



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

Criterios para el Diseño de la Red Contra Incendio de un Complejo Petroquímico

339

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO
PRESENTA
HUMBERTO HUGO ORTA GONZALEZ
LUIS ROBERTO RENA ROSADO
MEXICO, D. F. 1976



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS 1976
H.T.

327



11-10-76

Jurado asignado originalmente
según el tema

PRESIDENTE: PROF. ALEJANDRO ANAYA DURAND
VOCAL: PROF. CARLOS DOORMAN MONTERO
SECRETARIO: PROF. ROBERTO ANDRADE CRUZ
1er. SUPLENTE PROF. JORGE MENCARINI PENICHE
2do. SUPLENTE PROF. ENRIQUE BRAVO MEDINA

Sitio donde se desarrolló el
Tema:

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

Nombre y Firma del susten-
tante:

HUMBERTO HUGO ORTA GONZALEZ

Nombre y Firma del susten-
tante:

LUIS ROBERTO RENA ROSADO

Nombre completo y firma del
Asesor del tema:

ING. QUIM. ROBERTO ANDRADE CRUZ.

" CRITERIOS PARA EL DISEÑO
DE LA RED CONTRA INCENDIO
DE UN COMPLEJO PETROQUIMICO "

INTRODUCCION

- I.- SISTEMAS CONTRA INCENDIO (1)
- II.- PROTECCION DE EQUIPO (17)
- III.- CODIGOS Y NORMAS (22)
- IV.- CRITERIOS DE DISEÑO (44)
- V.- EJEMPLO DE APLICACION (102)

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

Se pretende que este trabajo sea de utilidad como una introducción a los principios y técnicas que se utilizan para el cálculo de REDES CONTRA INCENDIO en la Industria Química Petrolera.

Los capítulos han sido organizados esencialmente en una revisión de los términos fundamentales, se han tratado de recopilar los criterios básicos para el diseño, y por último se ve un ejemplo de aplicación.

En el Capítulo I ("Sistemas Contra Incendio") se describe: el fuego, clasificación de incendios según el tipo de combustible, sistemas fijos y móviles para combate y protección. El Capítulo II ("Protección de Equipo" explica los sistemas de protección a recipientes y conjuntos de equipos, más utilizados hoy en día en la Industria de Procesos. El Capítulo III ("Códigos y Normas") es un compendio de las normas y códigos aplicables. En el Capítulo IV ("Criterios de Diseño") se trata de analizar por "unidades los riesgos y como consecuencia los métodos de prevención, protección y combate; clasificándolos según el "índice de fuego y explosión". Al final de este capítulo hay tres anexos para complementar la información. Por último en el Capítulo V ("Ejemplo de Aplicación") viene el cálculo de la RED CONTRA INCENDIO para cuatro plantas en lo que será la Refinería de Salina Cruz, Oaxaca, México.

A los profesores de la Facultad de Química que bondadosamente actuaron de supervisores les estamos agradecidos por importantes sugerencias y modificaciones.

Ing. Quim. Alejandro Anaya Durand.

Ing. Quim. Carlos Doorman Montero.

Así mismo:

Ing. Quim. Ramón Domínguez B. (Instituto Mexicano del Petróleo)

Ing. Quim. Jorge Mencarini Peniche.

Ing. Quim. Enrique Bravo Medina.

Finalmente queremos expresar nuestra profunda estimación al Ing. Quim. Roberto Andrade Cruz, director de esta tesis.

Fue un placer trabajar con él para la elaboración de este escrito y sus contribuciones en concepción, juicio y entusiasmo fueron sustanciales.

HUMBERTO H. ORTA G.

LUIS R. RENA R.

México, D.F., 1976

I. SISTEMAS CONTRA INCENDIO

1).- LA NATURALEZA DEL FUEGO

La combustión es un fenómeno químico en el cual se combina el combustible y el oxígeno del aire para formar óxidos, bióxido de carbono, (en algunos casos se forma también monóxido de carbono) y vapor de agua con desprendimiento de luz y calor.

Por el hecho de poner en contacto el aire y el combustible, no se va a iniciar la reacción química; es necesario la presencia de energía como el calor para que comience la reacción, una vez iniciada ésta va a generar el calor necesario para continuar.

De lo anterior podemos deducir que para que exista el fuego vamos a necesitar reunir tres factores que son:

VAPORES COMBUSTIBLES.- El combustible para poder arder, se debe encontrar en forma de vapor.

OXIGENO DEL AIRE.- Como ya hemos dicho el combustible se combina con el oxígeno del aire al arder, de ahí que al oxígeno se le denomine "comburente", ya que ayuda a la combustión. Existen otras sustancias que tienen el mismo efecto del oxígeno, como es el cloro.

ENERGIA.- El calor es una forma de energía y trae como efecto la elevación de la temperatura de los reactivos iniciando la reacción.

La reunión de estos tres factores siempre nos producirá fuego. Se acostumbra representar por un triángulo, ya que el número de factores es igual a los lados del triángulo.



2).- COMO SE PROPAGA EL FUEGO

Al haber una combustión, el calor es transmitido en todas direcciones. En algunos incendios se ha visto que el edificio que está ardiendo, desprende tanto calor que puede causar la ignición a otros que se encuentran a cierta distancia. La energía viaja a través del espacio en movimiento ondulatorio. Esta forma de transmisión del calor, se llama radiación.

El fuego también se propaga por conducción. Naturalmente unas sustancias son mejores conductoras que otras. Las tuberías 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 de un edificio a otro.

La convección es otra forma de propagación. El fuego genera su propia corriente de aire sobrecalentado entre los muros, espacios, etc., provocando que se incendien los materiales combustibles adyacentes.

3).- DEFINICIONES

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

TEMPERATURA DE AUTO IGNICION.- Es la temperatura a la cual la mezcla de vapores combustibles y aire se inflama sin necesidad de una fuente de ignición.

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. (Ver Anexo I)

4).- FUENTES DE IGNICION

FLAMA ABIERTA.- La tenemos en los hogares de los calentadores, calderas, sopletes, quemadores, etc.

FRICCIÓN.- Al frotar metales se producen chispas que pueden dar la suficiente energía para iniciar la combustión.

ENERGIA ELECTRICA.- Los circuitos eléctricos están siempre expuestos a producir chispas o arcos, en interruptores, apagadores o cortos circuitos con energía suficiente para prender los vapores combustibles. También los focos al romperse, al contacto de los vapores combustibles con

el filamento caliente, arderán. De ahí la importancia de que en las áreas de peligro las instalaciones eléctricas sean a prueba de explosión. (Ver Anexo I)

ELECTRICIDAD ESTÁTICA.- Al fluir líquidos y gases por tuberías y equipos, generan electricidad que se va acumulando hasta llegar a cantidades tales que produzcan chispas, por lo que todos los equipos (bombas, tuberías, recipientes, etc.) deben estar conectados a tierra a fin de que se disipe la electricidad formada.

COMBUSTION ESPONTANEA.- Existen sustancias inestables que al ponerlas en contacto reaccionan entre sí, generando luz y calor o bien reaccionando espontáneamente con el oxígeno del aire.

OTRAS FUENTES DE IGNICION.- Estas son naturales como el rayo o el sol, y aunque no se pueden evitar siempre hay que tenerlos presentes.

5).- PRINCIPIOS DE EXTINCION DE INCENDIOS

La extinción del fuego se basa en eliminar uno de los tres factores necesarios para que exista teniendo así cuatro métodos para su extinción:

ENFRIAMIENTO.- Este método se basa en la eliminación del calor para evitar que continúe la combustión. Un agente que absorbe gran cantidad de calor, enfriando en forma muy eficiente es el agua, que correctamente aplicada es muy útil.

SOFOCAMIENTO.- Consiste en evitar que entren en contacto el oxí-

geno del aire y los vapores combustibles; ésto se logra en dos formas, la primera se basa en crear una atmósfera inerte (exenta de oxígeno) por medio de agentes extintores como el bióxido de carbono, los polvos químicos secos y líquidos vaporizantes. La otra forma es aislar el combustible del aire por medio de una capa intermedia, que es el caso de la espuma química, las espumas mecánicas y el "agua liviana"*.

ELIMINACION DEL COMBUSTIBLE.

INHIBICION.- Interrupción de las reacciones en cadena de la combustión sin eliminar el combustible, como es el caso de algunos polvos químicos e hidrocarburos halogenados.

6).- CLASIFICACION DE LOS INCENDIOS

Los fuegos se clasifican según el tipo de combustible que está ardiendo ya que es éste quien determina el método de extinción. Tabla 1.

NOTA 1.- Estos líquidos son solubles en agua por ejemplo si se rociara agua en un tanque de alcohol en llamas, daría como resultado una dilución tal que la mezcla no podría continuar la combustión. Se requerirán grandes cantidades de agua, evitándose a la vez derramamiento. La dilución debe ser siempre por aspersión.

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

*Para definición de "agua liviana" ver pag. 10.

CLASE DE FUEGO	ELECTRICAMENTE CONDUCTOR		NO CONDUCTORES		NO CONDUCTOR PERO TOXICO	
	EXTINCION POR ENFRIAMIENTO		EXTINCION POR SOFOCAMIENTO		EXTINCION 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 (GASOLINA, 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 SIN ROCIADOS. (NOTA 3)	PUEDEN SER USADOS (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, GLICOL, ETC.)	NO DEBEN SER APLICADOS DIRECTAMENTE SIN ROCIADOS. (NOTA 3)	NO RECOMENDABLE	RECOMENDABLE (NOTA 4)	RECOMENDABLE (NOTA 4)	NO RECOMENDABLE	NO RECOMENDABLE
CLASE C.- FUEGOS ELECTRICOS.	NO DEBEN SER APLICADOS DIRECTAMENTE SIN 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

tado es que para mantener una capa de protección debemos tener una velocidad de aplicación alta y constante. La espuma química es mejor que la mecánica.

NOTA 3.- Los líquidos en esta clase poseen la propiedad común de altas temperaturas de ebullición e ignición. 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 de agua.

NOTA 4.- Se debe tener cuidado en el uso del CO_2 o 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 77°C , por lo 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.

7).- SISTEMAS CONTRA INCENDIO

7.1. SISTEMAS MOVILES

a).- EXTINGUIDORES

EXTINGUIDOR DE POLVO QUIMICO SECO.- Generalmente el extinguidor consta de un recipiente para el depósito de polvo, este cuerpo es de acero

inoxidable para resistir una presión hasta de 42 kg/cm^2 (600 lb/pul^2).

El polvo químico seco es propiamente bicarbonato de sodio con aditivos para evitar la humedad y que se formen grumos que dificulten que fluya libremente.

A un costado del cuerpo exterior del extinguidor lleva un recipiente pequeño o cápsula que contiene gas (bióxido de carbono, nitrógeno, etc.) a una presión de 60 kg/cm^2 (850 lb/pul^2), esta cápsula está unida a un tubo que llega al fondo del extinguidor, llamado sifón, por donde fluye el gas forzando al polvo a salir por la manguera.

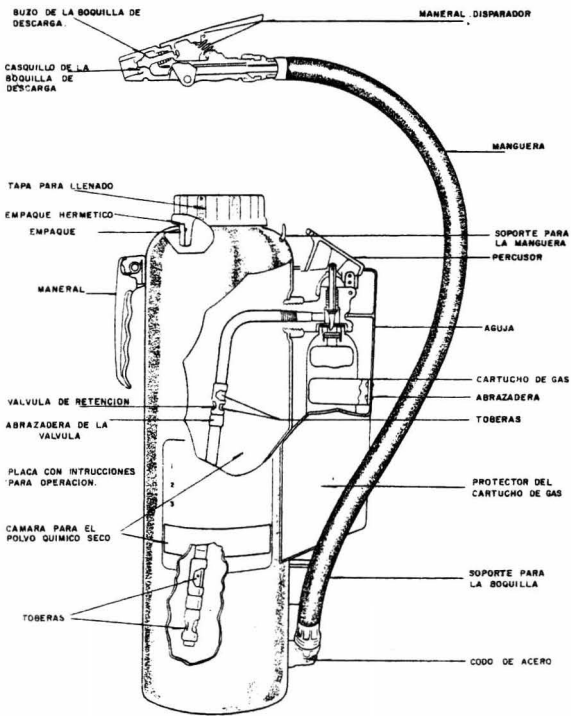
En la parte superior, donde se enrosca el cartucho de gas, lleva un cursor con una aguja que rompe el sello del pequeño cilindro, lo que da lugar al flujo de gas.

El extinguidor funciona apretando el manual disparador dando un alcance de dos a cuatro metros.

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 extinguidor se encuentra la manija para transportarlo (Fig. 1)

EXTINGUIDOR DE ESPUMA QUIMICA.- Los extinguidores de espuma química son construidos de acero inoxidable, lámina galvanizada o latón. Estos equipos portátiles están diseñados para operar a presión durante la reacción de las sustancias.

En el recipiente exterior se almacena una solución de bicarbonato de sodio al 8% con un agente estabilizador llamado extracto de orozuz al



EXTINGUIDOR DE POLVO QUIMICO DE 9 Kg. (20 LBS.) DE CAPACIDAD CON CARTUCHO.

Fig. 1

3%. (Solución "B").

El recipiente interior contiene una solución de sulfato de aluminio al 13% en agua (Solución "A"); construido de lámina galvanizada, con el propósito de que no corra el material.

Al invertir el extinguidor las dos soluciones se mezclan produciendo espuma, extinguiendo las llamas por sofocamiento. (Fig. 2).

EXTINGUIDOR DE CO₂.- Los extinguidores de bióxido de carbono son construidos de metal de acero para operar a una presión de 63 kg/cm² (900 lb/pul²).

El extinguidor de CO₂ está compuesto de tres partes principales:

Un cilindro de acero para contener el CO₂ a alta presión (estado líquido).

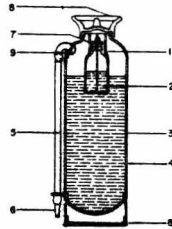
Una válvula que evita que salga el gas del cilindro.

Una manguera con corneta.

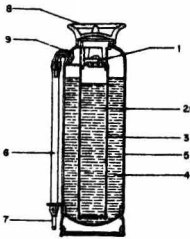
El alcance de un extinguidor de CO₂ es de cerca de 2 a 3 metros en forma horizontal y 1.5 metros en forma vertical. Se obtienen mejores resultados si se usa lo más cerca posible del fuego acercando la corneta a los bordes o a la parte inferior del objeto incendiado, moviéndola gradualmente en forma de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

Debido a que el gas no es conductor de corriente eléctrica el extinguidor de CO₂ es recomendable en fuegos de motores y equipos eléctricos.

- 1- CANASTILLA
- 2- RECIPIENTE CON ACIDO SULFURICO
- 3- CILINDRO
- 4- SOLUCION DE AGUA BICARBONATO DE SODIO.
- 5- MANGUERA
- 6- BOQUILLA
- 7- TAPON RECIPIENTE DEL ACIDO SULFURICO
- 8- MANERAL
- 9- FILTRO



EXTINGUIDOR SODA ACIDO
9.5 LT (2 1/2 GAL.) DE CAPACIDAD



EXTINGUIDOR ESPUMA QUIMICA
9.5 LT (2 1/2 GAL.) DE CAPACIDAD

- 1- TAPA DEL RECIPIENTE INTERIOR
- 2- SOLUCION "A", SULFATO DE ALUMINIO
- 3- RECIPIENTE INTERIOR
- 4- SOLUCION "B" BICARBONATO DE SODIO
- 5- CILINDRO
- 6- MANGUERA
- 7- BOQUILLA
- 8- MANERAL
- 9- FILTRO

Fig. 2

cos (Clase C). (Fig. 3).

EXTINGUIDORES DE ESPUMA MECANICA.- La construcción de los extingu ^A
guidores 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 concentrado, y formar una
solución, que al llegar a la boquilla introduce el aire necesario para la
formación de la espuma. (Fig.4)

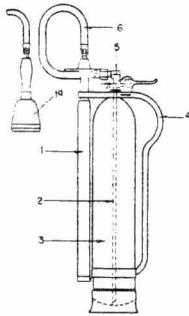
Las espumas mecánicas que hay en el mercado se pueden clasificar
en la siguiente forma:

Espuma tipo proteica.- El líquido concentrado es una proteína hi
drolizada con aditivos para preservarla de la descomposición. Viene en con
centraciones del 6 y 3 %, su expansión al formar la espuma es de unas 10
veces su volumen.

Espuma resistente al alcohol.- Este tipo de concentrado se desa-
rrolla en virtud de que la espuma proteica se disuelve al entrar en contac
to con solventes orgánicos, como el éter, benceno, tolueno, metanol, etc.
El concentrado resistente al alcohol está formado básicamente por detergen
tes sintéticos con las mismas propiedades y características que las espumas
proteicas.

