después unirse con la corriente de furfural de la torre DA-306 y alimentarse en la torre DA-310.

- Destilación a vacío del extracto.- La solución de extracto que sale por los fondos de la Torre DA-307 se envía a la torre de vacío DA-308, cuyo furfural efluente de domos se une con la corriente de domos de la torre de vacío de refinado DA-303 y sigue la trayectoria de proceso ya descrita anteriormente.

- Agotamiento con vapor.- Por los fondos de DA-308 sale el extracto y se alimenta por gravedad a la torre agotadora DA-309 alimentándose vapor por la parte inferior. En esta torre sale por los domos una corriente de furfural junto con vapor que se une a la corriente de domos de la torre DA-304 enviándose al tanque FA-302 previa condensación en EA-306.

Por los fondos de DA-309 sale el extracto puro, el cual se enfría en la caja enfriadora EB-301, para enviarse finalmente a L.B.

SECCION DE RECUPERACION DE FURFURAL

La función de esta sección consiste en eliminar el agua de las corrientes de furfural obtenidas en las torres agotadora de extracto y de refinado y recopilar las diferentes corrientes de furfural de las secciones de recuperación de extracto y de refinado con objeto de utilizarlo nuevamente en el tratamiento del aceite. La separación se lleva a cabo en columnas fraccionadas por cuyos fondos se obtienen los componentes puros mientras que por los domos se obtiene una mezcla de vapores que se condensan para separar nuevamente y recuperar prácticamente todo el furfural de las corrientes de proceso.

Separación de Fases.- Las corrientes agua-furfural efluentes de las torres agotadoras de extracto y refinado previa condensación en EA-306 se envían a FA-302 en donde se separan dos-

fases: una rica en agua y otra en furfural.

Fraccionamiento.- La fase rica en furfural se envía por medio de GA-307/R a la torre deshidratadora de furfural DA-310. La corriente de domos de la torre DA-310 se envía al tanque FA-302 previa condensación en EC-301. La fase acuosa se presión en la bomba GA-308, una parte se envía como reflujo a las torres agotadoras de extracto y refinado mientras que la otra se alimenta a la torre agotadora de furfural DA-311 con vapor de agotamiento alimentado por los fondos de la torre. Por el domo se obtiene una corriente de furfural con vapor de agua la cual se condensa junto con los vapores de domos de DA-310 en el cambiador-EC-301 para posteriormente enviarse al tanque FA-302. De los fondos de la torre sale el exceso de agua al drenaje aceitoso.

Por otra parte el furfural obtenido por los fondos de la Torre DA-310 se envía al acumulador FA-303 del cual succiona la bomba GA-309/R enviando el furfural a la torre tratadora para ser utilizado nuevamente en el proceso.

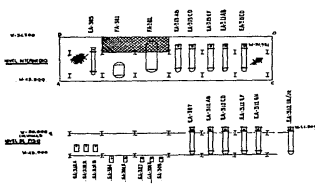
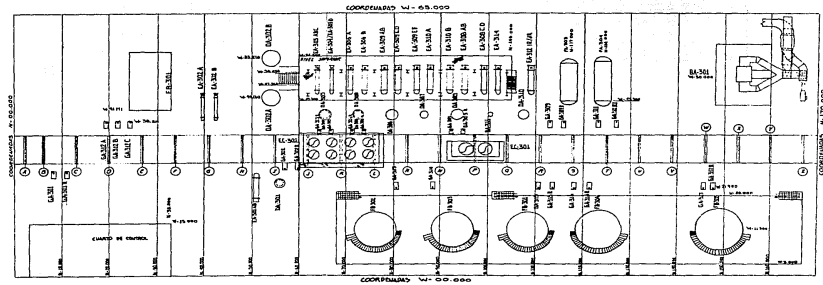
A fin de que sirva como medio de calentamiento en servicios que requieran altos niveles de temperaturas se tiene incorporado a la planta, un sistema de aceite de calentamiento el cual consta de lo siguiente.

Un acumulador de aceite FA-304 del cual succiona la bomba GA-311/RT enviando el aceite al calentador BA-301 en donde alcanza la temperatura adecuada para ser utilizado como medio de calentamiento. Cuando los requerimientos de calor que tenga que proporcionar el sistema sean pequeños, parte del flujo de aceite de calentamiento se enfría en la caja enfriadora EB-301, para evitar que el calentador opere con flujos muy bajos.

Además la planta cuenta con un área de almacenamiento correspondiente a los siguientes tanques:

FB-301 FURFURAL EN EQUILIBRIO
FB-302 REFINADO FUERA DE ESPECIFICACION
FB-303 EXTRACTO FUERA DE ESPECIFICACION
FB-304 FURFURAL FRESCO
FB-305 COMBUSTOLEO

El planó de localización general de equipos P.L.G. (DIAGRAMA 2) muestra la ubicación relativa de las diferentes áreas de proceso de la planta.



LISTA DE EQUIPOS

- CLAVE SERVICIO**
- 01-01 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-02 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-03 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-04 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-05 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-06 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-07 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-08 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-09 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-10 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-11 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-12 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-13 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-14 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-15 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-16 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-17 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-18 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-19 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-20 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-21 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-22 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-23 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-24 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-25 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-26 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-27 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-28 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-29 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-30 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-31 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-32 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-33 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-34 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-35 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-36 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-37 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-38 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-39 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-40 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-41 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-42 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-43 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-44 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-45 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-46 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-47 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-48 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-49 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-50 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-51 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-52 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-53 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-54 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-55 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-56 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-57 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-58 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-59 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-60 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-61 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-62 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-63 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-64 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-65 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-66 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-67 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-68 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-69 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-70 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-71 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-72 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-73 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-74 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-75 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-76 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-77 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-78 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-79 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-80 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-81 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-82 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-83 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-84 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-85 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-86 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-87 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-88 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-89 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-90 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-91 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-92 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-93 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-94 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-95 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-96 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-97 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-98 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-99 EQUIPOS DE LABOR
 - 01-100 EQUIPOS DE LABOR

TESIS PROFESIONAL		
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES QUINTANA ROO		
JUAN MANUEL GONZALEZ ALVAREZ		
UNAM	PLANO DE ORGANIZACION GENERAL DE EQUIPOS	CARTEL: 2

En base a la descripción del proceso y analizando las - - secciones de la planta se concluye que los fluidos de proceso y servicios que se manejan en la misma, se pueden encontrar en forma de vapores y cantidad suficiente para producir mezclas que potencialmente ardan.

Por otro lado, la planta cuenta con una variedad de equipos e instalaciones que son causa potencial de energía calorífica - considerándose por tanto fuentes de ignición: equipo de intercambio de calor, bombas, recipientes, torres, equipo eléctrico y - electrónico, taller de corte y soldadura, mantenimiento, etc.

Por los materiales que se manejan, se pueden presentar fuegos tipos A,B, y C aunque principalmente los dos últimos.

Tomando en cuenta estos factores, se han seleccionado los siguientes sistemas de protección y prevención contra incendio - para la unidad extractora con furfural:

EQUIPO DE PROTECCION PORTATIL

- EXTINTORES DE CO2 para proteger el área de transformadores y cuarto de control eléctrico y de instrumentos, ya que las propiedades extintoras de este agente, indicadas en el capítulo-III son adecuadas en el combate de fuegos Tipo C, como los que - potencialmente se pueden presentar en estas áreas.

- EXTINTORES DE POLVO QUIMICO SECO para proteger las áreas- de proceso donde se localiza la soportería principal (rack de tuberías), lugares de difícil acceso tales como domos y plataformas de torres así como aquellos en que se realizan operaciones - de mantenimiento, corte y soldadura ya que las propiedades extintoras de este agente, anteriormente mencionadas, son adecuadas - para combatir fuegos de tipo B y C, mismos que se pueden originar en estos lugares.

EQUIPO MOVIL DE PROTECCION

- VEHICULO CONTRA INCENDIO para la protección de fuegos tipo B, originados de posibles derrames en los talleres, áreas de proceso y principalmente en el área de tanques de almacenamiento. Este vehículo, ofrece la aplicación de agentes extintores apropiados para éste tipo de riesgo tales como la espuma universal y polvo químico seco; cuenta con un brazo articulado que permite - descargar el agente extintor a varias alturas y diversos ángulos contra el equipo incendiado proporcionando versatilidad en el combate.

- EXTINTORES DE CO2 Y POLVO QUIMICO SECO SOBRE RUEDAS para la protección de sitios donde existen condiciones muy peligrosas. Independientemente de los extintores manuales portátiles que se ubiquen en el área, ya que estos lugares requieren mayor capacidad y eficacia de extinción.