Espuma de alta expansión.- Este concentrado aumenta cerca de mil
veces su volumen al generar la espuma, siendo el método para hacerlo simi-
lar al de las otras espumas, solo que para agregar el aire se requiere un
ventilador que maneje el volumen adecuado.

EXTINGUIDOR DE BIOXIDO DE
CARBONO 9 KG (20 LBS) DE
CAPACIDAD



- 1- CORNETA DE DESCARGA TIPO CHIFLON
- 10- CORNETA DE DESCARGA TIPO NIEBLA
- 2- TUBO SIFON
- 3- CILINDRO DE BIOXIDO CARBONO.
- 4- MANERAL
- 5- VALVULA
- 6- MANGUERA

EXTINGUIDOR BIOXIDO DE
CARBONO 4.5 KG (10 LBS) DE
CAPACIDAD

- 1- CORNETA DE DESCARGA TIPO NIEBLA
- 10- BOQUILLA DE DESCARGA
- 2- VALVULA DE DESCARGA, TIPO CIERRE INSTANTANEO
- 3- TUBO SIFON
- 4- CILINDRO DE BIOXIDO DE CARBONO
- 5- SEGURO
- 6- DISPARADOR DE LA VALVULA DE DESCARGA
- 7-

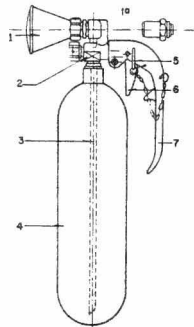
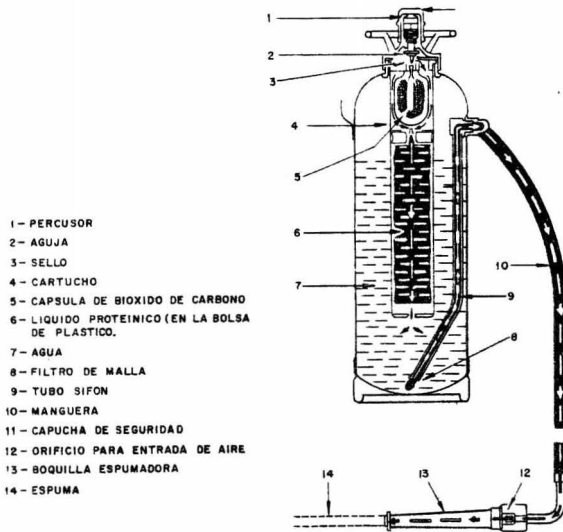


Fig. 3



EXTINGUIDOR ESPUMA MECANICA 9.5 LT (2 1/2 GAL) DE CAPACIDAD

Fig. 4

Espuma formadora de película acuosa.- Es un agente extintor muy usado que designa a una substancia que al adicionarse al agua, forma una solución que flota en los hidrocarburos líquidos sellando la superficie, impidiendo la evaporación. La sustancia es un derivado fluorado que se agrega al agua en una concentración al 6% para formar el "agua liviana".

b).- MANGUERAS Y BOQUILLAS

La finalidad principal de las mangueras es llevar agua a presión, desde la fuente de abastecimiento (ya sea un hidrante o una bomba) hasta el punto en que se le a de utilizar contra un incendio. Llevada la manguera hasta el lugar del fuego, el agua es lanzada por el espacio hasta la zona ardiente por medio de una boquilla especial que se halla en el extremo de la manguera.

Las mangueras que se utilizan contra los incendios, a través de los años se han ido uniformando y, por lo general son de alta calidad para resistir el uso rudo a que es expuesta. Las medidas mas comunes son de 6.35 cm y 3.81 cm (2 1/2 y 1 1/2 pulgadas) de diámetro, en tramos de 15.25 m (50 pie) 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.

La manguera está construída con una doble camisa de algodón o dacrón recubierta de hule o cloruro de polivinilo, éstas soportan presiones

considerables y cuando se les ha tenido atención y cuidado como es debido puede prestar servicio durante muchos años.

Selección de boquillas adecuadas.- La elección de la boquilla que se habrá de utilizar en un incendio depende de varios factores:

Los fuegos de líquidos inflamables exigen el empleo de boquillas aspersoras o de neblina (si lo que se utiliza es agua). El agua lanzada en estas condiciones tiene mayor eficiencia en la absorción del calor, por lo tanto, enfría más rápidamente el área incendiada.

Los fuegos de materiales sólidos de la clase "A" como madera, algodón, etc., requieren de empleo de chorro directo por la necesidad de penetración y mayor alcance. El agua lanzada en estas condiciones en un incendio de estas características tiene una capacidad de absorción muy pobre que puede ser del 10% en comparación con la neblina.

La conexión "Y" con o sin válvula, se usa para dividir en dos la línea y tiene un acoplamiento hembra y dos machos, para dar dos líneas de ataque a partir de una sola.

La conexión siamesa tiene dos acoplamientos hembra y uno macho. Se usa para combinar el flujo de dos líneas en una sola.

c).- CAMION CONTRA INCENDIO

Una unidad contra incendio forma parte del sistema de seguridad de plantas grandes en donde el índice de fuego y explosión es alto. (Ver cap. IV.

Generalmente consta de:

Sirena.

Motor con sistema dual de baterías e interruptores adecuados para garantizar el arranque y el funcionamiento del alumbrado en todo momento. La velocidad del motor está controlada por un gobernador.

Bomba de tipo centrífugo, la cual tendrá una curva de comportamiento satisfactoria a los requerimientos.

Tanque para agua desmontable con conexión a bomba.

Instrumentos: manómetro con luz, manómetro vacuómetro con luz, tacómetro, acelerador de mano, válvula reguladora de presión, cebador, graser, drenador, foco piloto.

Conexiones: succión y descarga.

Aditamentos: carretes con manguera de diferentes diámetros, boquillas regulables chorro-niebla, extinguidores de polvo químico seco, llaves para acoplamiento, reductores y adaptadores de rosca, empaques de refacción, hachas, picos, palas, escaleras, lámparas y faros buscadores, mangueras en diferentes diámetros, radio con micrófono, trajes para acercarse al fuego, botas altas de hule, mascarilla con cilindro de aire, botiquín de primeros auxilios.

Vehículos auxiliares.- En las instalaciones grandes se deberá tener además del camión contra incendio un vehículo con extinguidores de polvo de capacidad adecuada. Así mismo se contará con una bomba portátil para agua contra incendio que pueda también generar espuma mecánica.

7.2).- SISTEMAS FIJOS

Los sistemas de agua contra incendio en plantas de proceso necesitan una consideración cuidadosa de muchos factores importantes. Deben ser determinados los requerimientos del sistema hidráulico; seleccionarse las bombas y considerar el arreglo de la red de distribución.

En base a los requerimientos de agua contra incendio calculados, deberá establecerse la fuente de suministro.

Algunas plantas de proceso están localizadas cerca de ríos o mares, teniendo la disponibilidad de agua contra incendio garantizada.

Las industrias localizadas en áreas urbanas generalmente no cuentan con fuentes naturales de suministro, por lo que deberá considerarse la perforación de pozos y el abastecimiento municipal, siendo necesarios tanques de almacenamiento con capacidad suficiente para cubrir la demanda máxima esperada.

a).- RED DE DISTRIBUCION DE AGUA CONTRA INCENDIO.- Es el conjunto de líneas de tubería que sirven exclusivamente para conducir el agua contra incendio a los puntos necesarios y a los cuales se conectan los hidrantes, monitores o torrecillas y otros dispositivos.

HIDRANTE.- Son las tomas para conectar mangueras de agua contra incendio, estas tomas están colocadas en la parte extrema de un tubo, el cual puede estar empotrado en un muro, y el otro extremo del tubo está conectado a la red de tuberías.

MONITOR.- Se da el nombre de monitor o torrecilla a un dispositivo con una boquilla de preferencia regulable, para dirigir un chorro de agua compacto o en forma de neblina; con mecanismos que le permiten girar 120° en el plano vertical y 360° en el plano horizontal la posición de la boquilla y a la vez mantener la posición deseada. (Ver. Fig. 5)

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 volúmen que si se aplicara chorro directo; siendo así más eficiente el enfriamiento.

Los sistemas fijos de aspersión se usan generalmente en situaciones muy peligrosas en las que es necesario la aplicación inmediata de agua, algunos usos serían a tanques sin aislamiento térmico y que contienen líquidos inflamables, o bombas que manejan materiales volátiles, particularmente si están localizadas en puentes de tuberías bajo enfriadores de aire.

Los sistemas de aspersión se clasifican en manuales y automáticos.

ASPERSORES MANUALES.- Funcionan mediante una válvula de bloqueo localizada en la línea de alimentación al sistema.

ASPERSORES AUTOMATICOS.- Funcionan al producirse un incremento en la temperatura.

En la Fig. 6 se muestran las partes de un aspersor automático.

Principio de operación.- En su posición normal la salida está

Sistemas para agua de servicio contra-incendio

DETALLE DE HIDRANTE

DE DOS TOMAS CON MONITOR

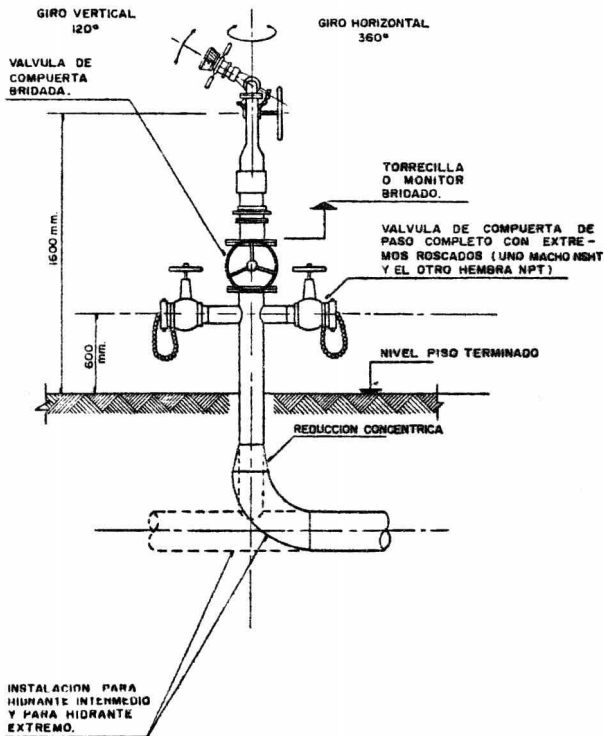
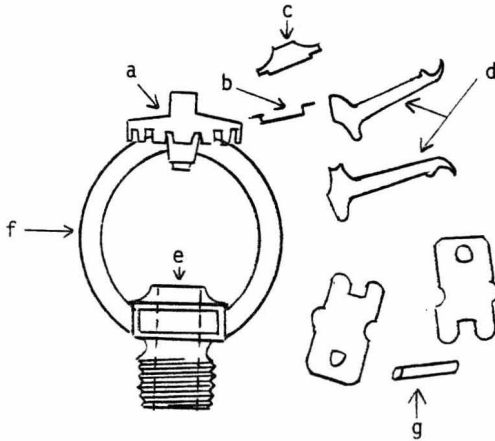


Fig. 5

ASPERSOR (ROCIADOR) AUTOMATICO

- a.- Deflector
- b.- Empaque
- c.- Tapón
- d.- Palancas
- e.- Orificio
- f.- Marco
- g.- Acoplamiento



OPERACION

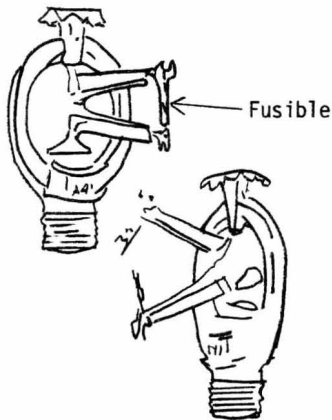


Fig. 6

obstruida por un disco, el que es mantenido en su posición por la fuerza ejercida con las palancas, aseguradas mediante una unión. Esta unión puede ser:

Unión fusible.- Al producirse un aumento de temperatura el calor funde la unión, separándose las palancas y el disco es desalojado por la presión del agua.

Unión tipo bulbo.- Contiene un líquido que al aumentar la temperatura se expande rompiendo el bulbo y actuando el aspersor.

Unión tipo pastilla.- Consiste en un compuesto químico comprimido que funde a una temperatura determinada.

Existen también otros diseños como es el caso de sensores de temperatura que controlan las válvulas en las líneas de alimentación.

b).- CASETAS.

Las casetas contra incendio de plantas son almacenes de equipo auxiliar contra incendio están localizadas estratégicamente, dotadas con el siguiente material:

Extintores de polvo químico seco, extintores de espuma química y mecánica, mangueras, boquillas, proporcionadores, carros con mangueras y depósitos de polvo químico.

c).- ALARMAS.

Es un sistema para prevenir a todo el personal cuando se presen

te una situación de emergencia.

El sistema de alarma contra incendio se opera desde un número su ficiente de lugares dentro del área de las instalaciones distribuidos en forma adecuada. Cuando se actúa el sistema de alarma contra incendio queda registrado el sitio de donde parte la alarma y la hora en que ocurre.

II.- PROTECCION DE EQUIPO

1).- INSTALACIONES FIJAS DE ESPUMA MECANICA PARA LA PROTECCION DE TANQUES.

El efecto de extinción se basa en que la espuma flota sobre el material inflamado, reduciendo la formación de vapores y cubriendo la superficie, lo que la protege contra efectos de calor e impide la reignición.

CASA DE ESPUMA.- En la central se encuentran colocadas las bombas para agua y el concentrado espumante; el recipiente para concentrado y también el proporcionador Venturi. El agua y el concentrado espumante (generalmente del 3 al 6 %) se conducen a presión al proporcionador Venturi. En casos particulares se puede prever la colocación de los proporcionadores en puntos de distribución en el campo.

La mezcla de agua y concentrado llega de la casa de espuma o del lugar de los proporcionadores en el campo a la estación de distribución o directamente a los generadores de espuma.

GENERADORES DE ESPUMA MECANICA EN TANQUES Y FOSAS.- Los generadores de espuma aspiran el aire para fijarlo en forma de burbujas a la mezcla de agua con extracto de espuma, los generadores de espuma estacionarios se instalan en los muros de contención o ante todo, en tanques con una altura de 10 a 12 metros, en su parte superior. Para la protección de las fosas se colocan sobre el borde de las mismas.

INSTALACIONES DE ESPUMA:

TANQUES DE TECHO FIJO.- Tanques que almacenan productos con presión de vapor inferior a 0.169 kg/cm^2 (2.4 lb/pul^2).

La espuma formada en los generadores pasa a una cámara instalada en la parte superior del tanque. Para evitar la salida de gases combustibles a través de las tuberías de espuma se cierra la salida de la cámara al tanque con un vidrio, el cual se romperá bajo la presión de la espuma al poner a trabajar la instalación (Fig.7).

De la cámara hacia el interior del tanque sale la espuma a través del deflector depositándose sobre la superficie del combustible (Fig. 8).

TANQUES DE TECHO FLOTANTE.- Tanques que almacenan productos con presión de vapor entre 0.169 y 1 kg/cm².

Se cubre con espuma sólomente el anillo formado entre la pared del tanque y el techo. La espuma que se forma en los generadores se conduce al mencionado anillo a través de deflectores y debe estar en el punto más alto del techo flotante.

FOSAS DE CONTENCIÓN.- La espuma que se forma en los generadores es conducida a través de las tuberías con una o varias salidas a la fosa, tomando la precaución de hacer llegar la espuma al líquido en llamas en forma suave.

EQUIPO DE ESPUMA PORTÁTIL ADICIONAL.- Tanto en la casa de espuma como en el sistema de tuberías de la mezcla, se tienen que prever conexiones para generadores de espuma móviles y manuales.

SISTEMAS SEMIFIJOS PARA ESPUMA MECÁNICA.- En instalaciones de gran extensión, sobre todo en refinerías, donde se tiene suficiente perso

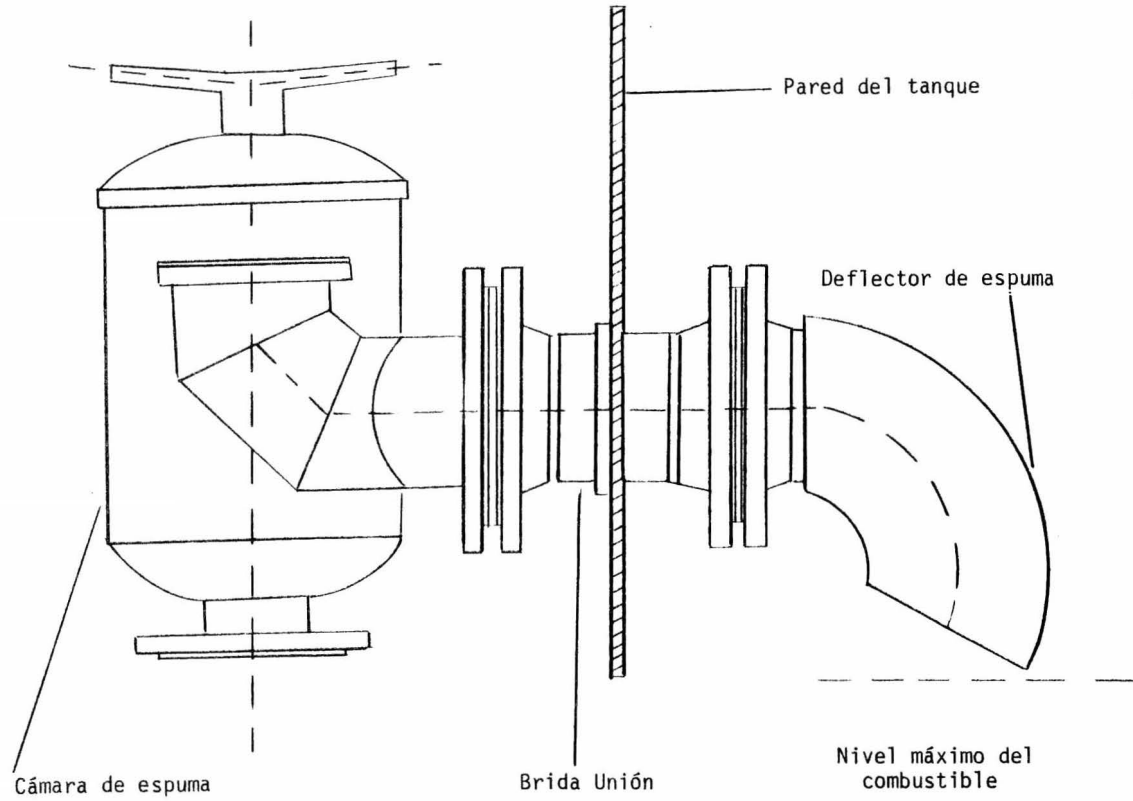


FIG. 7

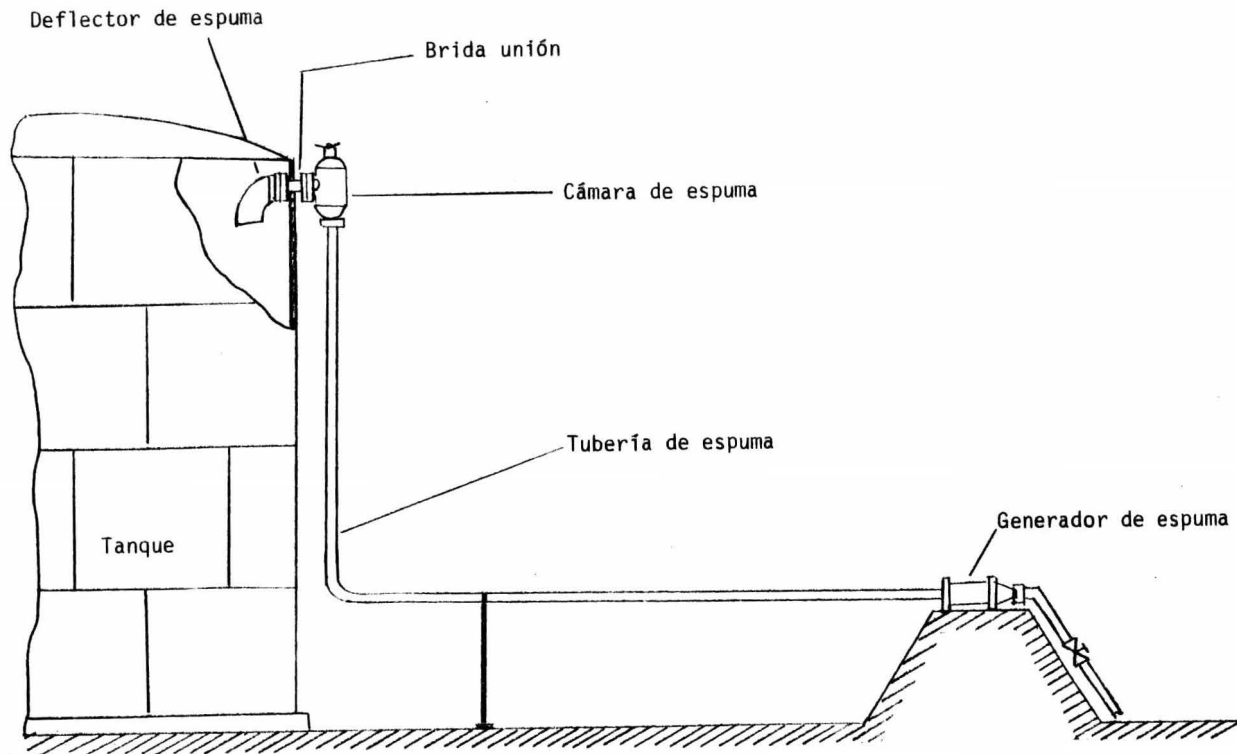


FIG. 8

nal entrenado, se puede prescindir de la instalación del proporcionador y tanque de concentrado en la central o casa de espuma. El transporte de concentrado se hace por medio de vehículos con tanques de capacidades convenientes. Estos están equipados con mangueras que conectan su bomba de succión a hidrantes o fuentes de abastecimiento de agua. Otras mangueras descargan la mezcla y se conectan a la instalación del sistema de espuma del tanque.

2).- DISPOSITIVOS DE ALIVIO.

En general todos los recipientes contarán con dispositivos de alivio que impidan la formación de presión o vacío que puedan deformar el tanque o exceder la presión de diseño, durante operaciones de llenado o vacíado, así como consecuencia de cambios de temperatura (incendio).

Los dispositivos de alivio comúnmente usados son: válvula de seguridad, válvula de relevo, discos de ruptura, etc.

3).- ARRESTADORES DE FLAMA.

El arrestador de flama es un dispositivo normalmente colocado en tanques de almacenamiento que contienen productos con presión de vapor no mayor a 0.169 kg/cm^2 y/o su temperatura de ignición sea inferior a $60 \text{ }^\circ\text{C}$.

Los arrestadores de flama se pueden dividir en dos clases: la clase de protección normal de fuego y la combinada (protección de fuego y vacío).

La clase de protección normal consiste de un banco de tubos o placas alternadas con pasajes capilares dentro de una coraza, que permiten el venteo de los vapores inflamables del tanque; si estos vapores llegan a incendiarse el arrestador impide que regresen al interior. (Fig. 9).

La segunda clase además de las características de la primera, protege al tanque contra el vacío. Por ejemplo: cuando un líquido caliente es extraído de un tanque, e inmediatamente después llenado con un líquido frío se obtiene un vacío temporal, causando la ruptura del tanque. El arrestador de flama combinado con una válvula de relevo de vacío, conservará la presión atmosférica dentro de éste.

4).- CONEXION A TIERRA.

El objetivo es lograr protección de personas, equipos e instalaciones en general, contra descargas atmosféricas, cargas estáticas y elevaciones de tensión.

Las conexiones descargan a tierra las corrientes eléctricas nocivas y mantienen un potencial de tierra en todos los conductores unidos a ellas, deben ser de materiales resistentes a la corrosión y buenos conductores, tales como el cobre, aleaciones de cobre, etc.

5).- CORTINAS DE AGUA.

Donde hay tanques de almacenamiento que contengan materiales in

ARRESTADOR DE FLAMA

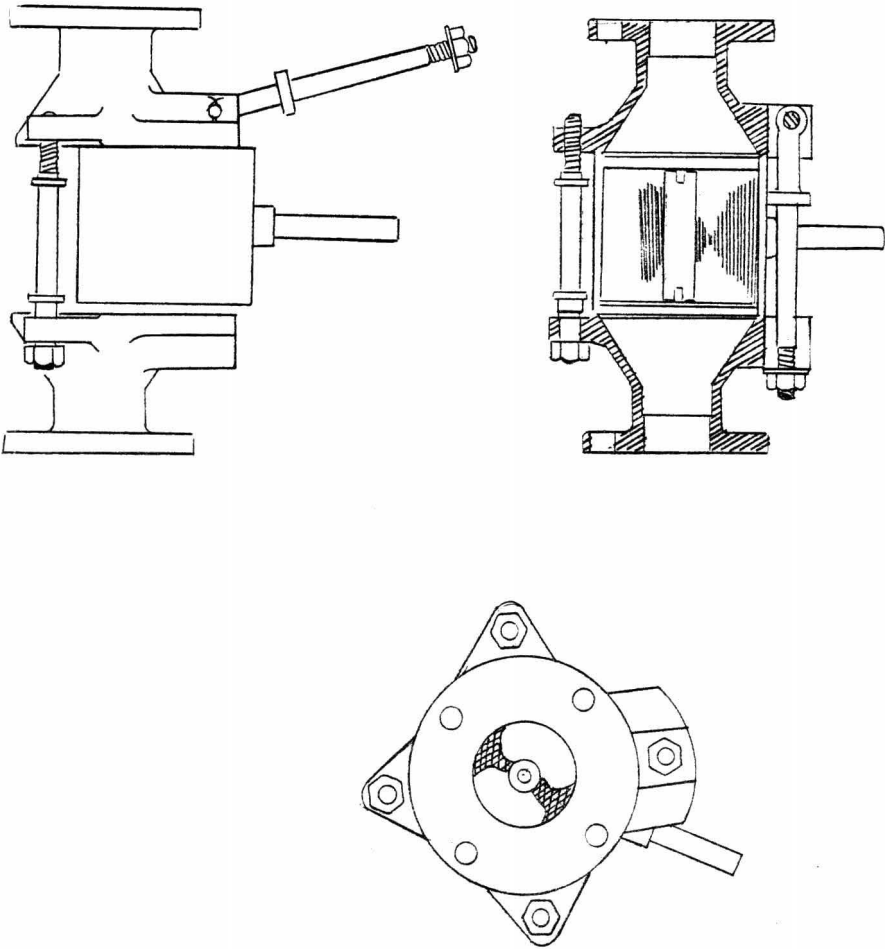


Fig. 9

flamables se ha encontrado ser una buena práctica instalar tubería necesaria tal que una cortina de agua pueda ser rociada alrededor de los tanques. Un uso adicional es el enfriamiento de los tanques en temporada de calor.

6).- CORTINAS DE VAPOR.

Es un medio para sofocar el fuego y aislar áreas en donde las concentraciones de hidrocarburos se encuentran entre los límites de inflamabilidad.

Pueden operar automáticamente. El vapor es descargado desde un tubo perforado que rodea el área de riesgo.

7).- MUROS DE CONTENCIÓN.

Con objeto de evitar que los derrames de los tanques de almacenamiento puedan extenderse hacia otras áreas, existirán muros de contención de acuerdo a ciertos lineamientos.

8).- DRENAJE DE AGUA CONTRA INCENDIO.

Es necesario para desalojar el agua contra incendio en caso de un siniestro. Su objetivo principal es prevenir la propagación del fuego a otras áreas.

En nuestro país existe una dependencia oficial encargada de la elaboración de normas, la Dirección General de Normas (DGN), subordinada a la Secretaría de Industria y Comercio (SIC).

Las normas elaboradas actualmente por la dependencia mencionada se refieren a equipo de seguridad tal como: extinguidores, cascos y lentes de protección, señales de seguridad, etc. Careciendo de reglamentación para diseños de redes contra incendio. Por ello las industrias mexicanas han elaborado sus propias especificaciones o bien aceptado el uso de las internacionales.

Es importante mencionar la existencia de compañías aseguradoras contra incendio en plantas químicas.

Debido a la gran variedad de procesos efectuados en la industria química la peligrosidad es por lo tanto muy variable teniendo como consecuencia que las cuotas aplicables no son fijas, pero dependiendo del tipo de materias primas empleadas, de las condiciones de operación, del tipo de proceso, y de los productos finales obtenidos es posible tener una cuota básica de incendio establecida por la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS).

Las plantas de Petróleos Mexicanos en la actualidad se encuentran autoaseguradas.

Los códigos, procedimientos de prueba y especificaciones más utilizados para el diseño de equipos de plantas químicas en México son:

CIMENTACIONES Y ESTRUCTURAS DE ACERO

- ACI Standards
315-Manual of Standard Practice for Detailing Reinforced
Concrete Structures.
318-Building Code Requirements for Reinforced Concrete.
- American Insurance Assn., National Building Code
- AISC Specification for the Design, Fabrication and Erection of
Structural Steel for Buildings.
- ASCE Manual of Engineering Practices
No. 22-Building Code Requirements for Excavations and Foundations
- ASTM Material Specifications
- NFPA Vol IV of the National Fire Codes-Building Construction and
Facilities.

RECIPIENTES

- API Bulletin 510-Recommended Practice for Inspection, Repair and
Rating of Unfired Pressure Vessels in Service in Petroleum
Refineries.
Bulletin RP 520-Pressure Relieving Systems
Bulletin RP 525-Testing Pressure Relieving Devices
- ASME Boiler and Pressure Vessel Code
I Power Boilers
II Material Specifications
III Nuclear Pressure Vessel Code
VIII Unfired Pressure Vessels

	IX Welding Qualifications
ASTM	Materials Specifications
FIA	Engineering Bulletines
	No. N-35 Sight Glasses
	No. N-35 Venting of Chemical Plant Equipment
NBBPVI	National Board Inspection Code
NFPA	Standards
	No. 30 Flammable and Combustible Liquids Code
	No. 58 Liquefied Petroleum Gas
TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y TANQUES DE PROCESO	
API	Standard 620-Recommended Rules for the Design and Construction of Large Welded Low-Pressure Storage Tanks. Standard 650-Welded Steel Tanks for Oil Storage Standard 12D & 12F-Large and Small Welded Production Tanks
ASME	Boiler and Pressure Vessel Code II Material Specifications VII Unfired Pressure Vessels IX Welding Qualifications
NFPA	Standards No. 30 Flammable and Combustible Liquids Code No. 58 Liquefied Petroleum Gases Storage and Handling No. 59 Liquefied Petroleum Gases at Utility Gas Plants No. 231 General Storage, Indoor No. 231A General Storage, Outdoor No. 490 Ammonium Nitrate Storage

No. 566 Bulk Oxygen Systems

BOMBAS Y COMPRESORAS

- AICHe Centrifugal Pumps for General Refinery Services
- API Standard 610-Centrifugal Pumps for General Refinery Services
Standard 617-Centrifugal Compressors for General Refinery Services.
- ASTM Materials Specifications
- ANSI Standards
- B16 Pipe Flanges and Fittings
- B31 Pressure Piping
- B36 Iron and Steel Pipe

CALENTADORES Y HORNOS

- API Bulletin RP-530-Recommended Practice for Calculation of Heater Tube Thickness for Refinery Services.
- American Insurance Assn. Code for Installation of Heat Producing Appliances
- ASME Boiler and Pressure Vessel Code
- I Power Boilers
- II Material Specifications
- VII Unfired Pressure Vessels
- IX Welding Qualifications
- ASTM Materials Specifications
- AWS Specifications
- FIA Heat Transfer Mediums in Closed Systems
- NFPA Standards

No. 31 Oil Burning Equipment

No. 85 Fuel Oil and Natural Gas Fired Watertube boiler
furnaces.

No. 85B Furnace Explosions Natural-Gas-Fired Public Utility
Boiler Furnaces.

No. 86A Ovens and Furnaces

No. 86BT Furnaces

ANSI Standards

B16 Pipe flanges and Fittings

B31 Pressure Piping

CAMBIADORES DE CALOR

AICHE Equipment Testing Procedures

Heat Exchangers (Section I & II)

API Standard 630-Tube and Header Dimensions for Fired
Heaters for Refinery Services

Standard 640-Tube Dimensions for Heat Exchangers

RP-530-Recommended Practice for Calculation of Heater

-Tube Thickness in Petroleum Refineries

ASME Boiler and Pressure Vessel Code

I Power Boilers

II Material Specifications

VII Unfired Pressure Vessels

IX Welding Qualifications

ASTM Materials Specifications

AWS Specifications

TEMA Standards

EQUIPO ELECTRICO

AIEE Standards

API Recommended Practice

RP-500A-Classification of Areas for Electrical Installations in
Petroleum Refineries.

RP-2003-Protection Against Ignitions Arising out of Static
Lightning, and Stray Currents.

MCA Recommended Safe Practices and Procedures

SG-19-Electrical Equipment in Hazardous Areas

NFPA Standards

No. 70 National Electrical Code

No. 75 Electronic Computer Systems

No. 77 Static Electricity

UL Electric Construction Materials List

Hazardous Equipment Location List

Electric Appliance and Utilization Equipment List

ANSI Standards

INSTRUMENTACION

API Bulletin RP550-Manual on Installation of Refinery Instruments
and Control Systems.