SISTEMAS FIJOS DE PROTECCION

1) Sistema de red de agua contra incendio (monitores, hidrantes y tomas de manguera) con la finalidad de proteger todas las secciones de la planta ya que independientemente del tipo de incendio originado, para combatirlo se va a requerir agua, ya sea en la extinción, ó bien, para proteger instalaciones, equipos y vidas.

2) Sistema de Aspersión para protección de bombas así como de tanques acumuladores de furfural caliente y aceite de calentamiento. Debido a que en estos equipos se pueden presentar calentamientos y/o fugas de los fluidos manejados en ellos, siendo necesaria la aplicación de agua mediante aspersores para controlar y limitar la absorción de calor a causa de una fuente externa ó interna.

3) Sistema de espuma mecánica protegiendo los tanques de almacenamiento por medio de cámaras de espuma ya que como se indicó en el capítulo III éste agente extintor posee características apropiadas para la extinción de incendios de líquidos inflamables almacenados en dichos tanques.

1.- RED DE AGUA CONTRA INCENDIO

Antes de iniciar propiamente con el cálculo hidráulico de la red de agua contra incendio, es necesario primero establecer la localización y distribución de la red así como los dispositivos integrados a la misma (hidrantes, monitores, tomas para manguera) utilizando para ello los criterios definidos en el capítulo IV y el plano de localización general de equipos de la planta extractora con furfural (DIAGRAMA 2) a fin de mantener protegida las secciones de la planta. El plano del sistema contra incendio (DIAGRAMA 3) esquematiza la red y sus dispositivos.

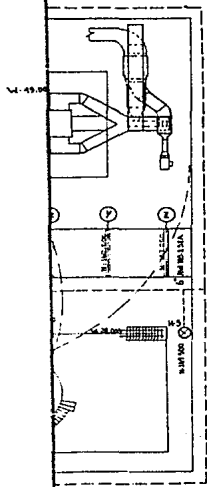
Una vez que se tiene el circuito de hidrantes y monitores se requiere conocer:

- Presión necesaria de suministro de agua contra incendio - en límites de batería.
- Diámetro del anillo de la red así como la de los ramales que alimentan a los dispositivos.

Para el dimensionamiento de la tubería del sistema, es necesario establecer el gasto de agua que se utilizará para controlar un incendio en el área de mayor riesgo de la planta. El área correspondiente al edificio de cambiadores de calor y torres es considerada la de mayor riesgo puesto que existe un número mayor de equipos, bombas y tuberías; teniendo presente una fuente potencial de ignición al ser una zona generadora de calor, así como la posibilidad de fugas de materiales inflamables manejados en ellos a través de empaques, conexiones bridadas entre equipos, válvulas y accesorios.

Para el cálculo de diámetros de tubería de la red y sus ramales se consideran los gastos a manejar en función de la necesidad de los dispositivos (1000 G.P.M. para monitores y 500 G.P.M. para hidrantes)

Para definir la presión en L.B. es necesario determinar el dispositivo mas desfavorable de la red.



SIMBOLOGIA

- ⊙ MONITOR DE 800 GPM CON DOS TOMAS PARA MANGUERA DE 2 1/2" DE DIAMETRO
- ⊗ MONITOR ELEVADO DE 800 GPM CON DOS TOMAS PARA MANGUERA DE 2 1/2" DE DIAMETRO
- ⊗ HIDRANTE CON DOS TOMAS PARA MANGUERA DE 2 1/2" DE DIAMETRO
- TUBERIA AEREA
- - - TUBERIA SUBTERRANEA
- CAMARA DE ESPUMA

NOTAS

- 1- EL NIVEL DE LA PLATAFORMA DE OPERACION DE LOS MONITORES M-2, M-3, M-4, M-5 Y M-6 DEBE ESTAR A DOS METROS SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO.
- 2- EL ALCANCE DE LOS MONITORES ES DE 30 METROS CON HECLA AMOCTA.
- 3- LAS CAMARAS DE ESPUMA SON MCS-9 DE NATIONAL FOAM PARA USARSE CON ESPUMA TIPO UNIVERSAL.
- 4- IDENTIFICACION DE LINEAS:
 AH - AGUA CONTRAINCENDIO
 EC - ESPUMA CONTRAINCENDIO
- 5- EL NIVEL PARA LA PLATAFORMA DE OPERACION DEL MONITOR M-3 DEBE ESTAR A 4 METROS SOBRE EL NIVEL DE PISO.

TESIS PROFESIONAL		
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTIMOCAN		
JUAN MANUEL GONZALEZ ALVAREZ		
U. N. A. M.	PLANO DE SISTEMA CONTRA INCENDIO	DIAGRAMA 3

El dispositivo más desfavorable es áquel que presenta una mayor caída de presión total (ΔP_T) al considerar la ruta mas desfavorable desde la alimentación del anillo hasta la alimentación de dicho dispositivo. La caída de presión total engloba - las pérdidas de presión debidas a la fricción (ΔP_F) así como - la correspondiente a la carga estática (ΔP_H); la primera, es - ocasionada por fricción entre el flúido y las paredes internas del tubo, cambio de dirección y diámetro de tubería, la segunda - debida a la altura del dispositivo.

Cabe señalar que la caída de presión por conexiones y tubería no es significativa comparada con la pérdida debida a la columna hidrostática.

Una vez que se conoce la ΔP_T del dispositivo mas desfavorable y considerando una presión de 7 Kg/cm² a la salida del mismo se determina la presión de suministro en límites de batería, garantizando con ello que los otros dispositivos tendrán una presión a la salida dentro de lo requerido bajo criterio de norma.

El arreglo de tuberías en la red es tal que, por un lado, - permite aislar secciones de la misma para facilidades de mantenimiento y/o reparación y por otro se garantice el suministro de - agua hacia las otras secciones.

El sistema de cálculo que aquí se propone es simplificado, - completamente práctico y sus resultados son bastante aceptados - para aplicarse en el diseño de redes de agua contra incendio.

En base a lo anterior, a continuación se indican las ecuaciones y referencias (Tablas, nomogramas, etc.) a utilizar en el dimensionamiento de la red.

Para cálculo del diámetro: (pág. B-14 CRANE)

$$D \text{ CALC.} = \sqrt{\frac{0.0509 \times W}{\rho \times v}} \dots \text{Ec. 5.1}$$

donde:

D CALC = diámetro calculado (pulgadas), obteniendo D_{nominal} (pulg.)
 D_{interno} (pulg.)

W = gasto (lb/Hr)

ρ = densidad del agua a Temp.operación(°F) (lb/FT³) Pag.A-6 (CRANE)

v = criterio de velocidad recomendada del agua (FT/SEG)

Para cálculo de pérdidas por presión:

$$\text{TOTAL } \Delta P_T = \Delta P_F + \Delta P_H \dots \text{Ec. 5.2}$$

donde:

ΔP_T = pérdida de presión total (Psi)

ΔP_F = pérdidas de presión por fricción (Psi)

ΔP_H = pérdidas de presión por altura (Psi)

- Pérdidas por fricción: (Pág. B-14 CRANE)

$$\Delta P_F = \frac{3.36 \times 10^{-6} \times L \times f \times W^2}{\rho \times DINT^5} \dots \text{Ec. 5.3}$$

donde:

$$L = L_{T.R} + LEQ \dots \text{Ec. 5.4}$$

L = longitud total de tubería (FTS)

LT.R= longitud de tubo recto (FTS)

LEQ = longitud equivalente de accesorios (FTS)

Para determinar LEQ. ACCESORIOS (VER TABLA DEL ANEXO)

$$LEQ = (y) (L/D) (D INT) \dots \text{Ec. 5.5.}$$

donde:

y = CANTIDAD DE ACCESORIOS

L/D = LONGITUD EQUIVALENTE EN DIAMETROS DE TUBERIA (Pág.A-30, - A-31 CRANE)

DINT= Diámetro interno (FTS) (pág. B-16 CRANE)

$$f = \frac{64}{RE} \dots \dots \dots \text{EC. 5.6 (flujo laminar)}$$

$$f = 0.014 + 1.056 RE^{-0.42} \dots \dots \dots \text{EC. 5.7 (Flujo turbulento)}$$

donde: f = factor de fricción o fanning

$$Re = \frac{6.32 \times W}{\mu \times D \text{ INT}} \dots \dots \dots \text{.Ec. 5.8}$$

donde:

Re = número de reynolds que determina las características de flujo.
jo.