1. Process Instrumentation and Control

2. Process Steam Analyzers

- ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section
 VIII-Unfired Pressure Vessels
- ISA Recommended Practices
- RP5.1 Instrument Flow Plan Symbols
- RP12.1 Instrument Purging for Reduction of Hazardous
 Area Classifications
- RP12.4 Electrical Instruments in Hazardous Atmospheres
- RP16.1-2-3 Terminology, Dimensions, and Safety Practices of
 Indicating Glass Metal, and Extension-Type-Glass-Tube Variable
 Area Meters (rotameters)
- NFPA Standards
- No. 70 Electrical Code
- No. 75 Electronic Computer Systems
- No. 493-T Intrinsically Safe Process Control Equipment for Use
 in Hazardous Locations.
- ANSI Standard C39 Electrical Measuring Instruments
- TUBERIAS
- API Specification 51 Line Pipe Bulletin RP-520-Recommended Practice
 for the Design and Installation of Pressure Relieving Systems
 in Refineries.
- NFPA Standards
- No. 30 Flammable and Combustible Liquids Code
- No. 36 Solvent Extraction
- ANSI Standards
- B16 Pipe Flanges and Fittings

B31 Pressure Piping

B36 Iron and Steel Pipe

EQUIPOS DE PROCESO

API Bulletin RP-510-Recommended Practice for Inspection Repair and Rating of Unfired Pressure Vessels in Services in Petroleum Refineries.

ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section II, VII and IX Specifications

AWS Specifications

NFPA Standards

No. 30 Flammable and Combustible Liquids Code

No. 58 Liquefied Petroleum Gases, Storage and Handling

No. 214 Water Cooling Towers

ANSI Standards

TURBINAS

API Standard 615-Mechanical Drive Steam Turbines for General Refinery Services.

ASTM Material Specifications

IEC Standard Publications

SM 12 Direct Connected Steam Turbine Synchronous Generator Units Air Cooled.

SM 20 Mechanical Drive Steam Turbines

EQUIPOS DE OPERACIONES UNITARIAS

AICHe Equipment Testing Procedures
 Solids Mixing Equipment
 Mixing Equipment (Impeller type)
 Plate Distillation Columns
 Packed Absorption and Distillation Columns
 Paste and Dough Mixers
 Dryers

EQUIPO DE SEGURIDAD Y PROTECCION CONTRA FUEGO

API Bulletin RP 2001 Fire Protection in Refineries
NFPA National Fire Codes
 Vol. VI-Sprinklers, Fire Pumps and Water Tanks
 Vol. VII-Alarm and Special Extinguishing Systems
 Vol. VIII-Portable and Manual Fire Control Equipment
ANSI Standards for Safety
OSHA Standards

Nombres correspondientes a las organizaciones técnicas, industriales y de seguridad mencionadas.

ACI American Concrete Institute
AIEE American Institute of Electrical Engineers
AICHe American Institute of Chemical Engineers
AISC American Institute of Steel Construction

ANSI	American National Standards Institute
API	American Petroleum Institute
ASCE	American Society of Civil Engineers
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society of Testing and Materials
AWS	American Welding Society
FIA	Factory Insurance Association
IEC	International Electrochemical Commission
ISA	Instrument Society of America
NBBPVI	National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspector
MCA	Manufacturing Chemists Association
NFPA	National Fire Protection Association
OSHA	Occupational Safety and Health Act
TEMA	Tubular Exchangers Manufacturers Association
UL	Underwriters Laboratories, Inc

NORMA.- SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIO.

Los criterios básicos son tomados de las normas y códigos: NFPA, PEMEX, AMIS, etc.

I.- TUBERIA Y CONEXIONES

1).- Los materiales para tubería, conexiones y válvulas deberán ser compatibles con el tipo de agua y se seleccionarán de acuerdo a la tabla No. 2)

TABLA No. 2
MATERIALES PARA REDES DE AGUA DE CONTRA-INCENDIO

	DESCRIPCION	DIAMETRO	ESPECIFICACION		
TUBO	Extremos rosados	1½" y menores	Sin costura Ced. 80	ASTM-A53 Gr. B	
	Extremos biselados	2" a 6"	Sin costura Ced. 40	ASTM-A53 Gr. B	
	Extremos biselados	8" y 10"	Sin costura Ced. 20	ASTM-A53 Gr. B	
	Extremos biselados	12" y mayores	Con costura Ced. 20	ASTM-A53 Gr. B	
	Niples	2¼" (Nota 1)	Sin costura Ced. 80	ASTM-A53 Gr. B	
VALVULAS	ROSCADAS	Compuerta (cuña sólida)	1½" y menores	150 # SWP, RSIS, UB	ASTM-B62
		Compuerta (doble disco)	1¼" y 2¼" (Nota 1)	300 # RSIS, UB, Rosca hembra NPT y rosca macho NSHT (con tapón cachucha y cadena)	ASTM-B62
	Angulo	1½" y 2¼" (Nota 1)	300 # SWP, RSIS, UB	ASTM-B62	
	Retención (tipo pistón)	1¼" y menores	150 # tapa roscada	ASTM-B62, interiores de bronce con níquel	
BRIDAS	Compuerta (cuña sólida)	2" y mayores	150 # FF, OS & Y, BB	ASTM-A216 Gr. WCB	
	Retención (columpio)	2" y mayores	150 # FF, BC	ASTM-A216 Gr. WCB	
BRIDAS	Cuello soldable	2" y mayores	150 # RF (unión entre bridas)		
		2" y mayores	150 # FF (unión con válvula)	ASTM-A181 Gr. I	
CONEXION	Roscadas	1½" y menores	2000 #, tuerca unión con asiento de acero contra bronce.	ASTM-A105 Gr. II	
	Coples rosados	1½" y menores	3000 # tuerca unión con asiento de acero contra bronce.	ASTM-A105 Gr. II	
	Soldables a tope	2" y mayores	Célula de acuerdo a la de la tubería	ASTM-A254 Gr. WPB	
	Juntas	Todos	Asbesto comprimido de 1.5 mm (1/16") de espesor	ASTM-D1170	
TORNILLERIA	Tornillería	Todos	Tornillos máquina de cabeza cuadrada con tuercas hexagonales.	ASTM-A307 Gr. B	
				ASTM-A194 Gr. 2H	
UNIONES	Desmontables para mantenimiento	1½" y menores 2" y mayores	Tuerca unión Brida		
	Normal	1½" y menores	Coples		
		2" y mayores	Soldables a tope		

NOTAS:

1)	Para usarse exclusivamente en Hidrantes.	NSHT	Rosca estándar para conexiones de mangueras (National Standard Hose Thread). (Ver norma de Seguridad de Pemex AVIII-13.)
2)	Límites de operación: 20 kg/cm² man y 40°C.	OS&Y	Yugo con rosca exterior (Outside Screw and Yoke).
3)	Abreviaturas:	BB	Bonete atornillado (Bolted Bonnet).
SWP	Presión de operación con vapor (Steam Working Pressure).	BC	Tapa atornillada (Bolted Cap).
RSIS	Vástago ascendente con rosca interior (Rising Stem Inside Screw).	FF	Cara plana - bridas (Flat Face).
UB	Bonete de unión roscada (Union Bonnet).	RF	Cara realzada - bridas (Raised Face).
NPT	Rosca estándar para tubería (National Pipe Thread).		

II.- BOMBAS

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

2).- La presión de descarga de las bombas deberá ser la necesaria en la red. La bomba deberá 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 para mover las bombas, éste debe tener una potencia de por lo menos 20 % mayor que la máxima potencia requerida por la bomba a la velocidad del régimen. 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 será necesario tener un control que haga funcionar el motor de la bomba. En cada caso, se deberá 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 puede contar con alarmas y señales que indiquen las fallas que se presentan en el equipo,

principalmente cuando se controla automáticamente.

IV.- HIDRANTES

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

2).- Cuando no se utilicen hidrantes del tipo comercial, éstos se podrán 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 colocarán acoplamientos de 38 ó 63 mm (1.5 ó 2.5 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 instalarán 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 instalarán hidrantes con tomas de 114 ó 152 mm (4.5 ó 6 pulgadas) donde sea necesario.

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

V.- VALVULAS

1).- En ningún lugar de la red contra incendio se instalarán válvulas de globo ya que provocan una caída excesiva de presión. En los

casos de gabinetes para mangueras instalados en edificios se podrán utilizar válvulas de ángulo.

2).- En la descarga de las bombas contra incendio se instalarán válvulas de retención con objeto de evitar que regrese a ésta 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 instalará una válvula de compuerta de vástago ascendente en la descarga de la bomba después de la válvula de retención.

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

VI.- DISEÑO

1).- Las condiciones básicas que se deben tomar en cuenta para lograr un buen diseño de la red contra incendio en las instalaciones industriales, son las siguientes:

Consumo de agua, en litros por minuto (GPM).

Tiempo que se debe mantener el suministro.

Presión que debe tener el agua en la salida de los hidrantes o monitores (nunca menor a 7 kg/cm^2 manométricos).

Estas tres condiciones se determinarán de acuerdo con las dimensiones de la instalación y riesgos a proteger.

2).- Los hidrantes deben ser diseñados para que por cada toma

proporcionen los gastos siguientes:

Diámetro Nominal	Gasto l.p.s.	(GPM)
38 mm (1.5 pulgadas)	6	100
63 mm (2.5 pulgadas)	16	250

3).- Las pérdidas a través del hidrante no deberán ser mayores de 0.14 kg/cm^2 (2 lb/pulg^2) al estar operando con su gasto máximo.

4).- Estos sistemas se componen normalmente de lo siguiente: una fuente de abastecimiento de agua con un volumen tal que pueda satisfacer 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 o cisternas.

5).- Un equipo de bombeo, el cual proporcionará el agua en cantidad y presión necesarias de acuerdo con las necesidades y riesgos a proteger en cada caso.

6).- Una red de distribución de agua intercomunicada, de tal forma que generalmente forme circuitos cerrados en las áreas y zonas a proteger, de tal modo que puedan aislarse por medio de válvulas, contando además con sus respectivas salidas para hidrantes, monitores y sistemas fijos de aspersores y niebla.

7).- La localización, la evaluación de riesgos y la topografía del terreno donde se instalará la red de distribución de agua contra incendio y el tipo de aparatos 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 usará 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, mar lago o laguna, o lugar similar, se considerará a éstos como fuente primaria, y una cisterna y/o tanque elevado que debe considerarse como fuente secundaria, con sistema de bombeo.

8).- Los tanques de almacenamiento de agua (fuentes secundarias) deben estar localizados en lugares seguros.

9).- En las redes de agua contra incendio que requieran ser presionadas por bombas estacionarias se instalarán por lo menos 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 localizarán varias estaciones de bombeo.

10).- En lugares donde el clima lo permita y en áreas fuera de límite de batería de las instalaciones de una planta, la tubería se podrá instalar a la intemperie. En aquellos lugares donde existe el peligro de congelación, zonas de instalaciones de plantas, y en áreas de tránsito, la tubería irá enterrada. En las instalaciones de proceso la tubería estará *distribuida en tal forma que generalmente forme anillos pudiéndose instalar un máximo de 12 hidrantes en cada anillo si el diámetro de la tubería lo permite.*

11).- Se instalarán hidrantes en todas las áreas donde sean necesarios; pero en las áreas de proceso y almacenamiento de materiales combustibles, se tendrá un mayor número de ellos que en las áreas de almacenamiento general, edificios administrativos y oficinas en general.

12).- Cuando se requieran monitores en áreas de instalaciones industriales y de almacenamiento de productos inflamables, su localización, capacidad y número de ellos, se decidirá 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 contínuo. 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. En lugares donde no se tienen líquidos inflamables o materiales combustibles que produzcan fuego persistente la capacidad de almacenamiento deberá ser suficiente para que la bomba o las bombas funcionen 30 minutos sin interrupción, con el gasto máximo previsible en caso de incendio. Para áreas de instalaciones industriales y su almacenamiento de productos inflamables,

la capacidad de almacenamiento de agua contra incendio debe ser suficiente para que la bomba o bombas funcionen durante un período de 5 horas, de acuerdo con el gasto máximo previsible según los riesgos y tamaño que éstas tengan. En otras instalaciones se cumplirá con lo establecido en las normas de seguridad aplicables. 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 contengan sal o materiales análogos que afecten los sistemas de protección contra incendios deberán evitarse en todo lo posible. De preferencia se debe utilizar agua limpia y dulce aunque no sea potable. Esta agua no deberá emplearse para alimentar otras líneas que no sea la red contra incendio. "En instalaciones con sistemas de aspersores siempre deberá 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 colocarán a una distancia de 30 a 50 m uno de otro. En áreas de almacenamiento de productos inflamables a una distancia no mayor de 60 m uno de 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, cada piso deberá considerarse como un área diferente. En otras instalaciones se cumplirá con lo dispuesto por las normas correspondientes. Los monitores se colocarán de acuerdo con el alcance que tengan con chorro y niebla, dis

posición, forma y riesgo inherente del equipo por proteger.

5).- DIAMETRO DE LA TUBERIA

En las instalaciones de proceso y áreas de almacenamiento el diámetro mínimo de tubería en redes contra incendio será de 152 mm (6 pulgadas) y el número máximo de hidrantes y/o monitores por anillo será de 12. En otros casos, el diámetro de la tubería y la colocación de los hidrantes o monitores deberá determinarse tomando en cuenta el número de tomas, distancias y condiciones del lugar, considerando las disposiciones de las normas de seguridad aplicables.

6).- PRESION DE OPERACION

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/cm^2 manométricos (100 lb/pulg^2) en las condiciones más desfavorables y al 100 % de la capacidad del sistema.

7).- VELOCIDAD DEL AGUA

La velocidad razonable del agua para la selección del diámetro de la tubería es entre 1.2 a 2.4 m/seg (de 4 a 8 pies/seg).

VIII.- CRITERIOS DE DISEÑO

1).- TUBERIAS

En áreas fuera de instalaciones industriales, caminos de tránsi

to y en lugares en donde el clima lo permita, la tubería se podrá instalar superficialmente o en trincheras poco profundas cubiertas con rejillas. En áreas de instalaciones industriales, caminos o lugares donde la temperatura ambiente baje de cero grados centígrados se enterrará a una profundidad mínima de 75 cm. En las instalaciones de proceso y en sus áreas de almacenamiento, se deben procurar que la red de agua contra incendio forme anillos que contengan 12 hidrantes como máximo, debiéndose instalar válvulas de seccionamiento en lugares que permitan aislar secciones del sistema de tuberías cuando haya necesidad de efectuar reparaciones o ampliaciones. Cuando exista más de una fuente de suministro se instalarán válvulas de seccionamiento en cada fuente.

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

3).- En los casos en que se maneje agua salada, se deberá 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 o la utilización de otros materiales.

4).- En las tuberías enterradas se deberá prever la protección contra efectos de cargas externas que puedan dañarla. Esta protección podrá llevarse a cabo por medio de trincheras camisas o una mayor profundidad de su instalación. Cuando pase bajo vías de FFCC o calles de tránsito pesado, la tubería se instalará a una profundidad mínima de 1.30 m (esta profundidad deberá medirse desde la parte superior del tubo al nivel del piso terminado), pudiéndose proteger además con una camisa que permita una

holgura de 10 cm como mínimo. La tubería no deberá pasar bajo construcciones o bodegas.

IX.- SELECCION DE BOMBAS

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

2).- Las bombas horizontales deben ser usadas cuando el nivel mínimo de succión está arriba del eje de la bomba.

3).- Cuando no se tenga una carga positiva en la succión, como en aquellos casos en que se deba extraer el agua de pozos profundos, cisternas, etc., se recomienda usar bombas de tipo turbina vertical, debiéndose tener en cuenta que los impulsores de la bomba deben colocarse abajo del nivel dinámico.

4).- Las bombas pueden ser accionadas por motor eléctrico, turbina de vapor o motor de combustión. El acoplamiento puede hacerse flexible, con engranes o cajas multiplicadoras (reductores) de engranes. La bomba y tuberías de succión y descarga deben estar arregladas de tal manera que exista espacio suficiente para facilitar la operación y mantenimiento.

5).- Cuando se instalen bombas verticales dentro de casetas, éstas deben tener el techo lo suficientemente alto para facilitar la extracción de ellas.

6).- No se permitirá el uso de válvulas de globo en ningún lugar de las redes de agua de servicio contra incendio.

7).- En cada línea de descarga de las bombas contra incendio se instalará una válvula de retención, debiendo localizarse ésta lo más cerca posible de la bomba.

X.- CRITERIOS DE CALCULO

1).- TUBERIA

Para calcular la red de distribución de agua contra incendio se deberá procurar que:

a) La presión disponible en el hidrante de localización más desfavorable, sea de 7 kg/cm^2 (100 lb/pulg^2).

b) El gasto proporcionado sea suficiente para alimentar la cantidad de mangueras, monitores y cualquier otro sistema contra incendio que deba emplearse simultáneamente, más 20 % a 30 % de exceso para absorber posibles fugas y/o conexiones adicionales.