- SI Re \leq 2000 flujo laminar
- Re \geq 4000 flujo turbulento

μ = viscosidad del agua (Cp) (Pág. A-3 CRANE)

- Pérdida por altura:

$$\Delta P_h = \frac{H \times P}{144} \dots \dots \dots \text{Ec. 5.9}$$

donde:

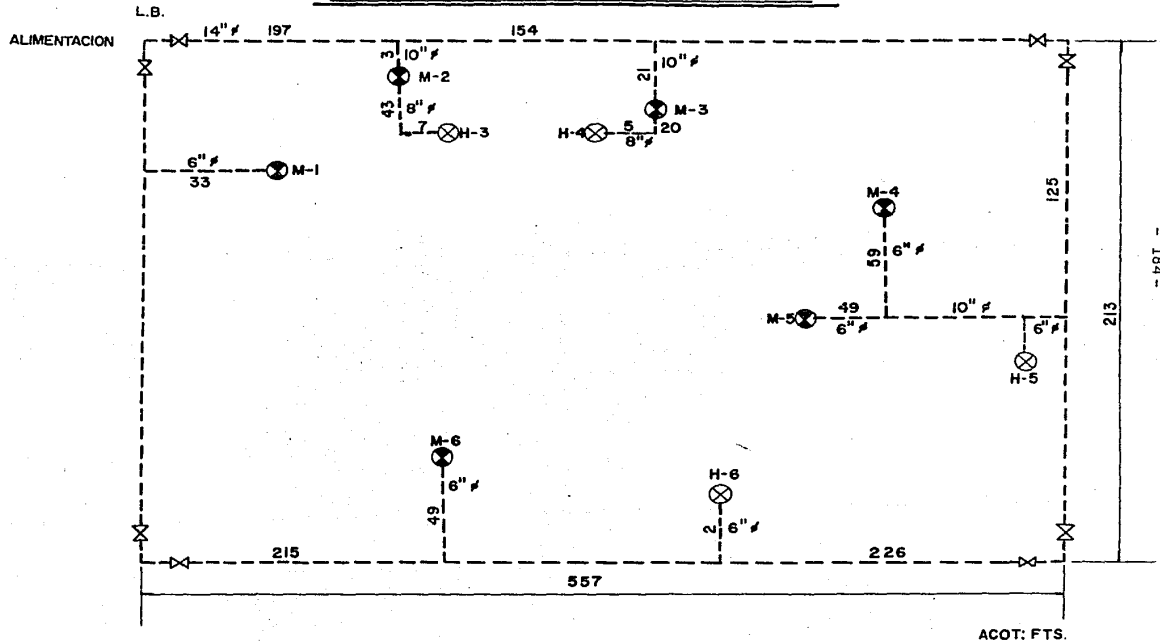
H = altura del dispositivo (FTS)

PRESION INICIAL

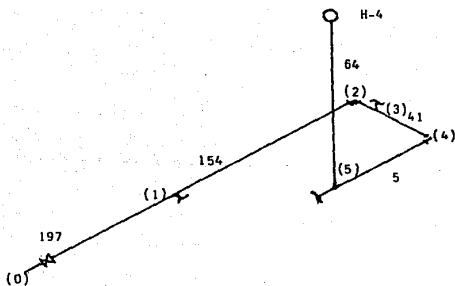
$$PI = P_2 + \Delta P_T \dots \dots \dots \text{Ec. 5.10}$$

- P₁ = presión inicial (límites de batería psi)
- P₂ = presión final (salida del dispositivo psi)
- ΔP_T = caída de presión total desde L.B. hasta la salida del dispositivo (psi)

RED HIDRAULICA CONTRA INCENDIO

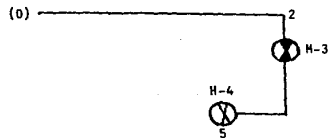
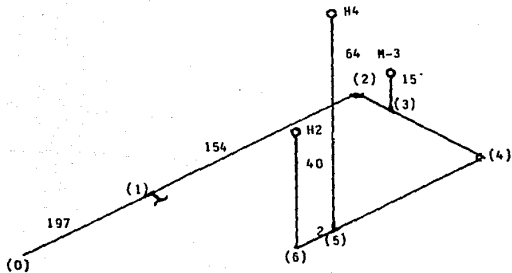


SECCION	(G.P.M.) FLUJO	(PULG.) DIAMETRO	(FTS/SEG) VELOCIDAD	(FTS) LONG. TOTAL	(PSI) ΔP 100	(PSI) Δ P F	(PSI) Δ P H	(PSI) Δ P T	(PSI) PRESION TOTAL
H-4 ← 5	500	6	5.55	94	0.72	2.01	27.6	29.61	129.61
5 ← 3	1000	8	6.41	78	0.675	0.52	—	0.52	130.13
3 ← 1	2000	10	8.14	248	0.808	2.00	—	2.00	132.13
1 ← 0	4000	14	9.48	225	0.787	1.77	—	1.77	133.9

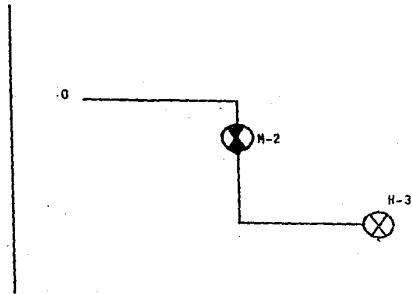
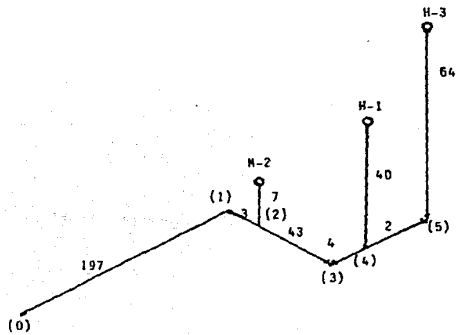


NOTAS: EN LA FIGURA SE MUESTRA EL CASO CRITICO
 CON QUE SE CALCULA LA PRESION DE SUMI--
 NISTRO EN L.B. EN EL H-4 SE REQUIERE --
 133.9 psi (9.37 kg/cm²)

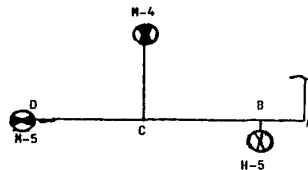
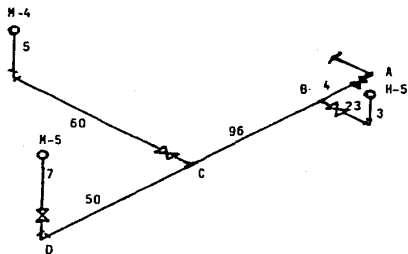
SECCION	(GPH) FLUJO	(PULG.) DIAMETRO	(FTS/SEG) VELOCIDAD	(FTS) LONG. TOTAL	(PSI) AP 100	(PSI) A P F	(PSI) A P H	(PSI) A P T
H-2 ↔ 6	500	6	5.5	50	0.72	2.090	17.3	19.4
6 ↔ 5	↓	↓	↓	3	0.72	0.021	—	0.021
H-3 ↔ 3	1000	↓	11.1	15	2.68	7.54	6.5	14.04



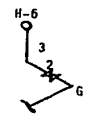
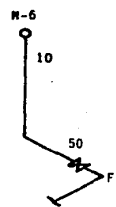
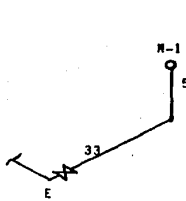
SECCION	(GPM) FLUJO	(PULG.) DIAMETRO	(FTS/SEG) VELOCIDAD	(FTS) LONG. TOTAL	(PSI) ΔP 100	(PSI) Δ P F	(PSI) Δ P H	(PSI) Δ P T
(H-3) ← 5	500	6	5.5	74	0.72	2.32	26.27	28.59
5 ← 4	↓	↓	↓	13	↓	0.093	—	0.093
H-1 ← 4	↓	↓	↓	40	↓	2.01	17.29	19.3
4 ← 2	1000	8	6.41	67	0.675	0.45	—	0.45
M-2 ← 2	↓	6	11.1	7	2.28	7.29	3.02	10.31



SECCION	(GPM) FLUJO	(PULG.) DIAMETRO	(FIS/SEG) VELOCIDAD	(FTS) LONG. TOTAL	(PSI) AP 100	(PSI) A P F	(PSI) A P H	(PSI) A P I
H-5 → D	1000	6	11.1	24	2.68	7.75	2.1	9.85
D → C	↓	↓	↓	64	↓	1.71	—	1.71
H-4 → C	↓	↓	↓	82	↓	9.33	2.1	11.43
C → B	2000	10	8.14	105	0.808	0.82	—	0.82
H-5 → B	500	6	5.5	40	0.72	2.01	1.41	3.41
B → A	2500	10	10.17	17	1.24	0.21	—	0.21



SECCION	(GPM) FLUJO	(PULG) DIAMETRO	(FT/SEG) VELOCIDAD	(FTS) LONG. TOTAL	(PSI) ΔP 100	(PSI) Δ P F	(PSI) Δ P H	(PSI) Δ P T
M-1 ←→ E	1000	6	11.1	63	2.68	8.82	2.16	11
M-6 ←→ F	1000	↓	11.1	85	2.68	9.41	4.32	13.73
H-6 ←→ G	500	↓	5.5	30	0.72	1.94	1.3	3.24



2.- SISTEMA DE ASPERSION

Tal como se indicó en la parte correspondiente a protección con agua pulverizada del capítulo III el diseño del sistema se verifica al cumplirse que el gasto real (QR) sea mayor que el - gasto mínimo de agua requerido (QMIN)

Para efectuar el cálculo de Qmin. es necesario conocer el - área del equipo a proteger y la relación de aplicación de agua - recomendada para dicho equipo. El QR depende del número de aspersores necesarios en la protección así como del gasto manejado por el aspersor elegido en el sistema.

Se recomienda utilizar aspersores tipo full-jet ya que producen un patron de descarga de cono lleno apropiado para aplicaciones de protección contra incendio.

El gasto manejado por un aspersor depende de la presión de operación del mismo, siendo recomendable diseñar de 60-80 psi; - de la información técnica del aspersor se determina su ángulo de aspersión y fijando la altura a la que se ubicará se calcula la cobertura teórica del aspersor al aplicar el agua pulverizada.

Considerando la cobertura teórica del aspersor seleccionado y relacionándola con el área a proteger se establece el número - de aspersores necesarios en la protección.

Cabe señalar que se considera un 20% de exceso debido al - traslape en los patrones de aspersión.

En base a lo anterior, a continuación se indican las ecuaciones a utilizar en el diseño.

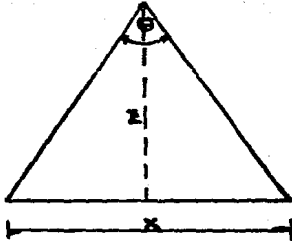
$$Q_{min} = (A) (R) \text{Ec. 5.11}$$

donde:

Qmin= Gasto mínimo de agua requerido (G.P.M.)

A = área del equipo a proteger (FT²)

R = relación de aplicación de agua ($\frac{\text{G.P.M.}}{\text{FT}^2}$)



$$X = 2 \left[Z \text{TANG}\left(\frac{\Theta}{2}\right) \right] \quad \text{. . Ec 5.12}$$

donde:

X= cobertura teórica del aspersor (FTS)

Z= altura del aspersor (FTS)

Θ= ángulo de aspersión(GRADOS)

$$QR = (QA) (NA) \quad \text{. Ec. 5.13}$$

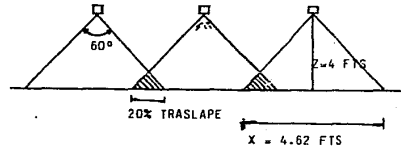
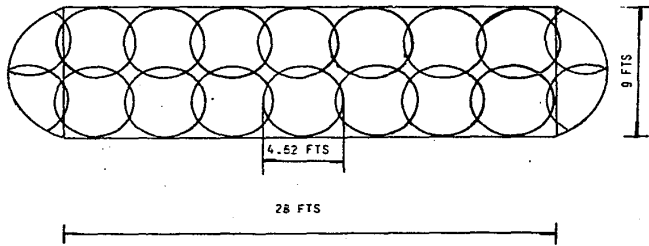
donde:

QR = Gasto real de agua (G.P.M.)

QA = Gasto del aspersor seleccionado a una presión de 80 psi (G.P.M.)

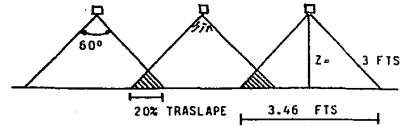
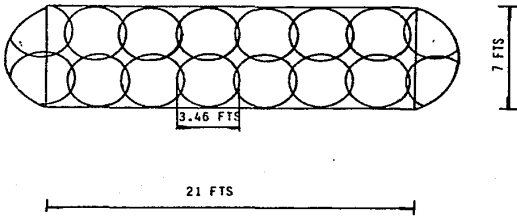
Los datos técnicos del aspersor seleccionado se obtienen de información de fabricante (Ver Hoja Técnica en el anexo)

RECIPIENTE FA-303



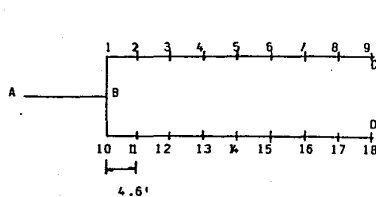
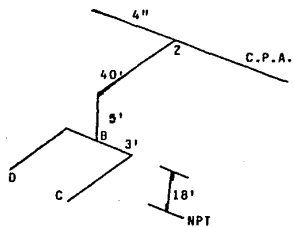
AREA A PROTEGER (FT ²)	DENSIDAD DE APLICACION (GPM/FT ²)	GASTO MINIMO (GPM)	DATOS DEL ASPERSOR						
			PRESION (PSI)	TIPO	GASTO	ANGULO DE ASPERSION	ALTURA (FTS)	DIAMETRO DE COBERTURA (FTS)	NUMERO DE ASPERSORES
1045	0.25	261	80	10NA	16	60°	4	4.62	18

RECIPIENTE FA-304

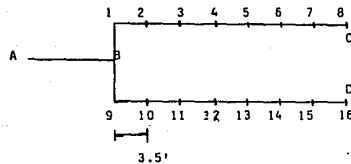
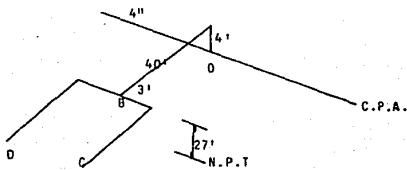


DATOS DEL ASPERSOR									
AREA A PROTEGER (FT ²)	DENSIDAD DE APLICACION (GPM/FT ²)	GASTO MINIMO (GPM)	PRESION (PSI)	TIPO	GASTO	ANGULO DE ASPERSION	ALTURA (FTS)	DIAMETRO DE COBERTURA (FTS)	NUMERO DE ASPERSORES
615	0.25	154	80	7 NA	10.7	60°	3	3.46	16

REFERENCIA	SECCION	ASPECTOR	F L U J O		DIAMETRO	VELOCIDAD	LONG.TOTAL	ΔP 100	ΔPF	ΔPH	ΔPT	PRESION
			TOTAL		(PULG.)	(FT/SEG.)	(FTS)	(PSI)	(PSI)	(PSI)	(PSI)	TOTAL
												(PSI)
FA - 303	9 - 8	9	16	16	1	5.6	4.6	6.36	0.29	—	0.29	80.79
	8 - 7	8	16	32	1½	5.0		2.9	0.13	—	0.13	80.42
	7 - 6	7	16	48	1½	7.4		6.24	0.28	—	0.28	80.7
	6 - 5	6	16	64	2	6.1		3.0	0.14	—	0.14	80.84
	5 - 4	5	16	80	2	7.6		4.97	0.22	—	0.22	81.06
	4 - 3	4	16	96	2½	6.4		2.7	0.12	—	0.12	81.12
	3 - 2	3	16	112	3	4.86		1.17	0.05	—	0.05	81.23
	2 - 1	2	16	128	3	5.6		1.64	0.07	—	0.07	81.3
	1 - B	1	16	144	3	6.2	24	2.15	0.51	—	0.51	81.81
	B - Z	Z		288	4	7.2	75	1.87	1.4	2.16		81.05



REFERENCIA	SECCION	ASPERSOR	F L U J O		DIAMETRO	VELOCIDAD	LONG.TOTAL	AP 100	APF	APH	APT	PRESION
			TOTAL		(PULG.)	(FT/SEG.)	(FTS)	(PSI)	(PSI)	(PSI)	(PSI)	TOTAL
												(PSI)
FA-304	8-7	8	10.7	10.7	3/4	6.44	3.5	10	0.25	—	0.35	80.35
	7-6	7	↓	21.4	1	7.9	↓	11.6	0.40	—	0.40	80.75
	6-5	6	↓	32.1	1½	5.0	↓	2.9	0.10	—	0.10	80.85
	5-4	5	↓	42.8	1½	6.7	↓	5	0.17	—	0.17	81.02
	4-3	4	↓	53.5	2	5.1	↓	2.17	0.07	—	0.07	81.09
	3-2	3	↓	64.2	2	6.1	↓	3	0.10	—	0.10	81.19
	2-1	2	↓	74.9	2½	5	↓	1.7	0.06	—	0.06	81.25
	1-B	1	↓	85.6	2½	5.7	24	2.17	0.52	—	0.52	81.77
	B-0	0	↓	171	3	7.4	66.5	2.9	1.9	1.73	3.63	85.4



PARA LA PROTECCION DE LAS BOMBAS SE TIENE:

AREA A PROTEGER (FT ²)	16
DENSIDAD DE APLICACION (GPM/ FT ²)	0.5
GASTO MINIMO (G.P.M.)	8
PRESION (PSI)	60
TIPO	7 NA
GASTO	9.3
ANGULO DE ASPERSION	60°
ALTURA (FTS)	2