2).- Para calcular la velocidad, caída de presión o gasto en cualquier tramo de la red contra incendio se puede hacer uso de las fórmulas de Hazen y Williams indicadas a continuación*:

Para velocidad

$$V = C r^{0.63} S^{0.54}$$

*O bien utilizar la gráfica 1 (Cap. V)

Para caída de presión

$$\Delta P = \frac{4524 Q^{1.85}}{C^{1.85} d^{4.87}}$$

Para gasto

$$Q = \frac{C d^{2.63} \Delta P^{0.54}}{94.19}$$

V = velocidad en pies/segundo

r = radio hidráulico

S = pendiente

Q = gasto en galones por minuto

C = coeficiente de Hazen y Williams para el tubo (depende del material y tiempo de uso).

ΔP = caída de presión, en lb/pulg² por cada 1000 pies de tubería

d = diámetro interior del tubo en pulgadas

3).- El coeficiente "C" utilizado para cálculo del gasto y la caída de presión, será el que se indica a continuación:

Clase de Tubería	Coeficiente "C"
Tubería de fierro fundido, hierro o tubería de acero con superficie interior lisa.	
Tubería nueva	120
Tubería con 10 años de uso	110
Tubería con 15 años de uso	100
Tubería con 20 años de uso	90
Tubería con 30 años de uso	80

IV.- CRITERIOS DE DISEÑO

El objetivo de este capítulo es valorar las áreas peligrosas, así como señalar los riesgos particulares e indicar las medidas que deberán tomarse para neutralizarlos o minimizarlos.

DIVISION DE LA PLANTA EN UNIDADES

El Índice de Fuego y Explosión deberá ser calculado separadamente para cada "unidad" en una planta de procesos químicos.

Una planta de procesos químicos se define para los propósitos de este capítulo como el equipo físico necesario para producir el compuesto base y materiales relacionados. Una "unidad" se define como la parte de una planta que puede ser fácil y lógicamente caracterizada como una entidad separada.

Generalmente una "unidad" consiste de una porción del proceso total, en algunos casos separada físicamente o bien, puede ser un área en la que exista un riesgo particular.

CALCULO DEL INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

El índice de fuego y explosión es un número que indica el riesgo relativo de fuego y/o explosión en la "unidad" bajo estudio. Para obtener este número primero se determina el factor de material. También se adicionan factores que se consideran riesgos asociados con propiedades especiales del material, tipo de proceso, y condiciones de procesos especiales.

Los factores son:

- 1.- Factor de material.
- 2.- Riesgo de materiales especiales.
- 3.- Riesgos del proceso general.
- 4.- Riesgos de procesos especiales.

La hoja de cálculo incluye porcentajes sugeridos para la determinación de los factores mencionados.

Los porcentajes usados no necesariamente tendrán el mismo valor o estarán dentro del intervalo sugerido. El porcentaje usado puede ser aumentado o disminuido de acuerdo al conocimiento del proceso. Por ejemplo si un proceso involucra un material de reacción que está a una temperatura superior a la de autoignición, pero el reactor contiene suficiente agua para prevenir la ignición en un momento en que existe alta temperatura, se podría emplear un factor mas bajo que el normal.

DETERMINACION DEL FACTOR DEL MATERIAL

El punto de partida para el cálculo del índice de fuego y explosión es el Factor de Material. Este factor es una medida a 25°C (77°F) de fuego o explosión, o energía potencial de materiales o mezcla de materiales más peligrosos, que se encuentren presentes en cantidades significativas. Puede ser materia prima, producto intermedio o solvente.

La cantidad de material debe ser de tal magnitud que el riesgo representado exista realmente. Por ejemplo si un catalizador es el material más peligroso en un área, pero este ha sido diluido tal que está presente

en cantidades tan pequeñas que el riesgo extremo no es real, el catalizador no debe ser la base para el factor de material.

El factor de material es denotado por un número de 1 a 60, indicando los números más altos una mayor disponibilidad de energía de fuego y/o explosión. El factor de materiales no incluye otras propiedades peligrosas, tales como: polimerización espontánea, calentamiento espontáneo, presiones y temperaturas altas del material, etc. Pero son tomados en cuenta en el cálculo del Índice de Fuego y Explosión.

El factor de material es determinado generalmente usando solo una propiedad física: el calor de combustión o ΔH_c . El calor de combustión se refiere a la energía liberada durante la oxidación completa de un material a 25°C. Para hidrocarburos gaseosos o líquidos, se utiliza más el calor neto que el bruto de combustión. El calor neto de combustión es el valor obtenido cuando el agua formada en la reacción no se condensa. El calor bruto involucra agua líquida como producto de combustión.

El Factor de Material es calculado utilizando la fórmula $F.M. = (\Delta H_c \text{ cal/g}) \times 1.8 \times 10^{-3}$. El término 10^{-3} es una constante arbitraria para reducir la magnitud del factor de material. (Ver Tabla VIII).

Para ciertas combinaciones de materiales (específicamente entre materiales reductores y oxidantes) el calor de reacción ΔH_r , puede ser sustituido por el calor de combustión debido a que es una forma más aproximada de medir la energía potencial.

Un factor de material se puede determinar por cada "unidad de una planta química." El factor de material más alto determinado puede ser

HOJA DE CALCULO

INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

NOMBRE

FECHA

LOCALIZACION

PLANTA

UNIDAD

MATERIALES Y PROCESO

MATERIALES

CATALIZADORES

SOLVENTES

REACCIONES

1. FACTOR DE MATERIAL PARA:

2. RIESGOS POR MATERIALES ESPECIALES

%FACTOR SUGERIDO

%FACTOR USADO

A. MATERIALES OXIDANTES	0 — 20
B. REACCIONAN CON AGUA PARA PRODUCIR GAS COMBUSTIBLE	0 — 30
C. SUJETOS A CALENTAMIENTO ESPONTANEO	30
D. SUJETOS A POLIMERIZACION ESPONTANEA RAPIDA	50 — 75
E. SUJETOS A DESCOMPOSICION EXPLOSIVA	125
F. SUJETOS A DETONACION	150
G. OTROS	

ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-G POR RIESGOS DE MAT ESP. (R.M.E.) TOTAL

$((100 + R.M.E. TOTAL) / 100) \times (FACTOR DE MATERIAL) = SUB TOTAL N^{\circ} 2$

3. RIESGOS DEL PROCESO GENERAL

A. MANEJO Y CAMBIOS FISICOS UNICAMENTE	0 — 50
B. REACCIONES CONTINUAS	25 — 50
C. REACCIONES INTERMITENTES	25 — 60
D. MULTIPLICIDAD DE REACCIONES EN EL MISMO EQUIPO	0 — 50

ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-D PARA RIESGOS DEL PROCESO GRAL. (RPG) TOTAL

$((100 + RPG TOTAL) / 100) \times (SUB TOTAL N^{\circ} 2) = SUB TOTAL N^{\circ} 3$

4. RIESGOS POR PROCESOS ESPECIALES

A. PRESION BAJA (MENOR 1 ATM.)	0 — 100
B. OPERACION DENTRO ó CERCA DEL INTERVALO DE EXPLOSION	0 — 150
C. TEMPERATURA BAJA: 1. (ACERO AL CARBON 10°C A -30°C)	15
2. (MENOR A -30°C)	25
D. TEMPERATURA ALTA (USE SOLO UNO)	
1. SUPERIOR AL PUNTO DE IGNICION	10 — 20
2. SUPERIOR AL PUNTO DE EBULLICION	25
3. SUPERIOR AL PUNTO DE AUTOIGNICION	35
E. PRESION ALTA: 1. (18 ó 210 Kg/cm ² man)	30
2. (MAYOR A 210 Kg/cm ² man)	60
F. PROCESOS ó REACCIONES DIFICILES DE CONTROLAR	50 — 100
G. RIESGO DE EXPLOSION POR ATMOSFERAS SATURADAS ó POLVO	30 — 60
H. MAYOR QUE EL RIESGO DE UNA EXPLOSION PROMEDIO	60 — 100
I. GRANDES CANTIDADES DE COMBUSTIBLE LIQUIDO (USE SOLO UNO)	
1. (7 500 — 23 000 L.)	40 — 55
2. (23 000 — 76 000 L.)	55 — 75
3. (76 000 — 190 000 L.)	75 — 100
4. (MAYOR A 190 000 L.)	100 +
J. OTROS	

ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-J PARA RIESGOS DE PROC. ESP. (R.P.E.) TOTAL

$((100 + R.P.E. TOTAL) / 100) \times (SUB TOTAL N^{\circ} 3) = INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION$

INDIQUE LAS RAZONES POR EL USO DE FACTORES DIFERENTES A LOS SUGERIDOS.

usado en operaciones subsecuentes.

TABLA I

DETERMINACION DEL FACTOR DE MATERIAL

1.- Sólidos, líquidos y gases no combustibles.

Los materiales que no están sujetos a combustión tienen un factor de material de cero. Ejemplo: agua, arena, tetracloruro de carbono, nitrógeno, helio, etc.

2.- Sólidos, líquidos y gases combustibles.

$$\text{Use F.M.} = \Delta H_c \times 1.8 \times 10^{-3}$$

F.M. = Factor de material

ΔH_c = Calor de combustión en cal/g (Ver Tabla VIII)

3.- Materiales especialmente reactivos.

Esta categoría comprende combinaciones de materiales oxidantes y reductores donde el calor de combustión no describe adecuadamente su energía potencial, tampoco el calor de reacción, ambos son numéricamente grandes, y no deben usarse para determinar F.M.

Los cálculos se llevan a cabo sin considerar si el calor de reacción es positivo o negativo.

Los calores de reacción y combustión para muchos materiales están enlistados o pueden ser calculados.

Los calores de reacción son sustituidos como calores de reacción por 100 gramos.

4.- Agentes explosivos.

Esta categoría incluye materiales como: dinamita, TNT y nitroglicerina.

Los agentes explosivos recibirán atención especial basada en propiedades particulares del material y proceso. Las recomendaciones detalladas deberán ser obtenidas de fabricantes y autoridades reconocidas.

DETERMINACION DE RIESGOS DE MATERIALES ESPECIALES

Los factores descritos como "Riesgos de Materiales Especiales" pueden ser usados en el cálculo del Índice de Fuego y Explosión, no obstante sean propiedades del compuesto del Factor de Material o de cualquier otro compuesto.

Sin embargo si son propiedades de otro compuesto deberán estar presentes en cantidad suficiente para contribuir sobre el riesgo total. Por ejemplo, un catalizador puede estar presente en cantidades insuficientes para calificarlo como el compuesto del Factor de Material, pero si para causar calentamiento espontáneo, contribuir con oxígeno al fuego o ser reactivo con el agua. En este caso los factores deberán ser aplicados.

TABLA II

DETERMINACION DE RIESGOS DE MATERIALES ESPECIALES

A.- Materiales oxidantes. Adicionar de 0 a 20 %.

Ejemplos: Oxígeno, cloratos, nitratos, percloratos, peróxido

dos.

Materiales que en condiciones de fuego proporcionan oxígeno en cantidades suficientes para contribuir a la intensidad de éste. Si el material está presente en cantidades tan pequeñas que la contribución a la intensidad del fuego sea despreciable, el factor no deberá ser aplicado. Donde el factor si es aplicado, el porcentaje seleccionado dependerá sobre todo de la cantidad del material presente, su poder oxidante y del efecto del medio ambiente sobre este último. Así el factor mayor será de 20 % cuando se tiene una gran cantidad de material y/o su poder oxidante. Este factor no deberá ser aplicado en conjunción con el descrito en "C", ni tampoco en reacciones de oxidación controladas como son la de tolueno a ácido benzoico en presencia de aire o la cloración de hidrocarburos.

B.- Materiales que reaccionan con el agua para producir gas combustible. Adicionar de 0 a 30 %.

Ejemplo: Carburo de calcio, sodio, titanio, magnesio.

Materiales que en su estado natural o a elevadas temperaturas, así como en caso de fuego, reaccionan con el agua para producir un gas combustible. En el caso de que el material esté presente en pequeñas cantidades tal que el fuego resultante o el incremento de éste sean despreciables, el factor no será aplicado.

Cuando la contribución del material al fuego aumenta el riesgo, el factor aplicado deberá ser llevado a su máximo valor (30 %). Este factor no será aplicado a materiales

que por si mismos son tan inflamables como el gas liberado.

C.- Materiales sujetos a calentamiento espontáneo. Adicionar 30 %.

Materiales que en condiciones de almacenamiento y uso pueden calentarse espontáneamente o son pirofóricos.

D.- Materiales sujetos a una polimerización espontánea.

Adicionar de 50 a 75 %. Ejemplos: oxido de etileno, estireno, butadieno.

Para materiales que en condiciones normales de almacenamiento, o cuando son calentados en caso de fuego o por contaminación pueden polimerizarse espontáneamente con desprendimiento rápido de calor, adicione 75 %.

Si el material contiene un inhibidor de polimerización durante el proceso, adicione únicamente 50 %.

E.- Materiales sujetos a descomposición explosiva. Adicione

125 %. Ejemplos: etileno a alta presión, peróxidos concentrados, vapor de óxido de etileno.

Materiales con una velocidad de descomposición para crear una explosión en el sentido ordinario de la palabra. Este factor no deberá ser aplicado a materiales como el peróxido de hidrógeno diluído y soluciones de hipoclorito de sodio que tienen una velocidad de descomposición lenta. Tampoco deberá ser aplicado a materiales que requieren de la presencia de otro para ser explosivos.

F.- Materiales sujetos a detonación. Adicione 150 %.

Ejemplos: acetileno a una presión parcial mayor a 1.4 atmósferas (20 lb/pulg²).

Materiales que constituyen un riesgo de detonación en condiciones de proceso o con el equipo empleado, o que dependen de la instrumentación para mantener el material fuera del intervalo de detonación.

G.- Otros. Adicionar de 0 a 150 %.

Materiales con riesgos especiales poco usuales como son el hexano con un alquilo-aluminio en concentraciones mayores al 20 %, debido a derrames darán como resultado fuegos espontáneos al contacto con el aire. Hidrógeno con un intervalo de inflamación de 4 al 74 % en aire y muy baja energía de ignición de aproximadamente 5.0×10^{-1} calorías (0.002 milijoules) casi siempre se inflaman.

DETERMINACION DE RIESGOS DEL PROCESO GENERAL

El factor de material es incrementado como se indica en la forma de cálculo para cada uno de los porcentajes aplicables por riesgos del proceso general como se indica en la tabla III.

TABLA III

DETERMINACION DE RIESGOS DEL PROCESO GENERAL

A.- Manejo y cambios físicos únicamente. Adicionar de 0 a 50 %.

Los procesos que involucran el manejo y cambios físicos únicamente, y que tienen lugar en sistemas cerrados con tube-

ría instalada permanentemente (tales como destilación, absorción, evaporación, etc) no deberán reconsiderarse.

Para procesos que involucran manejo y cambio físico únicamente pero también incluyen conexiones como es el caso de carga y descarga, adicionar 25 %.

El factor de 50 % será aplicable a procesos los cuales involucran la transferencia de materiales inflamables en recipientes abiertos, el uso de centrífugas y filtros que son periódicamente abiertos, y mezcladoras, etc. donde el área en el intervalo explosivo es limitada y al descubierto.

Los factores "B" y "H" en la tabla IV no serán aplicados normalmente a estos procesos. Si el área en el intervalo explosivo está confinada. El factor "B" de la tabla IV puede aplicarse.

B.- Reacciones continuas. Adicionar de 25 a 50 %.

Para reacciones que son endotérmicas, o exotérmicas pero se llevan a cabo en soluciones diluidas, donde el solvente puede absorber todo el calor de la reacción sin crear una condición peligrosa, adicionar 25 %. Ejemplos: rompimiento de cadenas (Cracking) isomerización, producción de clorhidrina, etc.

Para otras reacciones exotérmicas, adicionar 50 %. Ejemplos: oxidación, polimerización, cloración.

C.- Reacciones intermitentes. Adicionar de 25 a 60 %.

Determine el factor de reacción de acuerdo a lo descrito en "B". Si la reacción es exotérmica adicione cuando menos 10 %

pero sin exceder al 60 % para tomar en cuenta el incremento de error del operador. El factor de manejo para carga y descarga es considerado y si es apropiado, sume separadamente de acuerdo a "A".

D.- Multiplicidad de reacciones en el mismo equipo. Adicione de 0 a 50 %.

Adicione aquí un factor mayor para tomar en cuenta la contaminación de una reacción a otra. Las reacciones pueden diferir grandemente antes de que el factor de contaminación sea aplicado.

DETERMINACION DE RIESGOS DE PROCESOS ESPECIALES

El factor de material es incrementado como se indica en la hoja de cálculo para cada uno de los riesgos de procesos especiales en los porcentajes de la tabla IV.