PROTECCION DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO CON ESPUMA MECANICA

TANQUE	TIPO DE RIESGO	(FT ²) AREA A PROTEGER	(GPM/FT ²) DOSIS DE APLICACION	NUMERO DE CAMARAS DE ESPUMA	TIPO DE ESPUMA	% DOSIFICACION	(MIN.) TIEMPO DE OPERACION	(GAL.) GASTO DE LIQUIDO DE ESPUMA	TIPO DE CAMARA DE ESPUMA
FB-301	HIDROCARBURO	706.85	0.1	1	UNIVERSAL	3	40	85	NCS-9 NATIONAL FOAM SYST.
FB-302	↓	804.2	↓	↓	↓	↓	↓	97	↓
FB-303	↓	804.2	↓	↓	↓	↓	↓	97	↓
FB-304	↓	804.2	↓	↓	↓	↓	↓	97	↓
FB-305	↓	962	↓	↓	↓	↓	↓	115	↓

C A P I T U L O VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es importante puntualizar que los criterios de diseño establecidos para el dimensionamiento y distribución estratégica de los sistemas contra incendio han surgido de experiencias por lo que para mejorar cada vez más éstos sistemas es necesario que exista comunicación continua y eficaz entre operadores y diseñadores a fin de unificar y establecer criterios que sirvan para resolver problemas de diseño y operación de tales sistemas, es decir debe existir retro alimentación de campo.

Los lineamientos generales proporcionados en esta Tesis permiten mediante su aplicación el desarrollo de nuevos proyectos de sistemas contra incendio para plantas de proceso, mismas que estarán en función de la naturaleza del proyecto.

Para la utilización efectiva en caso de emergencia del sistema contra incendio de la planta extractora con furfural, se recomienda lo siguiente:

- Es conveniente crear conciencia en el personal que labora en estas instalaciones, de la importancia que tiene el mantener en buenas condiciones los sistemas de extinción.

- Es necesario que el personal esté debidamente capacitado en el manejo de todo el equipo contra incendio, recibiendo adiestramiento mediante simulacros de las diferentes técnicas de combate de incendios.

- llevar a cabo procedimientos de inspección, prueba y mantenimiento preventivo y correctivo, tanto del equipo manual como de los sistemas fijos.

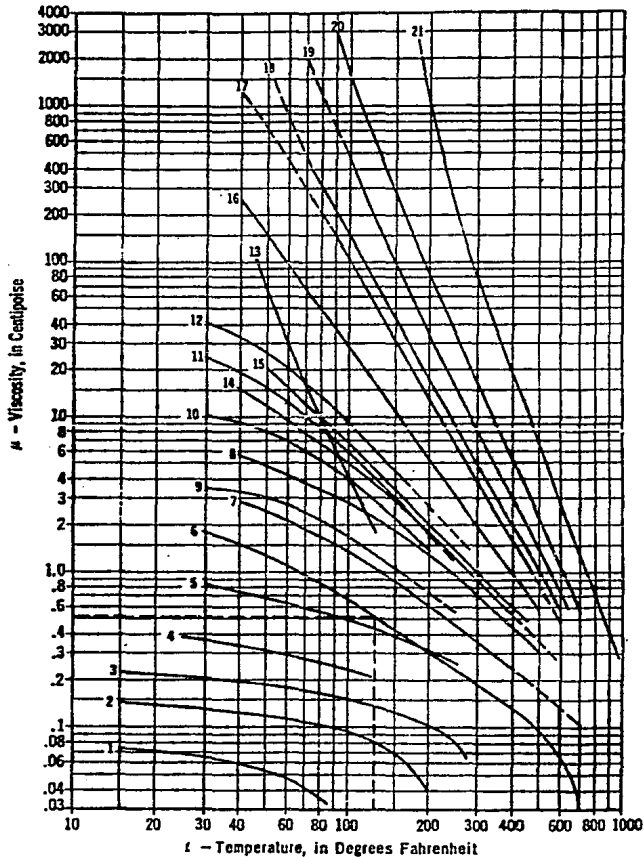
Es aconsejable que en cualquier modificación y/o ampliación a la planta se revisen los sistemas de protección a fin de mantener protegida la instalación pues es de todos conocido que cuando el trabajador se siente adecuadamente protegido, concentra -

su mejor esfuerzo en el desempeño de las labores que se le encomiendan obteniéndose con ello un mejor rendimiento, que redundan en beneficios económicos no sólo para él y su familia sino para la industria nacional.

C A P I T U L O V I I

INFORMACION COMPLEMENTARIA Y BIBLIOGRAFIA

Viscosity of Water and Liquid Petroleum Products^{5, 12, 23}



1. Ethane (C₂H₆)
2. Propane (C₃H₈)
3. Butane (C₄H₁₀)
4. Natural Gasoline
5. Gasoline
6. Water
7. Kerosene
8. Distillate
9. 48 Deg. API Crude
10. 40 Deg. API Crude
11. 33.6 Deg. API Crude
12. 32.6 Deg. API Crude
13. Salt Creek Crude
14. Fuel 3 (Max.)
15. Fuel 5 (Min.)
16. SAE 10 Lube (100 V.I.)
17. SAE 30 Lube (100 V.I.)
18. Fuel 5 (Max.) or Fuel 6 (Min.)
19. SAE 70 Lube (100 V.I.)
20. Bunker C Fuel (Max.) and M.C. Casidium
21. Asphalt

Data extracted in part by permission from the Oil and Gas Journal.

Example: The viscosity of water at 125 F is 0.52 centipoise (Curve No. 6).

Physical Properties of Water

Temperature of Water <i>t</i>	Saturation Pressure <i>P_s</i>	Specific Volume <i>v</i>	Weight Density <i>ρ</i>	Weight
Degrees Fahrenheit	Pounds per Square Inch Absolute	Cubic Feet Per Pound	Pounds per Cubic Foot	Pounds Per Gallon
32	0.08859	0.016022	62.414	8.3436
40	0.12163	0.016019	62.426	8.3451
50	0.17796	0.016023	62.410	8.3430
60	0.25611	0.016033	62.371	8.3378
70	0.36292	0.016050	62.305	8.3290
80	0.50683	0.016072	62.220	8.3176
90	0.69813	0.016099	62.116	8.3037
100	0.94924	0.016130	61.996	8.2877
110	1.2750	0.016165	61.862	8.2698
120	1.6927	0.016204	61.7132	8.2498
130	2.2230	0.016247	61.550	8.2280
140	2.8892	0.016293	61.376	8.2048
150	3.7184	0.016343	61.188	8.1797
160	4.7414	0.016395	60.994	8.1537
170	5.9576	0.016451	60.787	8.1266
180	7.5110	0.016510	60.569	8.0989
190	9.340	0.016572	60.342	8.0667
200	11.526	0.016637	60.107	8.0361
210	14.123	0.016705	59.862	8.0024
212	14.696	0.016719	59.812	7.9937
220	17.186	0.016775	59.613	7.9690
240	24.968	0.016926	59.081	7.8979
260	35.427	0.017089	58.517	7.8226
280	49.200	0.017264	57.924	7.7433
300	67.005	0.01745	57.307	7.6608
350	134.604	0.01799	55.886	7.4308
400	247.259	0.01864	53.648	7.1717
450	422.55	0.01943	51.467	6.8801
500	680.86	0.02043	48.948	6.5433
550	1045.43	0.02176	45.956	6.1434
600	1543.2	0.02364	42.301	5.6548
650	2208.4	0.02674	37.397	4.9993
700	3094.3	0.03662	27.307	3.6505

Specific gravity of water at 60 F = 1.00

Weight per gallon is based on 7.48052 gallons per cubic foot.

All data on volume and pressure are abstracted from ASME Steam Tables (1967), with permission of publisher, The American Society of Mechanical Engineers, 345 East 47th Street, New York, N.Y. 10017.

Schedule (Thickness) of Steel Pipe Used in Obtaining Resistance Of Valves and Fittings of Various Pressure Classes by Test*

Valve or Fitting ANSI Pressure Classification		Schedule No. of Pipe Thickness
Steam Rating	Cold Rating	
250-Pound and Lower	500 psig	Schedule 40
300-Pound to 600-Pound	1440 psig	Schedule 80
900-Pound	2160 psig	Schedule 120
1500-Pound	3600 psig	Schedule 160
1500-Pound	½ to 6" 8" and larger	xx (Double Extra Strong) Schedule 160

*These schedule numbers have been arbitrarily selected only for the purpose of identifying the various pressure classes of valves and fittings with specific pipe dimensions for the interpretation of flow test data; they should not be construed as a recommendation for installation purposes.