TABLA IV

DETERMINACION DE LOS RIESGOS DE PROCESOS ESPECIALES

A.- Presión baja. Adicionar de 0 a 100 %.

Cuando un proceso opera bajo condiciones de presión atmosférica o subatmosférica de tal forma que el aire o contaminantes que entren al sistema no ocasionen riesgos, el factor no deberá ser usado. Ejemplos: compresión de cloro, destilación de glicoles.

Para procesos que operan bajo condiciones de presión atmos

férica o subatmosférica en donde el aire o contaminantes que entren al sistema puedan reaccionar con los materiales creando una condición peligrosa, adicione 50 %. Ejemplos: manejo de diolefinas, con el riesgo de la formación de peróxidos y consecuentemente polimerización catalizada; manejo de materiales pirofóricos.

Para procesos que operan a condiciones atmosféricas en donde el aire o contaminantes que entren al sistema puedan acumular o causar riesgo de explosión. Adicione 100 %.
Ejemplo: sistemas de colección de hidrógeno.

B.- Operación dentro o cerca del intervalo de explosión.

Adicionar de 0 a 150 %.

Si el proceso está dentro del intervalo de explosión debido a la exposición de materiales inflamables a la atmósfera como se discutió en la parte "A" de la tabla III, este factor no será aplicado.

Para almacenamiento de líquidos inflamables en recipientes cerrados, aunque no estén con venteos a la atmósfera, cuando el espacio de vapor pueda caer dentro del intervalo de explosión por un venteo accidental, adicionar 25 %.

Para almacenamiento de líquidos inflamables, donde el espacio de vapor no cae frecuentemente dentro del intervalo de explosión pero sí en ocasiones normales de llenado o vaciado, adicionar 50 %.

Para procesos además de los cubiertos en los dos párrafos anteriores, que operan cerca del intervalo de explosión y

donde la seguridad está basada en la instrumentación para permanecer fuera de los límites explosivos, adicionar 100 %.

Ejemplo: oxidación de tolueno a ácido benzoico con aire.

C.- Temperatura baja. Adicionar de 15 a 25 %.

Para procesos que utilizan construcción de acero al carbón y operan entre 10 y -30 °C, adicionar 15 %. Para procesos que operan abajo de -30 °C, adicionar 25 %. El propósito de esta corrección es compensar la fragilidad (temperatura de transición) del acero al carbón ordinario.

D.- Temperatura alta. Use únicamente uno:

- 1.- Superior al punto de ignición, adicione 20 %.
- 2.- Superior al punto de ebullición, adicione 25 %.
- 3.- Superior al punto de autoignición, adicione 35 %.

E.- Presión alta.

- 1.- De 18 a 210 kg/cm² man. Adicione 30 %
- 2.- Mayor a 210 kg/cm² man. Adicione 60 %.

El límite superior del código ASME para recipientes a presión no expuestos a fuego, sección VII y div. 1 es 210 kg/cm² man. (3000 psig). Arriba de los 210 kg/cm² man. sellos cóncavos, sellos cónicos o sellos equivalentes deberán ser usados en las conexiones bridadas. Un riesgo resulta de la expansión potencial de estos fluidos a alta presión cuando son relevados a la atmósfera. No use este factor para moldeo por inyección o extrusión.

F.- Procesos o reacciones difíciles de controlar. Adicione de 50 a 100 %.

Para reacciones exotérmicas, donde debido a la naturaleza de la reacción misma, hay una gran posibilidad de que ésta se salga de control. Adicionar de 50 a 100 %. Ejemplos: nitraciones, algunas polimerizaciones, reacciones Friedel-Crafts.

G.- Riesgos de explosión por polvo o atmósferas saturadas. Adicione de 30 a 60 %.

Este factor deberá ser aplicado únicamente si el riesgo real existe. Por ejemplo, ha sido demostrado que el transporte de partículas de polietileno no crea un riesgo de explosión, así en este caso el factor no será aplicado.

Para procesos que involucren el manejo de materiales que pueden crear riesgos de explosión por atmósferas saturadas o polvo, únicamente por mal funcionamiento del equipo, adicione 30 %. Ejemplo: aceite hidráulico de alta presión u óxido de difenilo en caso de una ruptura.

Para procesos u operaciones las cuales utilizan líquidos donde es posible la formación de atmósferas saturadas y el material es susceptible de encenderse o explotar, adicione 50 %. Ejemplo: Dowterm A y aceites hidráulicos en mangueras.

Para procesos donde el riesgo de formación de polvos o atmósferas saturadas, está casi siempre presente, adicione 60 %. Ejemplo: manejo de polvo de metil celulosa.

H.- Mayor que el riesgo de una explosión promedio. Adicione de 60 a 100 %.

Para procesos que utilizan líquidos inflamables o gases com

bustibles licuados a temperaturas y presiones que sean relevados del equipo resultando una rápida vaporización y probable formación en concentración explosiva en gran parte de los edificios o área, adicione 40 %.

Para procesos que involucren riesgos por explosiones de vapor; como procesos de agua de enfriamiento junto con metales fundidos, adicione 60 %.

Para procesos que son susceptibles de acumular contaminantes que pueden causar explosión, como son las plantas separadoras de aire, adicionar 100 % (vea inciso "A" para rupturas en presión subatmosférica).

Para procesos donde la ampliación en tamaño puede afectar la reactividad o incrementar la naturaleza peligrosa de una operación, adicione 60 %. Ejemplo: uso en gran escala de químicos sensibles como son, etileno presurizado, acetileno, óxido de etileno; o cambio de procesos en reactores de serpientes, etc.

I.- Grandes cantidades de combustible o líquidos inflamables. Use únicamente uno.

El propósito de esta categoría es tomar en cuenta un aumento en el riesgo de fuego, sin importar que líquido combustible en particular esté presente. Si un líquido con un factor de material bajo está presente con un líquido con el cual el índice de explosión y fuego está siendo basado, el valor más bajo del intervalo sugerido deberá ser tomado. La consideración más importante es la cantidad total de combustible y/o

líquidos inflamables.

- 1.- Para "unidad " o equipo conteniendo de 7500 a 23000 litros (2000 a 6000 gal.) de líquidos combustibles adicione de 40 a 55 %.
- 2.- Para "unidad" o equipo conteniendo de 23000 a 76000 litros (6000 a 20000 gal.) de líquidos combustibles, adicione de 55 a 100 %.
- 3.- Para "unidad" o equipo conteniendo de 76000 a 190000 litros (20000 a 50000 gal.) de líquidos combustibles, adicionar de 75 a 100 %.
- 4.- Para "unidad" o equipo conteniendo más de 190000 litros (50000 gal.) de líquidos inflamables, adicione 100 % o más.

J.- Otros. Adicione de 0 a 20 %.

Riesgos de procesos especiales no comunes. Cuando un edificio o estructura contiene a un proceso en operación con un índice de fuego y explosión mayor de 40, y las operaciones están próximas entre sí, una corrección será necesaria.

SELECCION DE CRITERIOS PREVENTIVOS Y PROTECTIVOS

Una vez que el índice de fuego y explosión se ha determinado, el siguiente paso es seleccionar y aplicar los principios preventivos y protectivos requeridos para neutralizar o minimizar los riesgos y compensar las pérdidas por fuego y explosión potencial.

Para poder seleccionar, se tabula y se discute una amplia variedad de principios preventivos y protectivos. Estos principios se han agrupado en tres categorías:

TABLA V.- PRINCIPIOS BASICOS PREVENTIVOS Y PROTECTIVOS.

TABLA VI.- PRINCIPIOS MINIMOS RECOMENDADOS PREVENTIVOS Y PROTECTIVOS.

TABLA VII.- PRINCIPIOS PREVENTIVOS ESPECIFICOS.

PRINCIPIOS BASICOS PREVENTIVOS Y PROTECTIVOS

Esta primera categoría incluye aquellos principios que siempre deben preverse sin importar el tipo de riesgo de fuego y explosión. Cuando no se toman en cuenta, el riesgo existente es mayor que el indicado por el índice de fuego y explosión.

Muchos de estos principios se aplican en el diseño de plantas, aún cuando los materiales que se procesan no sean inflamables.

Los principios mencionados a continuación no son todos los existentes, pueden requerirse algunos más, dependiendo de la instalación específica.

TABLA V

PRINCIPIOS BASICOS PREVENTIVOS Y PROTECTIVOS

A.- Suplemento de agua adecuado para protección de fuego (ver tabla VI). Esto es determinado multiplicando el intervalo de tiempo que podría durar el peor incendio posible, por la demanda de agua esperada.

El suplemento considerado adecuado puede variar y puede ser de capacidad suficiente para duraciones desde 2 hasta 8 horas.

- B.- Diseño estructural de recipientes, tuberías, estructuras de acero, etc.
- C.- Sistema de desfogue.
- D.- Resistencia a la corrosión.
- E.- Segregación de materiales reactivos en líneas de proceso y equipos.
- F.- Conexiones a tierra de equipo eléctrico.
- G.- Localización segura de equipos eléctricos auxiliares.
- H.- Protección normal contra fallas de servicios.
- I.- Conformidad con varios códigos aplicables (ASME, NEC, ASTM, ASA, etc.).
- J.- Instrumentación segura a fallas.
- K.- Acceso a áreas para vehículos de emergencia y salida para evacuación de personal.
- L.- Drenes para desalojar seguramente: posibles derrames, agua contra incendio de monitores, mangueras, rociadores, espumas, etc.
- M.- Aislantes de superficies calientes.- que conserven un máximo de 80 % de la temperatura de autoignición de inflamables en

el área.

- N.- Apegarse a los códigos eléctricos.
- O.- Limitación de sistemas de vidrios en servicios inflamables o peligrosos. Tales sistemas no se permiten a menos que sean absolutamente esenciales. Donde se usen deben ser registrados y aprobados por el gerente de producción e instalado de acuerdo a los estándares, normas y códigos. Nota i.
- P.- Localización de edificios y equipos.- Debe reconocerse la separación de áreas de alto riesgo especialmente si se relaciona a daños en propiedades e interrupción de negocios.
- Q.- Protección de exposición al fuego de puentes de tuberías y cables de instrumentos así como soportes.
- R.- Proveer válvulas de bloqueo accesibles en límites de batería.
- S.- Prevención y protección de pérdidas en torres de enfriamiento.
- T.- Protección del equipo contra incendio de explosión accidental y fuego.
- U.- Apego a prácticas de supervisión para equipo rotatorio crítico.
- V.- Clasificación eléctrica.
- W.- Cuartos de control de procesos.- Las paredes deberán soportar por lo menos una hora de fuego. Estarán aislados de los laboratorios de control. Las casas de control para complejos pe-

troquímicos estarán localizadas al menos a 30 metros (100 pies) de fuentes potenciales de relevo de hidrocarburos y las estructuras serán diseñadas para al menos 0.21 kg/cm^2 man (3 lb/pulg^2) de presión estática y 0.07 kg/cm^2 man (1 lb/pulg^2) de presión de vacío.

Nota i.- No deben usarse manómetros de vidrio en unidades de almacenamiento o proceso de líquidos o gases inflamables.

Nota ii.- Ver códigos, procedimientos de prueba y especificaciones más utilizados para el diseño de equipos de plantas químicas.

PRINCIPIOS PREVENTIVOS Y PROTECTIVOS MINIMOS RECOMENDADOS

La segunda categoría incluye principios que deben ser considerados y que pueden ser o no aplicados dependiendo de la probabilidad de un fuego o explosión y de la intensidad esperada. Muchos de estos principios son muy difíciles de evaluar objetivamente. De los considerados son los que causan más controversia.

La mayoría de los principios son protectivos por naturaleza tienen a limitar un daño una vez que ha ocurrido fuego o explosión.

Otros principios son preventivos.- Reducen la posibilidad de que ocurra un incidente el cual podría terminar en una catástrofe.

La necesidad de aplicar un principio particular varía de acuerdo a la magnitud del Índice de Fuego y Explosión calculado para la unidad.

Como guía a la determinación de la necesidad, los índices posi-

bles se han dividido en 6 intervalos los cuales nos proveen una medida de grado de riesgo.

GRADO DE RIESGO	INDICE DE INTERVALOS DE FUEGO Y EXP.
Bajo	0 - 20
Ligero	20 - 40
Moderado	40 - 60
Moderadamente alto	60 - 75
Alto	75 - 90
Extremo	90 y más

Como lo indica la tabla, los intervalos 0 a 60 cubren procesos con un grado de riesgo desde bajo a moderado. Los intervalos restantes cubren procesos con un grado de riesgo desde moderadamente alto a extremo. Como resultado se requiere una aplicación más estricta de los principios preventivos y protectivos para minimizar el peligro de pérdidas. Ocasionalmente puede ocurrir que un índice quede en el límite entre intervalos.

En la tabla VI estos intervalos se usan con una serie de 4 números que indican la importancia de la aplicación del principio.

El número 1 indica que el principio es opcional; 2 se sugiere; 3 se recomienda; 4 se requiere.

TABLA VI

PRINCIPIOS PREVENTIVOS Y PROTECTIVOS MINIMOS

LEYENDA

OPCIONAL	1
SUGERIDO	2
RECOMENDADO	3
REQUERIDO	4

NUMEROS DEL INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

	0-20	20-40	40-60	60-75	75-90	90 +
A.- Prueba de fuego	1	2	2	3	4	4
B.- Agua rociada						
a).- Direccional	1	2	3	4	4	4
b).- Area	1	2	3	3	4	4
c).- Cortina	1	1	2	2	2	4
C.- Instrumentación especial						
a).- Temperatura	1	2	3	3	4	4
b).- Presión	1	2	3	3	3	4
c).- Control de flujo	1	2	3	4	4	4
D.- Control de derramamientos y encharcamientos	1	1	2	3	3	4
E.- Explosión interna	1	2	3	3	4	4
F.- Monitores gas combustible						
a).- Señal de alarma	1	1	2	3	3	4
b).- Equipo actuado	1	1	2	2	3	4
G.- Operación remota	1	1	2	3	3	4

NUMEROS DEL INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

	0-20	20-40	40-60	60-75	75-90	90 +
H.- Ventilación del edificio						
I.- Relevo de explosión del edificio.						
J.- Zanjas	1	4	4	4	4	4
K.- Control de polvos explosivos						
L.- Separación con barreras y cortinas.	1	1	2	3	4	4

APLICACION DE LOS PRINCIPIOS MINIMOS RECOMENDADOS

A.- PROTECCION DE FUEGO DE SOPORTES ESTRUCTURALES

Esta categoría cubre la aplicación de concreto, cemento, bloques, ladrillos y materiales similares resistentes al fuego. En los soportes de acero para recipientes, puentes de tubería, equipos y estructuras. En adición cubre la capacidad de aplicación.

La capacidad de prueba de fuego requerida se basa en la profundidad de líquido inflamable que se podría esperar fuera retenida en el área. Para calcularla se determina la profundidad del líquido derramado basándose en el volumen. Así la duración del fuego se determina, asumiendo un tiempo de quemado de 1 minuto por cada 0.25 cm (0.1 pulgadas) de profundidad. Siempre que es posible se prefieren drenes a prueba de fuego como medios de protección contra riesgos por derramamientos. Una pendiente mínima de 2 % (2 centímetros/metro) para desalojar los derrames de la estructura de procesos.

El número de miembros de soporte que requieren ser a prueba de fuego aumenta de acuerdo a los índices de fuego y explosión. Si el índice de fuego y explosión se encuentra en el intervalo de bajo a moderado, solo los soportes de recipientes principales necesitan ser a prueba de fuego. Mas para áreas con un índice de fuego y explosión entre moderadamente alto y extremo, esencialmente todas las estructuras deben ser protegidas.

Esta aplicación aumentada es debido a una situación de mayor riesgo. Los rociadores de agua pueden sustituir a la prueba de fuego en algunos casos, pero no es satisfactorio debido a la vulnerabilidad del sistema de tuberías de rociadores.

B.- PROTECCION DE EQUIPO Y AREA CON ROCIADORES DE AGUA

Esta categoría cubre la aplicación de rociado de agua a recipientes, equipo y estructuras. El rociado de agua direccional se puede usar para proteger bombas, recipientes o ductos con cables que pasan por áreas de exposición.

Los gastos de agua rociada generalmente son de 8 a 15 l/min·m² (0.20 a 0.35 GPM/pie²) dependiendo de la cantidad y grado de combustión de materiales expuestos.

Se usa rociado de áreas y rociado direccional cuando el índice de fuego y explosión se aproxima al intervalo moderadamente alto. Los gastos pueden ser de 8 a 15 l/min·m² (0.2 a 0.35 GPM/pie²).

Las cortinas de agua se pueden usar como ventaja en reducir el movimiento de nubes de vapor de un punto a otro. Son espe-

cialmente buenas cuando se instalan entre un área de hornos y un área potencial de relevo de vapores. La cortina puede tener un flujo de 8 l/min (0.35 GPM) o más y un espesor o ancho de por lo menos 3.5 m (10 pies).

Donde existen riesgos de explosión se pueden especificar tuberías de rociadores de 6.35 cm (2 1/2 pulg) soldadas y bridadas, no roscadas.

Si no hay presentes líquidos o sólidos inflamables, no se requiere rociado de agua a menos que se presenten grandes volúmenes de gases y el flujo de combustible al fuego no pueda ser cortado.

C.- INSTRUMENTACION ESPECIAL

ESTO CUBRE INSTRUMENTACION o sistemas que son instalados como principios de seguridad más que como principios para control de procesos. Tal protección es básica para procesos con índices de fuego y explosión de 40 o más, de donde procesos aún relativamente sin riesgo pueden llegar a ser peligrosos durante períodos de trastornos o mal funcionamiento. Si el índice es alto, con un pequeño trastorno, se puede sacar de control el proceso y el peligro potencial es mayor.

Así es necesaria mayor protección con índices más altos.

Los controles redundantes, por ejemplo doble analizador de oxígeno en una planta de producción de óxido de etileno pueden servir como un propósito de seguridad.

D.- CONTROL EN DERRAMAMIENTOS Y ENCHARCAMIENTOS

Esta categoría incluye sistemas que son diseñados para poder

desalojar rápidamente y efectivamente materiales peligrosos de áreas donde son indeseables ya que su presencia representa un peligro.

Por ejemplo cuando se usan cantidades moderadas o grandes de materiales inflamables, se deben instalar equipos fijos de inundación de agua para sacar los materiales derramados de los alrededores de equipos y recipientes tan rápido como sea posible. Esto puede incluir equipo de bombeo o drenajes con pendientes dirigidas a fosas. Estos sistemas minimizan la necesidad de prueba de fuego y reducen la cantidad de agua rociada. Cabezales de venteo (sistemas de desfogue) a quemadores deben usarse en donde se puede relevar a presiones superiores a 10 kg/cm^2 (200 lb/pulg^2) durante condiciones anormales. Se puede inyectar un material inerte para controlar reacciones disparadas.

E.- EXPLOSION INTERNA

Esta categoría cubre instrumentos o técnicas para asegurar que no se formen mezclas explosivas dentro de equipos de proceso o (si su formación no se puede prevenir) relevarlas, suprimir la explosión o eliminar fuentes de ignición.

Estos objetivos pueden ser logrados por:

- 1.- Utilizando cojines inertes en tanques que contienen líquidos o polvos inflamables, y así prevenir la formación de mezclas explosivas en los espacios de vapores.
- 2.- Instalación de instrumentos en líneas y equipo de proceso que operen cerca de límites explosivos, tal que el proce

so no rebase los límites.

3.- Usando purgas de gases a sistema de desfogue.

4.- Usando gases inertes en el transporte de polvos explosivos.

5.- Arreglando líneas de líquidos inflamables a tanques tal que el material sea descargado cerca del fondo, eliminando así la caída libre y electricidad estática.

F.- MONITORES DE GAS COMBUSTIBLE

Esta categoría cubre la instalación de monitores de gas combustible y sistemas de alarma o de acción de equipo protector como aspersores y ventiladores. Los monitores de gas combustible que están localizados en áreas de hornos y en áreas de posibles relevos de vapor, están colocados para hacer caer cortinas de agua rociada. Esto se usaría especialmente cuando la ventilación natural es pobre y/o los riesgos o pérdidas potenciales son altos.

G.- OPERACION REMOTA

Esta categoría cubre el uso de instrumentación o técnicas especiales para la operación remota de equipo altamente peligroso.

La operación remota se requiere solamente cuando el índice de fuego y explosión es alto o extremo y para operaciones que son demasiadas riesgosas para que las realice el personal.

H.- VENTILACION DE EDIFICIOS

La ventilación de edificios cubre tres categorías:

1.- La ventilación de humo y calor involucra la evacuación de gases y humo calientes durante el incendio. Se debe usar el NFPA Standard No. 204 como una guía. Las relaciones de venteo son de 1 m^2 por cada 30 m^2 (1 pie^2 por cada 30 pies^2) de área de piso en áreas donde el relevo de calor es alto y 1 m^2 por cada 150 m^2 (1 pie^2 por cada 150 pies^2) de piso en áreas donde el relevo de calor es bajo.

2. El cambio de aire para áreas donde se manejan líquidos inflamables (un líquido inflamable se define como un material con un punto de ignición inferior a $38 \text{ }^\circ\text{C}$ ($100 \text{ }^\circ\text{F}$)). El intervalo va de seis cambios de aire por hora para áreas de almacenamiento de líquidos inflamables cerradas, a 0.3 m^3 de aire por cada m^2 (1 pie^3 por cada pie^2) de piso. NFPA Standards Nos. 30, 33 y 91 se pueden usar como guía.

3.- Control de ventilación para polvos, tanques de superficie abierta, dependen de la naturaleza de la operación específica. Se puede usar como guía American National Standards N2.3-1967, Z43.1-1966, Z9.3-1970, y Z9.1-1969.

I.- EDIFICIOS Y RELEVO DE EXPLOSIONES

Los daños de explosión pueden ser minimizados segregando las operaciones peligrosas en pequeños edificios separados de la porción principal del edificio de operación.

El área necesaria de los venteos de explosión depende principalmente de la intensidad de explosión esperada.

El relevo de explosiones va desde 1 m^2 por 6 m^3 (1 pie^2 por 20 pies^3) de volumen a 1 m^2 por 30 m^3 (1 pie^2 por 100 pies^3) de volumen. Referencia NFPA Standards Nos. 68 y 654.

J.- ZANJAS

Cuando se diseña un sistema de zanjas para conducir derrames lejos de tanques o equipos, se requiere una pendiente no menor de un 2 %, y la pendiente debe terminar en una base im-puesta con una capacidad no menor que el mayor derrame que pudiera ocurrir.

La trayectoria del drene y la localización de la base deben ser tal que si el líquido está encendido el fuego no alcan-ce tanques o equipo adyacente.

Cuando la protección de la planta es acompañada por confina-miento de los derrames a un área alrededor de tanques, el vo-lumen del área de separación no debe ser menor que la capaci-dad del tanque más grande (mas un 10 % de seguridad) locali-zado en dicha área.

Las paredes de los muros de contención deben ser de tierra, o diseño de mampostería, concreto, y están restringidas a una altura promedio no mayor de 1.83 m (6 pies).

Se deben prever los drenes de agua del área de separación y controlarse en una forma tal que permitan el escape de líquidos no inflamables del área de separación.

Los diques deben equiparse con válvulas indicadoras fijas normalmente cerradas, accesibles en condiciones de incendio.

K.- CONTROL DE POLVOS EXPLOSIVOS

La relación máxima de elevación de presión en $\text{lb/pulg}^2 \text{ seg}$ es el factor usado para evaluar condiciones de riesgo. La ta-bla siguiente es una guía para determinar la exposición

potencial:

CAPACIDAD	MAXIMA ELEVACION DE PRESION lb/pulg ² seg	RELACION DE VENTEO pie ² /100 p ³	TAMAÑO DE PARTICULA MICRONES	MALLA TYLER
MUY DEBIL	500 o menos	0.5 a 1	175 y más	60 a 80
DEBIL	500 a 1300	2 a 3	150 a 175	80 a 100
MODERADO	1300 a 2000	3 a 4	100 a 150	100 a 150
FUERTE	2000 a 2600	4 a 5	75 a 100	150 a 200
SEVERO	2600 y más	5 y más	menor a 75	200 y más

L.- SEPARACION CON BARRERAS

Esta categoría cubre la instalación de paredes barrera para separar áreas de proceso de alto riesgo de las de menor riesgo.

Su uso hace posible aislar una fase de una operación del proceso total mientras que se minimiza la distancia de separación. Tales paredes se usan en conexión con operaciones de alta presión y alto riesgo, o cuando se manejan explosivos, para confinar y limitar el daño resultante de un accidente. Se pueden usar para proteger rociadores o separar un área de almacenamiento de inflamables de una unidad de proceso.

La distancia de separación en términos de protección de nubes de vapor y explosiones es función de la ecuación de energía. Por ejemplo un derrame de 1900 litros (500 galones) de hexano puede producir un relevo potencial de energía de 318 kg

(700 lbs) de TNT. Esta energía puede causar un daño severo en 30 metros (100 pies) de radio y un daño moderado en 60 metros (200 pies) de radio. Desde un punto de vista económico el diseño está basado en protección así como prevención más que separación por distancias.

CRITERIOS PREVENTIVOS ESPECIFICOS

Esta categoría incluye aquellas medidas que son de protección específica para los riesgos enlistados en la forma de cálculo del índice de fuego y explosión bajo los nombres de:

- 2.- Riesgos materiales especiales
- 3.- Riesgos de procesos generales
- 4.- Riesgos de procesos especiales

Los criterios son principalmente preventivos.

Durante el curso del cálculo del índice de fuego y explosión deben analizarse muchos riesgos específicos. La lista de criterios preventivos específicos en la tabla VII no es muy completa. Otras protecciones específicas se pueden usar como se crea necesario a juicio y conocimiento de proceso.

TABLA VII

CRITERIOS PREVENTIVOS ESPECIFICOS

2.- RIESGOS POR MATERIALES ESPECIALES

A.- Materiales oxidantes.

1.- Sepárelos de los materiales combustibles.

2.- Almacénelos en áreas a prueba de fuego.

B.- Materiales que reaccionan con agua para producir gas combustible:

1.- Protéjalos de todas las fuentes de agua incluyendo el agua contra incendio.

2.- Protéjalos parcialmente de fuentes de agua.

3.- Ventilación adecuada para el gas generado

4.- Clasifique el área eléctrica de acuerdo al código (Ver Anexo I, pag. 87)

5.- Protéjalos de otras fuentes de ignición.

C.- Sujetos a calentamiento espontáneo:

1.- Proporcione enfriamiento.

2.- Proporcione enfriamiento con retorno.

D.- Sujeto a polimerización espontánea:

1.- Proporcione un sistema de inhibidor de polimerización.

2.- Proporcione un sistema de inhibidor de polimerización con retorno si la temperatura no causa polimerización con el inhibidor presente.

3.- Proporcione enfriamiento para permanecer abajo de la temperatura de inicio de la polimerización.

4.- Proporcione enfriamiento para permanecer abajo de la temperatura de inicio de la polimerización con retorno si el inhibidor no es requerido para una protección completa.

5.- Proporcione un sistema de relevo seguro en caso de presión generada por polimerización.

E.- Sujeto a descomposición explosiva:

- 1.- Diseñe el equipo para contener la explosión.
- 2.- Diseñe el equipo para relevo seguro en caso de explosión.
- 3.- Proporcione un control efectivo de temperatura y/o presión.
- 4.- Consulte a una autoridad reconocida para casos especiales.

F.- Sujetos a detonaciones:

- 1.- Proporcione los criterios aplicables en "2E".
- 2.- Consulte a una autoridad reconocida para casos especiales.

3.- RIESGOS DEL PROCESO GENERAL

A.- Transporte y cambio físico únicamente:

- 1.- Para operaciones de carga y descarga proporcione:
 - a) Exceso de válvulas de flujo.
 - b) Válvulas operadas a control remoto en líneas de carga y descarga.
 - c) Alarmas en caso de conexión a tierra inadecuada.
 - d) Purgas en recipientes y en líneas de carga y descarga.
 - e) Sistemas especiales para extinción de fuego.
 - f) Ventilación especial.

B.- Reacciones continuas:

- 1.- Proporcione la instrumentación interconectada necesaria para prevenir un desbalanceo de reactivos o algún método correctivo.
- 2.- Releve a sobrepresión y/o sobretemperatura por medio de

una válvula de control a un lugar seguro o proporcione algún método correctivo.

- 3.- Proporcione alarmas por alta y baja temperatura y paro automático o algún método correctivo.

C.- Reacciones intermitentes:

- 1.- Lo mismo que en 3B-1,2,3,4.
- 2.- Utilice procedimientos y/o instrumentación para prevenir condiciones peligrosas durante cambios de ciclo.

D.- Multiplicidad de reacciones en el mismo equipo.

- 1.- Lo mismo que en 3B-1,2,3,4.
- 2.- Lo mismo que en 3C-2.
- 3.- Proporcione una buena separación de reactivos cuando la activación no sea requerida.

4.- RIESGOS DE PROCESOS ESPECIALES

A.- Presión baja.

- 1.- Proporcione la instrumentación interconectada necesaria para conservar fuera del intervalo de presión peligrosa.
- 2.- Proporcione la instrumentación interconectada necesaria con retorno para conservar el sistema fuera del intervalo de presión peligrosa.
- 3.- Proporcione alarmas para indicar la aproximación al intervalo peligroso. Ejemplo: presión, contaminación con oxígeno.

B.- Operación dentro o cerca del intervalo explosivo.

- 1.- Diseñar el equipo para contener la explosión.
- 2.- Diseñar el equipo para relevar en caso de explosión en forma segura.
- 3.- Proporcione supresión de explosión cuando sea posible.
- 4.- Proporcione un diluyente o gas inerte para conservar el sistema fuera del intervalo explosivo.
- 5.- Proporcione un diluyente o gas inerte con retorno para conservar el sistema fuera del intervalo explosivo.
- 6.- Proporcione instrumentación con retorno para el control del proceso.

C.- Temperatura baja:

- 1.- Proporcione un sistema especial de venteo y/o descarga.

D.- Temperatura alta.

- 1.- Proporcione instrumentación y/o equipo especial para minimizar el flujo de inflamables.
- 2.- Proporcione monitores de gas combustible con alarmas abajo del límite explosivo inferior.
- 3.- Proporcione monitores de gas combustible que actúen el sistema de inundación o equipo de paro abajo del límite explosivo inferior.
- 4.- Proporcione sistemas especiales de venteo y/o descarga.

E.- Presión alta (18 a 210 kg/cm² y mayores):

- 1.- Proporcione sistemas de venteo y/o descarga rápidos y seguros.

- 2.- Proporcione la instrumentación necesaria o válvulas operadas a control remoto para minimizar el flujo de materiales peligrosos en caso de falla en la línea o equipos auxiliares.
- 3.- Proporcione monitores de gas combustible con alarma abajo del límite explosivo.
- 4.- Proporcione monitores que actúen el sistema de inundación o equipo de paro seguro abajo del límite explosivo inferior.

F.- Procesos o reacciones difíciles de controlar:

- 1.- Diseñe el equipo para contener la mayoría de las situaciones peligrosas.
- 2.- Diseñe el equipo para un venteo seguro en la mayoría de las situaciones peligrosas.
- 3.- Proporcione un sistema de descarga y/o venteo para extraer los reactantes de un área en forma segura y efectiva.
- 4.- Proporcione un sistema de apagado seguro y efectivo para la mayoría de las situaciones peligrosas.

G.- Riesgo por polvos:

- 1.- Lo mismo que en 4B-1,2,3,4,5,6.

H.- Mayores que el riesgo promedio de explosión:

- 1.- Lo mismo que en 4B-1,2,3,4,5,6 para explosión dentro del equipo y que no sea causada por impurezas.
- 2.- Para explosiones causadas por impurezas en el sistema:
 - a) Incisos 4B-1,2,3,4.

- b) Proporcione la instrumentación necesaria para prevenir la entrada de impurezas peligrosas al sistema.
- c) Proporcione la instrumentación necesaria con retorno para prevenir la entrada de impurezas al sistema.

3.- Para explosiones externas al equipo:

- a) Proporcione ventilación con 6 a 25 cambios por hora.
- b) Proporcione monitores de gas combustible con alarma ma abajo del límite inferior de inflamabilidad.
- c) Proporcione monitores de gas combustible que actuen automáticamente el sistema de inundación o paro, abajo del límite inferior de explosión.

I.- Grandes cantidades de líquidos inflamables.