Representative Equivalent Length¹ in Pipe Diameters (L/D) Of Various Valves and Fittings

Description of Product			Equivalent Length in Pipe Diameters (L/D)
Globe Valves	Stem Perpendicular to Run	With no obstruction in flat, bevel, or plug type seat	Fully open 340
		With wing or pin guided disc	Fully open 450
	Y-Pattern	(No obstruction in flat, bevel, or plug type seat)	Fully open 175
		- With stem 60 degrees from run of pipe line - With stem 45 degrees from run of pipe line	Fully open 145
Angle Valves		With no obstruction in flat, bevel, or plug type seat	Fully open 145
		With wing or pin guided disc	Fully open 200
Gate Valves	Wedge, Disc, Double Disc, or Plug Disc		Fully open 13
			Three-quarters open 35
			One-half open 160
			One-quarter open 900
	Pulp Stock	Fully open 17	
		Three-quarters open 50	
		One-half open 260	
		One-quarter open 1200	
Conduit Pipe Line Gate, Ball, and Plug Valves			Fully open 3**
Check Valves	Conventional Swing	0.5f... Fully open	135
	Clearway Swing	0.5f... Fully open	50
	Globe Lift or Stop; Stem Perpendicular to Run or Y-Pattern	2.0f... Fully open	Same as Globe
	Angle Lift or Stop	2.0f... Fully open	Same as Angle
	In-Line Ball	2.5 vertical and 0.25 horizontal... Fully open	150
Foot Valves with Strainer	With poppet lift-type disc	0.1f... Fully open	420
	With leather-hinged disc	0.4f... Fully open	75
Butterfly Valves (8-inch and larger)			Fully open 40
Cocks	Straight-Through	Rectangular plug port area equal to 100% of pipe area	Fully open 18
	Three-Way	Rectangular plug port area equal to 80% of pipe area (fully open)	Flow straight through 44 Flow through branch 140
Fittings	90 Degree Standard Elbow		30
	45 Degree Standard Elbow		16
	90 Degree Long Radius Elbow		20
	90 Degree Street Elbow		50
	45 Degree Street Elbow		26
	Square Corner Elbow		57
	Standard Tee	With flow through run With flow through branch	20 60
Close Pattern Return Bend		50	
Pipe	90 Degree Pipe Bends		See Page A-27
	Miter Bends		See Page A-27
	Sudden Enlargements and Contractions		See Page A-26
	Entrance and Exit Losses		See Page A-26

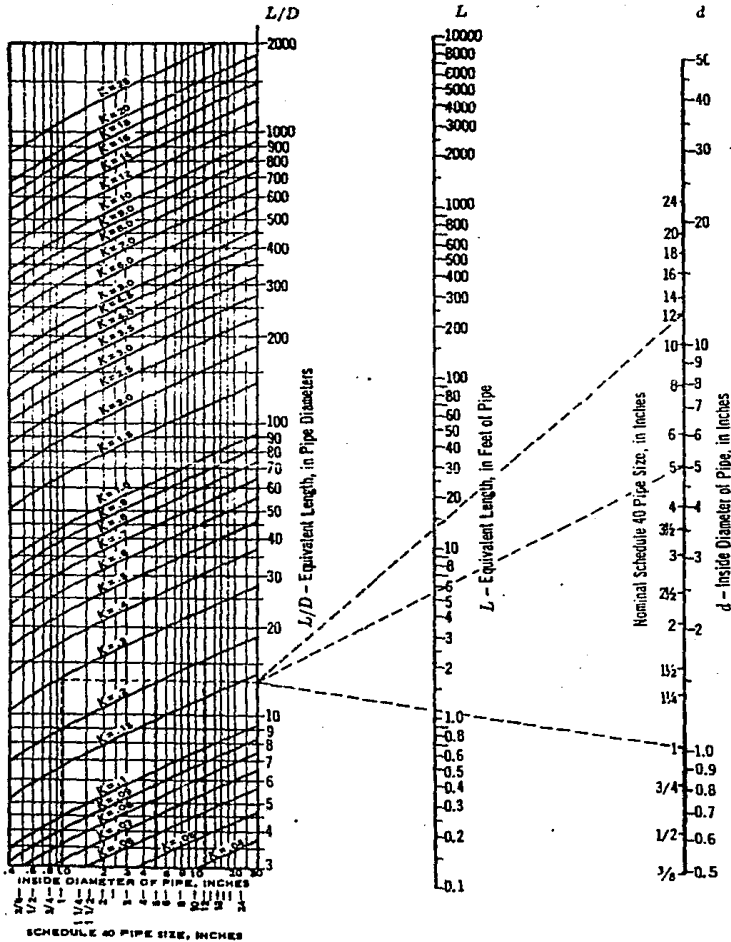
**Exact equivalent length is equal to the length between flange faces or welding ends.

¹Minimum calculated pressure drop (psi) across valve to provide sufficient flow to lift disc fully.

³For limitations, see page 2-11. For effect of end connections, see page 2-10.

¹For resistance factor "K", equivalent length in feet of pipe, and equivalent flow coefficient "C", see pages A-31 and A-12.

***Equivalent Lengths L and L/D and Resistance Coefficient K**



Problem: Find the equivalent length in pipe diameters and feet of Schedule 40 pipe, and the resistance factor K for 1, 5, and 12-inch fully-opened gate valves.

*For limitations, see page 3-11.

Valve Size	Solution			Refer to
	1"	5"	12"	
Equivalent length, pipe diameters	11	13	15	Page A-30
Equivalent length, feet of Sched. 40 pipe	1.1	5.5	13	Dotted lines
Resist. factor K , based on Sched. 40 pipe	0.10	0.20	0.17	on chart.

Flow of Water Through Schedule 40 Steel Pipe












Discharge		Pressure Drop per 100 feet and Velocity in Schedule 40 Pipe for Water at 60 F.															
		1/8"		1/4"		3/8"		1/2"		3/4"		1"		1 1/4"		1 1/2"	
Gallons per Minute	Cubic Ft. per Second	Veloc. Ft. per Second	Press. Drop Lbs. per Sq. In.	Veloc. Ft. per Second	Press. Drop Lbs. per Sq. In.	Veloc. Ft. per Second	Press. Drop Lbs. per Sq. In.	Veloc. Ft. per Second	Press. Drop Lbs. per Sq. In.	Veloc. Ft. per Second	Press. Drop Lbs. per Sq. In.	Veloc. Ft. per Second	Press. Drop Lbs. per Sq. In.	Veloc. Ft. per Second	Press. Drop Lbs. per Sq. In.	Veloc. Ft. per Second	Press. Drop Lbs. per Sq. In.
1.3	0.00446	1.13	0.04	0.616	0.359	0.404	0.199	0.317	0.061	0.35	0.033	0.371	0.048	0.429	0.064	0.473	0.083
2	0.00668	1.90	0.32	0.974	0.563	0.504	0.249	0.432	0.086	0.432	0.057	0.464	0.076	0.524	0.098	0.578	0.104
3	0.00991	2.26	0.58	1.21	0.81	0.672	0.343	0.525	0.127	0.525	0.087	0.557	0.117	0.604	0.136	0.658	0.150
4	0.01114	2.82	1.04	1.34	1.07	0.840	0.378	0.558	0.147	0.558	0.101	0.591	0.137	0.652	0.156	0.706	0.166
5	0.01134	3.39	1.47	1.81	1.29	1.01	0.781	0.613	0.240	0.781	0.131	0.624	0.177	0.710	0.196	0.764	0.176
6	0.01178	4.12	23.9	4.40	1.54	1.14	1.15	0.844	0.408	1.14	0.155	0.877	0.206	0.910	0.225	0.964	0.234
7	0.01213	5.65	37.1	3.08	1.28	1.36	1.85	1.00	0.600	1.36	0.185	0.971	0.248	1.048	0.280	1.126	0.303
8	0.01248	11.29	134.4	6.15	1.30	1.48	1.58	1.11	2.10	1.58	0.220	1.109	0.294	1.144	0.336	1.222	0.352
9	0.01283	13.87	181.2	8.41	1.31	1.65	1.72	1.21	2.84	1.72	0.254	1.199	0.348	1.230	0.384	1.300	0.378
10	0.01318	16.45	228.0	10.67	1.32	1.82	1.86	1.31	3.58	1.86	0.288	1.289	0.399	1.316	0.432	1.378	0.416
15	0.01496	27.42	381.6	16.51	1.33	2.44	2.44	1.41	5.06	2.44	0.352	1.479	0.474	1.502	0.516	1.646	0.480
20	0.01674	38.39	484.8	22.35	1.34	3.06	2.58	1.51	6.54	2.58	0.416	1.669	0.558	1.584	0.564	1.784	0.564
25	0.01852	49.36	588.0	28.19	1.35	3.68	2.70	1.61	8.02	2.70	0.480	1.859	0.642	1.662	0.606	1.922	0.606
30	0.02030	60.33	691.2	34.03	1.36	4.30	2.82	1.71	9.50	2.82	0.544	2.049	0.726	1.740	0.648	2.060	0.648
35	0.02208	71.30	794.4	39.87	1.37	4.92	2.94	1.81	11.00	2.94	0.608	2.239	0.810	1.818	0.690	2.198	0.690
40	0.02386	82.27	897.6	45.71	1.38	5.54	3.06	1.91	12.50	3.06	0.672	2.429	0.894	1.896	0.732	2.336	0.732
45	0.02564	93.24	1000.8	51.55	1.39	6.16	3.18	2.01	14.00	3.18	0.736	2.619	0.978	1.974	0.774	2.474	0.774
50	0.02742	104.21	1104.0	57.39	1.40	6.78	3.30	2.11	15.50	3.30	0.800	2.809	1.062	2.052	0.816	2.612	0.816
55	0.02920	115.18	1207.2	63.23	1.41	7.40	3.42	2.21	17.00	3.42	0.864	3.009	1.146	2.130	0.858	2.750	0.858
60	0.03098	126.15	1310.4	69.07	1.42	8.02	3.54	2.31	18.50	3.54	0.928	3.209	1.230	2.208	0.900	2.888	0.900
65	0.03276	137.12	1413.6	74.91	1.43	8.64	3.66	2.41	20.00	3.66	1.000	3.409	1.314	2.286	0.942	3.026	0.942
70	0.03454	148.09	1516.8	80.75	1.44	9.26	3.78	2.51	21.50	3.78	1.072	3.609	1.398	2.364	0.984	3.164	0.984
75	0.03632	159.06	1620.0	86.59	1.45	9.88	3.90	2.61	23.00	3.90	1.144	3.809	1.482	2.442	1.026	3.302	1.026
80	0.03810	170.03	1723.2	92.43	1.46	10.50	4.02	2.71	24.50	4.02	1.216	4.009	1.566	2.520	1.068	3.440	1.068
85	0.03988	181.00	1826.4	98.27	1.47	11.12	4.14	2.81	26.00	4.14	1.288	4.209	1.650	2.598	1.110	3.578	1.110
90	0.04166	191.97	1929.6	104.11	1.48	11.74	4.26	2.91	27.50	4.26	1.360	4.409	1.734	2.676	1.152	3.716	1.152
95	0.04344	202.94	2032.8	110.00	1.49	12.36	4.38	3.01	29.00	4.38	1.432	4.609	1.818	2.754	1.194	3.854	1.194
100	0.04522	213.91	2136.0	115.84	1.50	12.98	4.50	3.11	30.50	4.50	1.504	4.809	1.902	2.832	1.236	3.992	1.236
105	0.04700	224.88	2239.2	121.73	1.51	13.60	4.62	3.21	32.00	4.62	1.576	5.009	1.986	2.910	1.278	4.130	1.278
110	0.04878	235.85	2342.4	127.67	1.52	14.22	4.74	3.31	33.50	4.74	1.648	5.209	2.070	2.988	1.320	4.268	1.320
115	0.05056	246.82	2445.6	133.61	1.53	14.84	4.86	3.41	35.00	4.86	1.720	5.409	2.154	3.066	1.362	4.406	1.362
120	0.05234	257.79	2548.8	139.55	1.54	15.46	4.98	3.51	36.50	4.98	1.792	5.609	2.238	3.144	1.404	4.544	1.404
125	0.05412	268.76	2652.0	145.49	1.55	16.08	5.10	3.61	38.00	5.10	1.864	5.809	2.322	3.222	1.446	4.682	1.446
130	0.05590	279.73	2755.2	151.43	1.56	16.70	5.22	3.71	39.50	5.22	1.936	6.009	2.406	3.300	1.488	4.820	1.488
135	0.05768	290.70	2858.4	157.37	1.57	17.32	5.34	3.81	41.00	5.34	2.008	6.209	2.490	3.378	1.530	4.958	1.530
140	0.05946	301.67	2961.6	163.31	1.58	17.94	5.46	3.91	42.50	5.46	2.080	6.409	2.574	3.456	1.572	5.096	1.572
145	0.06124	312.64	3064.8	169.25	1.59	18.56	5.58	4.01	44.00	5.58	2.152	6.609	2.658	3.534	1.614	5.234	1.614
150	0.06302	323.61	3168.0	175.19	1.60	19.18	5.70	4.11	45.50	5.70	2.224	6.809	2.742	3.612	1.656	5.372	1.656
155	0.06480	334.58	3271.2	181.13	1.61	19.80	5.82	4.21	47.00	5.82	2.296	7.009	2.826	3.690	1.698	5.510	1.698
160	0.06658	345.55	3374.4	187.07	1.62	20.42	5.94	4.31	48.50	5.94	2.368	7.209	2.910	3.768	1.740	5.648	1.740
165	0.06836	356.52	3477.6	193.01	1.63	21.04	6.06	4.41	50.00	6.06	2.440	7.409	2.994	3.846	1.782	5.786	1.782
170	0.07014	367.49	3580.8	198.95	1.64	21.66	6.18	4.51	51.50	6.18	2.512	7.609	3.078	3.924	1.824	5.924	1.824
175	0.07192	378.46	3684.0	204.89	1.65	22.28	6.30	4.61	53.00	6.30	2.584	7.809	3.162	4.002	1.866	6.062	1.866
180	0.07370	389.43	3787.2	210.83	1.66	22.90	6.42	4.71	54.50	6.42	2.656	8.009	3.246	4.080	1.908	6.200	1.908
185	0.07548	400.40	3890.4	216.77	1.67	23.52	6.54	4.81	56.00	6.54	2.728	8.209	3.330	4.158	1.950	6.338	1.950
190	0.07726	411.37	3993.6	222.71	1.68	24.14	6.66	4.91	57.50	6.66	2.800	8.409	3.414	4.236	1.992	6.476	1.992
195	0.07904	422.34	4096.8	228.65	1.69	24.76	6.78	5.01	59.00	6.78	2.872	8.609	3.498	4.314	2.034	6.614	2.034
200	0.08082	433.31	4200.0	234.59	1.70	25.38	6.90	5.11	60.50	6.90	2.944	8.809	3.582	4.392	2.076	6.752	2.076
205	0.08260	444.28	4303.2	240.53	1.71	26.00	7.02	5.21	62.00	7.02	3.016	9.009	3.666	4.470	2.118	6.890	2.118
210	0.08438	455.25	4406.4	246.47	1.72	26.62	7.14	5.31	63.50	7.14	3.088	9.209	3.750	4.548	2.160	7.028	2.160
215	0.08616	466.22	4509.6	252.41	1.73	27.24	7.26	5.41	65.00	7.26	3.160	9.409	3.834	4.626	2.202	7.166	2.202
220	0.08794	477.19	4612.8	258.35	1.74	27.86	7.38	5.51	66.50	7.38	3.232	9.609	3.918	4.704	2.244	7.304	2.244
225	0.08972	488.16	4716.0	264.29	1.75	28.48	7.50	5.61	68.00	7.50	3.304	9.809	4.002	4.782	2.286	7.442	2.286
230	0.09150	499.13	4819.2	270.23	1.76	29.10	7.62	5.71	69.50	7.62	3.376	10.009	4.086	4.860	2.328	7.580	2.328
235	0.09328	510.10	4922.4	276.17	1.77	29.72	7.74	5.81	71.00	7.74	3.448	10.209	4.170	4.938	2.370	7.718	2.370
240	0.09506	521.07	5025.6	282.11	1.78	30.34	7.86	5.91	72.50	7.86	3.520	10.409	4.254	5.016	2.412	7.856	2.412
245	0.09684	532.04	5128.8	288.05	1.79	30.96	7.98	6.01	74.00	7.98	3.592	10.609	4.338	5.094	2.454	7.994	2.454
250	0.09862	543.01	5232.0	293.99	1.80	31.58	8.10	6.11	75.50	8.10	3.664	10.809	4.422	5.172	2.496	8.132	2.496
255	0																

Commercial Wrought Steel Pipe Data
Schedule Wall Thickness—Per ASA B36.10-1950

Nominal Pipe Size	Outside Diameter	Thickness	Inside Diameter		Inside Diameter Functions (In Inches)				Transverse Internal Area	
			d	D	d ²	d ⁴	d ⁶	d ⁸	a	A
			Inches	Feet	Sq. In.	Sq. Ft.	Sq. In.	Sq. Ft.	Sq. In.	Sq. Ft.
Schedule 10	14	0.250	13.5	1.125	182.25	2460.4	33715	448490	143.14	0.994
	16	0.250	15.5	1.251	240.25	3723.9	57720	694560	188.69	1.310
	18	0.250	17.5	1.453	306.25	4359.4	67389	816430	240.53	1.670
	20	0.250	19.5	1.625	380.25	7414.9	144590	2819500	298.65	2.074
	24	0.250	23.5	1.958	552.25	12977.	304980	7157030	433.74	3.012
30	0.312	29.376	2.448	862.95	25350.	744288.	21864218.	677.76	4.707	
Schedule 20	8	0.625	8.125	0.6776	66.02	536.38	4359.3	35409.	51.85	0.3601
	10	0.750	10.25	0.8542	105.06	1076.9	11038.	113141.	87.82	0.575
	12	0.750	12.25	1.021	150.06	1838.3	22518.	278585.	112.56	0.8185
	14	0.812	13.376	1.111	178.92	2393.2	32012.	428185.	140.52	0.9758
	16	0.937	15.376	1.281	236.42	3635.2	55894.	659442.	185.69	1.290
Schedule 30	8	0.625	8.071	0.6776	65.14	525.75	4243.7	34248.	51.16	0.3553
	10	0.750	10.136	0.8447	102.74	1041.4	10555.	106987.	80.69	0.5603
	12	0.750	12.09	1.0075	146.17	1767.2	21366.	258304.	114.80	0.7972
	14	0.812	13.25	1.1042	175.56	2326.2	30821.	408391.	137.88	0.9575
	16	0.937	15.25	1.2708	232.56	3546.6	54084.	674804.	182.65	1.268
Schedule 40	8	0.625	7.981	0.6651	63.70	508.36	4057.7	32380.	50.027	0.3474
	10	0.750	10.02	0.8350	100.4	1006.0	10080.	101000.	78.855	0.5475
	12	0.750	11.938	0.9965	142.5	1701.3	20306.	242470.	111.93	0.7773
	14	0.812	13.124	1.0937	172.24	2160.5	29666.	389340.	135.28	0.9394
	16	0.937	15.000	1.250	225.0	3375.0	50625.	759375.	176.72	1.2727
Schedule 60	8	0.625	7.813	0.6511	61.04	476.93	3725.9	29113.	47.94	0.3329
	10	0.750	9.750	0.8125	95.06	926.86	9036.4	88110.	74.66	0.5185
	12	0.750	11.626	0.9688	135.16	1571.4	18268.	212399.	106.16	0.7372
	14	0.812	13.814	1.0678	164.20	2104.0	27962.	345480.	128.96	0.8956
	16	0.937	15.688	1.2240	215.74	3168.8	46544.	683678.	169.44	1.1766
Schedule 80	8	0.625	7.688	0.6313	59.12	458.8	3588.8	28588.8	45.88	0.3252
	10	0.750	9.500	0.7812	84.38	680.0	5468.8	43750.0	61.88	0.4411
	12	0.750	11.250	0.9375	105.47	843.8	6806.3	54688.8	75.00	0.5250
	14	0.812	13.438	1.0812	126.90	984.3	7812.5	63125.0	86.11	0.6061
	16	0.937	15.500	1.2500	156.25	1193.8	9506.3	75937.5	104.00	0.7372
Schedule 100	1/2	0.405	0.995	0.215	0.0179	0.0462	0.00994	0.002134	0.000459	0.036
	3/4	0.540	1.119	0.307	0.0252	0.0912	0.0275	0.005317	0.002513	0.071
	1	0.675	1.216	0.423	0.0353	0.1289	0.0757	0.03700	0.0161	0.0098
	1 1/4	0.840	1.47	0.546	0.0455	0.2981	0.1678	0.08886	0.04852	0.234
	1 1/2	1.050	1.584	0.742	0.0618	0.5906	0.4085	0.3032	0.2249	0.433

(continued on the next page)

EN PIEZA DE TUBO RECTO
 PARA TUBERIA DE HIERRO AL CARBON CEDULA 40

\varnothing NOMINAL IN				 CORTO	 LARGO	 1/4"	 1/2"	d_2	 d_2	 d_2	 d_2	 d_2
1/2"											2	1.5
3/4"								1/2	0.8	0.5	3	2.5
1"								1/2 3/4	1.2 0.6	0.7 0.6	4	3
1 1/2"	1.75	46	17	4.5	3	8	3	3/4 1	1.8 1.2	1.0 0.9	7	5.5
2"	2.25	60	22	5.25	3.5	11	3.5	1 1/2	2.2 1.3	1.3 1.3	9	7
3"	3.5	90	35	7.5	5	16	5	1/2 2	3.0 2.7	2.4 2.3	15	12
4"	4.5	120	45	10.5	7	20	7	2 3	5 3	3.2 3	20	16
6"	6.5	175	65	15	10	30	10	3 4	8 4	5 4	36	20
8"	9	230	90	21	14	40	14	4 5	12 7	7 7	48	38
10"	12	280	120	24	16	50	16	5 6	15 8	8 8	62	49
12"	14	320	140	32	21	60	21	6 6	18 10	10 10	78	60
14"	15	380	150	33	22	65	22	6 7	20 11	11 11	88	70
16"	17	420	170	39	26	75	26	7 8	24 13	13 13	100	78
18"	18	480	180	44	29	86	29	8 9	28 15	15 15	120	95
20"	20	530	200	48	32	100	32	9 10	32 17	17 17	136	107
24"	32	630	250	57	38	120	38	11 12	40 21	21 21	170	135
30"	21	850	200	80	53	170	170					
36"	25	1000	240	100	63	200	200					
42"	30	1750	290	120	74	240	240					

NOTAS

1. OBTENIDOS DE PUMP HANDBOOK H.C.

2. OBTENIDO DE GPSA

NOZZLES

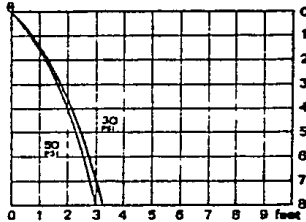
J-43

NARROW ANGLE "AUTO-SPRAY" NOZZLE
TYPE NA - 60° PATTERN

- FULL CORE
- HIGH VELOCITY
- DIRECTIONAL

Narrow Angle type "AUTO-SPRAY" NOZZLES produce a conical pattern 60° in diameter and are available in six orifice sizes as shown below in photo. Specifications for the various sizes are also shown. These nozzles are available for 3/4" pipe connection.

"AUTO-SPRAY" NOZZLES are listed by Underwriters' Laboratories, Inc., and approved by the Factory Mutual System.



NOZZLE NUMBER	PIPE CONN. (MALE)	L. ORIFICE K FACTOR	FLOW RATE IN G.P.M. FOR GIVEN P.S.I.										
			10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
5 NA	1/4"	.9	2.8	3.5	4.0	4.9	5.7	6.4	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
7 NA	"	1.2	3.8	4.6	5.4	6.6	7.6	8.5	9.3	10.0	10.7	11.4	12.0
8 NA	"	1.4	4.4	5.4	6.3	7.7	8.9	9.9	10.8	11.7	12.5	13.3	14.0
10 NA	"	1.8	5.7	7.0	8.0	9.9	11.4	12.7	13.9	15.1	16.1	17.1	18.0
12 NA	"	2.2	7.0	8.5	9.8	12.0	13.9	15.6	17.0	18.4	19.7	20.9	22.0
14 NA	"	2.8	8.2	10.1	11.6	14.2	16.4	18.4	20.1	21.8	23.3	24.7	26.0

B I B L I O G R A F I A

- 1 .- Fire Protection Handbook, 15th, Ed.
National Fire Protection Association, Boston Massachussets,
Sept 1981
- 2 .- H. Vervalin Charles "Fire Protection Manual For Hydrocarbon
Processing Plant", 2th Ed. Gulf Publishing Company,
Houston Texas.
- 3 .- Especificaciones Generales de Sistemas para Agua de Servi-
cio Contra Incendio, norma 2.607.21, Petróleos Mexicanos.
- 4 .- Protección contra Incendio de las Instalaciones de Proceso,
norma AI-I, Petróleos Mexicanos.
- 5 .- Sistemas de Aspersores para Protección contra Incendio,
norma AVII-18, Petróleos Mexicanos.
- 6 .- Diseño del Sistema de Agua contra Incendio, EAAB-3.320
Instituto Mexicano del Petróleo.
- 7 .- Foam Handbook, National Foam System Inc. Philadelphia
Suburban Corporation 1977.
- 8 .- Décimo Quinto Curso de Operaciones contra Incendio, Asocia-
ción Mexicana de Higiene y Seguridad, 1981.
- 9 .- National Fire Protection Association. "Water Spray Fixed
Systems Code", NFPA National Fire Codes 15.
- 10.- Flow of Fluids Through Valves, Fittings and Pipe. Crane
Technical Paper No. 410 (Crane Company, 1970)
- 11.- Automatic Sprinkler Hydraulic Data, Corporation of America.