- 1.- Proporcione la instrumentación necesaria o válvulas operadas a control remoto para minimizar el flujo de inflamables.
- 2.- Proporcione monitores de gas combustible con alarma abajo del límite inferior de inflamación.
- 3.- Proporcione monitores de gas combustible que actuen automáticamente el sistema de inundación o paro seguro abajo del límite inferior.
- 4.- Proporcione drenaje y fosas de colección para llevar el líquido derramado lejos del equipo de proceso.

$$F.M. = \frac{\Delta H_c}{1000} \quad \text{donde } \Delta H_c = \text{calor de combustión (BTU/lb)}$$

$$F.M. = \frac{\Delta H_c \times 1.8}{1000} \quad \text{donde } \Delta H_c = \text{calor de combustión (cal/g)}$$

TABLA VIII

FACTORES DE MATERIALES

NOMBRE	FACTOR DE MATERIAL BTU/lb
Aceite mineral	17.0
Acetaldehido	10.5
Acetato de etilo	10.1
Acetato de metilo	8.5
Acetato isopropílico	11.2
Acetato vinílico	9.7
Acetileno	20.7
Acetona	12.3
Acetonitrilo	12.6
Acido acético	5.6
Acido acrílico	7.6
Acido benzoico	11.0
Acido cianúrico	2.8
3,5-Acido diclorosalicílico	5.3
Acido esteárico	15.9
Acrilamida	9.5
Acrilato de etilo	11.0
Acrilonitrilo	13.7
Acroleina	11.8
Alcohol etílico	11.5
Alcohol isobutílico	14.2
Alcohol propargílico	12.6
Anhidrido acético	7.1

NOMBRE	FACTOR DE MATERIAL BTU/lb
Anhidrido maléico	5.9
Anilina	15.0
Azufre	4.0
Benceno	17.3
Benzaldehido	13.7
Bisfenol A	14.1
Bromobenceno	8.1
Bromuro de etilo	4.8
Bromuro propargílico	5.9
1,3-Butadieno	19.2
Butano	19.7
Butanol	14.3
n Butil acetato	12.2
n Butil amina	16.3
Butileno	19.5
Carbonato de etileno	5.3
Carburo de calcio	9.1
Ciclohexano	18.7
Ciclorohexanol	15.0
Cloroestireno	12.5
o-clorofenil	9.2
Clorometil eter	5.7
Cloropicrina	0.7
Cloruro de acetilo	2.5
Cloruro de alilo	9.7

NOMBRE	FACTOR DE MATERIAL BTU/lb
Cloruro de etilo	8.2
Cloruro isopropílico	10.0
Cloruro de metilo	5.5
Cloruro de metileno	2.3
Cloruro de polivinilo	7.4
Cloruro de vinilo	8.0
Cloruro de vinilideno	4.2
Cresol	14.0
Cumarina	12.0
Cumeno	18.0
0-dicloro benceno	8.1
p-dicloro benceno	8.0
Dicloroetileno	4.6
1,2-Dicloro etileno	6.9
1,2-Dicloro propeno	6.3
2,3-Dicloro propeno (crudo)	5.9
Dicloro propileno	6.3
Dicromato de sodio	0.0
Dietanol amina	10.0
Dietilamina	16.5
Dietil amina triamina	12.8
Dietilbenceno	18.0
Dietilenglicol	8.7
Dietil eter	14.5
Di-isobutileno	19.0

NOMBRE	FACTOR DE MATERIAL BTU/lb
Dimetil amina (anhidro)	15.2
Dimetil eter	12.4
n Dinitrobenceno	7.2
2,4-Dinitrofenol	6.1
m Dioxano	10.5
Dióxido de azufre	0.4
Dióxido de cloro	0.7
Disulfuro de carbón	6.1
DowTherm A	14.0
Estearato de bario	8.9
Estearato de zinc	10.1
Estireno	17.4
Etano	20.4
2,-Etanol amina	9.5
n Eter butílico	16.3
Eter dialílico	16.0
Eter divinílico	14.5
Eter metílico	12.4
Eter vinílico	14.0
Etil benceno	17.6
Etilendiamina	12.4
Etilenglicol	7.3
Etilenimina	13.0
Etileno	25.1
p-fenil fenol	15.0

NOMBRE	FACTOR DE MATERIAL BTU/lb
Glicerina	6.9
Heptano	19.2
Hexano	19.2
n Hexanol	15.5
Hidrazina	7.2
Hidrógeno	51.6
Hidroperóxido de cumeno	13.7
Isobutano	19.4
Isopropanol	13.1
Magnesio	10.6
Metano	21.5
Metanol	8.6
Metil acetileno	20.0
Metil amina	13.2
Metil celulosa	6.5
Metil ciclohexano	19.0
Metil estireno	17.5
Metil etil cetona	13.5
Metil isobutil cetona	16.6
Metil mercaptano	10.0
Monoclorobenceno	11.3
Monóxido de carbón	4.3
Naftaleno	16.7
2,-Nitrotolueno	11.2
Nitrato férrico	0.0

NOMBRE	FACTOR DE MATERIAL BTU/lb
Oxido de butileno	14.3
Oxido de difenilo	14.9
Oxido de etileno	11.7
Oxido de propileno	13.2
Pentano	19.4
Perclorato de potasio	0.0
Peróxido de bario	0.0
Peróxido de benzoilo	12.0
Peróxido de dicumilo	15.4
Peróxido de lauroilo	15.0
Poliestireno	17.2
Propano	19.9
2,-Propanol	13.0
Propilenglicol	9.3
Propileno	19.7
Sulfuro de hidrógeno	6.5
Tolueno	17.4
1,2,3-Triclorobenceno	6.2
1,1,1-Tricloroetano	2.9
Tricloro etileno	2.7
Trietanol amina	10.1
Trietil aluminio	16.9
Trietilenglicol	9.3
Tri-isobutil aluminio	18.9
Trimetil aluminio	16.5

NOMBRE	FACTOR DE MATERIAL BTU/lb
Trimetil amina	16.2
Urea	3.9
Vinil etil eter	17.7
Vinil tolueno	14.0
Xileno	17.6

ANEXO I

CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS EN LA SELECCION DE EQUIPO ELECTRICO.

Conceptos y consideraciones generales.

Con el objeto de evitar que tanto el equipo como las instalaciones eléctricas constituyan posibles fuentes de ignición de las mezclas explosivas, las partes que produzcan chispas, arcos o altas temperaturas, no deberán tener contacto con mezclas explosivas, instalando en lo posible el equipo eléctrico fuera de donde existan o puedan existir estas 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 inflamable o explosiva.

CLASIFICACION:

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. Pueden presentarse 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 in flamables.

c) Donde existan recipientes y tuberías que manejen líquidos in flamables o gases licuados a presión y que estén provistos de válvulas, me didores, bombas, compresores u otros equipos o accesorios a través de los cuales puedan existir fugas.

División 1a.

Lugares en los que bajo condiciones normales de operación, cons tantemente existen concentraciones peligrosas de gases o vapores explosivos.

División 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.

División 2

Lugares que en condiciones anormales de operación, se encuentran rodeados por atmósferas explosivas o que en condiciones normales de operación, con poca frecuencia están rodeados por dichas atmósferas. Pueden ser los siguientes:

a) Lugares en los que se manejen, traten o empleen líquidos volá tiles o gases inflamables, pero que estos están confinados en recipientes o sistemas cerrados, de los cuales pueden escapar sólo en caso de ruptur a o 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 o funcionamiento anormal del sistema.

c) Lugares adyacentes a áreas Divisiones la y lb y a los que las concentraciones peligrosas de gases o vapores pudiesen llegar, a menos que se evite por medio de un sistema de seguridad contra la falla de ventilación como es la presión positiva.

CLASIFICACION DE LOS GASES Y VAPORES POR SU GRADO DE PELIGROSIDAD.

La peligrosidad de las mezclas explosivas depende específicamente de los componentes que las forman, por lo que se hace necesario tomar en cuenta la naturaleza de los mismos al seleccionar el equipo eléctrico.

Para que pueda ocurrir un incendio o explosión debido al equipo eléctrico, se requieren las siguientes condiciones:

a) Debe estar presente en cantidad suficiente un gas o vapor in flamable.

b) Debe estar mezclado con aire u oxígeno en las proporciones adecuadas para producir una mezcla inflamable y además ésta debe estar al rededor del equipo o instalación eléctrica.

c) La instalación o equipo eléctrico debe trabajar a un nivel capaz de suministrar la energía suficiente para encender la mezcla.

De acuerdo a lo indicado anteriormente, la peligrosidad de los gases o vapores inflamables depende de su concentración, densidad relativa

y de su temperatura de auto-ignición.

SUSTANCIA	TEMPERATURA DE	TEMPERATURA DE	LIMITES DE		DENSIDAD RELATIVA
	IGNICION °C	AUTOIGNICION °C	BAJO	ALTO	
Acetaldehido	-37.7	185.0	4.1	55.0	1.5
Acetato amílico	25.0	380.0	1.1	7.5	4.5
Acetato etílico	-4.4	430.0	2.5	9.0	3.0
Acetato metílico	-10.0	500.0	3.1	16.0	2.6
Acetato vinílico	-7.8	427.0	2.6	13.4	3.0
Aceite de olivo	220.0	342.0	-	-	-
Acetileno	gas	298.0	2.5	81.0	0.9
Acetona	-17.8	538.0	2.6	12.8	2.0
Acido acético	42.7	427.0	5.4	16.0	2.1
Acido sulfhídrico	gas	262.0	4.3	45.0	1.2
Acido oleico	188.0	362.0	-	-	-
Acroleína	17.8	278.0	2.8	31.0	1.9
Alcanfor	64.5	466.0	-	-	5.2
Alcohol alílico	21.1	380.0	2.5	18.0	2.0
Alcohol amílico	34.4	344.0	-	-	3.0
Alcohol etílico	13.0	426.0	4.3	19.0	1.6
Alcohol metílico	11.1	462.0	7.3	36.0	1.1
Amoniaco	gas	650.0	16.0	25.0	0.6
Anhidrido acético	52.8	316.0	2.7	10.0	3.5
Anhidrido ftálico	150.0	580.0	1.7	10.5	-
Anilina	57.0	620.0	1.3	-	3.2
Antraceno	121.0	539.0	0.6	-	-
Benceno	-11.1	560.0	1.4	7.1	2.8
Bencina	-17.8	288.0	1.1	5.9	2.5
Ciclohexano	-20.0	260.0	1.3	8.0	2.9

SUSTANCIA	TEMPERATURA DE IGNICION °C	TEMPERATURA DE AUTOIGNICION °C	LIMITES DE INFLAMABILIDAD		DENSIDAD RELATIVA
			BAJO	ALTO	
Ciclohexano metílico	-4.0	285.0	1.2	-	3.4
Ciclopropano	gas	496.0	2.4	10.4	1.5
Clorobenceno	32.2	635.0	1.3	7.1	3.9
Cloruro de acetilo	4.44	388.0	-	-	2.7
Cloruro de bencilo	65.0	580.0	1.1	-	4.4
Cloruro etílico	-50.0	518.0	3.8	15.4	2.2
Cloruro metílico	gas	625.0	10.7	17.4	1.8
Cloruro vinílico	gas	472.0	4.0	22.0	2.2
Combustóleo No. 1	37.8 min.	228.0	0.7	5.0	-
Combustóleo No. 2 (Diesel)	37.8 min	258.0	-	-	-
Dicloro de etileno	15.0	458.0	5.6	11.4	3.4
Dinitroclorobenceno	194.0	-	2.0	22.0	-
Dioxano	12.2	180.0	2.0	22.0	3.0
Disulfuro de carbón	-30.0	100.0	1.3	44.0	2.6
Dodecano	73.0	204.0	0.6	-	5.9
Etano	gas	515.0	3.0	12.5	1.0
Eter divinílico	-30.0	360.0	1.7	27.0	2.4
Eter etílico	-45.0	290.0	1.9	48.0	2.6
Eter metílico	gas	350.0	3.4	18.0	1.6
Etileno	gas	454.0	3.1	32.0	1.0
Etil mercaptano	26.7	298.0	2.8	18.0	2.1
Etil metil éter	-37.0	190.0	2.0	10.1	2.1
Etil metil cetona	6.0	515.0	1.8	10.0	2.5
Estireno	32.2	490.0	1.1	6.1	3.6

SUSTANCIA	TEMPERATURA DE	TEMPERATURA DE	LIMITES DE		DENSIDAD RELATIVA
	IGNICION °C	AUTOIGNICION °C	BAJO	ALTO	
Fenol	80.0	718.0	-	-	3.2
Formaldehido	gas	429.0	7.0	73.0	1.0
Formato de etilo	-20.0	455.0	27.0	13.5	2.6
Formato metílico	-19.0	455.0	5.9	20.0	2.1
Furfural	60.0	316.0	2.1	-	3.3
Gas natural	-	482 a 632	3.8	13.0	-
Gasolina	-20 a 60	280.0	1.4	7.6	3.4
Glicerina	160.0	393.0	-	-	-
Hidracina	52.0	-	4.7	100.0	1.1
Hidrógeno	gas	585.0	4.0	75.0	0.1
Kerosina	37.8	229.0	0.7	5.0	-
Laca	-17.8 a 26.7	-	-	-	-
Lanolina	238.0	445.0	-	-	-
n-acetato butílico	22.2	442.0	1.7	7.6	4.0
n-acetato propílico	14.4	450.0	2.0	8.0	3.5
n-alcohol butílico	28.9	355.0	1.4	11.2	2.6
n-alcohol propílico	15.0	371.0	2.1	13.5	2.1
Nafta	30.0	233.0	1.0	6.0	4.3
Naftaleno	78.0	527.0	0.9	5.9	4.4
n-butano	gas	404.0	1.9	8.5	2.0
n-cloruro propílico	-17.8	-	2.6	11.1	2.7
n-éter dibutílico	25.0	194.0	1.5	7.6	4.5
n-heptano	4.0	222.0	1.2	6.7	3.5
n-hexano	-22.0	232.0	1.2	7.5	3.0
Nicotina	-	244.0	0.7	4.0	5.6

SUSTANCIA	TEMPERATURA DE	TEMPERATURA DE	LIMITES DE		DENSIDAD RELATIVA
	IGNICION °C	AUTOIGNICION °C	BAJO	ALTO	
Nitrato etílico	10.0	-	4.0	-	3.1
Nitrito etílico	-35.0	90.0	4.1	50.0	2.6
Nitrobenzol	88.0	482.0	1.8	-	4.3
Nitroglicerina	Explota	270.0	-	-	-
n-nonano	31.1	205.0	0.8	2.9	4.4
Metaldehido	36.0	-	-	-	-
Metano	gas	538.0	5.3	14.0	-
Monóxido de carbono	gas	610.0	12.5	74.0	1.0
Octano	13.3	222.0	1.0	-	3.9
Oxido de etileno	17.8	429.0	3.0	100.0	1.5
Para-aldehido	35.6	238.0	1.3	-	4.6
Pentano	-40.0	310.0	1.5	7.8	2.5
Petróleo crudo	-6.7 a 32.2	-	-	-	-
Piridina	20.0	482.0	1.8	12.4	2.7
Propano	gas	467.0	2.2	9.5	1.6
Propileno	gas	410.0	2.4	10.3	1.5
Tetradecano	100.0	200.0	0.5	-	-
Tetraetilo de plomo	-	-	1.8	-	9.2
Trioxano	43.0	415.0	3.6	29.0	-
Vinil etil éter	10.0	200.0	1.7	28.0	2.5
Xileno	17.0	464.0	1.1	6.0	3.7

ANEXO II

REQUERIMIENTOS DE AGUA CONTRA INCENDIO

Es conveniente obtener datos de agua contra incendio de industrias similares y comparar con los requerimientos calculados.

Es razonable pensar que el fuego ocurrirá solo en una unidad de bido a que la experiencia indica que la posibilidad de que ocurra fuego simultáneamente en varias unidades es remota.

Una unidad de proceso típica estará protegida por sistemas fijos de rociadores y monitores además de mangueras e hidrantes.

I.- Rociadores.

Los requerimientos para sistemas fijos de rociadores de diferentes equipos y similares en áreas de proceso son:

a).- Recipientes.- El agua será aplicada en una relación de 10 l/min m^2 (0.25 gpm/pie^2) de superficie expuesta. La distancia horizontal debe ser tal que se encuentren los modelos de rociado. La distancia vertical será de un máximo de 3.66 m (12 pies).

b).- Estructuras.- Las estructuras horizontales de acero requieren un mínimo de 4 l/min m^2 (0.1 gpm/pie^2) de área mojada. Las estructuras verticales requieren no menos de 4 l/min m^2 (0.1 gpm/pie^2) de área mojada.

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

c).- Puentes de tuberías.- Requieren un rociado de agua de 4 l/min m^2 (0.1 gpm/pie^2) de área de pared de tubo. Cuando existen puentes

con varios niveles el flujo de agua no deberá exceder a 20 l/min m^2 (0.5 gpm/pie^2) de área cubierta por el puente.

El área se calcula de las dimensiones de la unidad o equipo que dando a su vez determinado el flujo de agua requerido.

No todo el equipo necesita ser protegido por sistema de rociado tampoco para miembros estructurales, tuberías y recipientes que estén cubiertos externamente con un aislante resistente al fuego. Se puede investigar la economía y optimizar entre rociado de agua y aislante resistente al fuego.

II.- Espuma química y mecánica

Su uso principal es la extinción de fuegos que involucran líquidos inflamables. Se puede aplicar además de tanques a fosas de almacenamiento.

La relación normal de aplicación es de 4 l/min m^2 (0.1 gpm/pie^2) de superficie de líquido a proteger.

La reserva de espuma será suficiente para una hora de combate.

Diámetro del tanque	Número mínimo de descargas
hasta 24 m	1
24 - 36	2
36 - 42	3
42 - 48	4
48 - 54	5
54 - 60	6

Deberán estar localizadas las descargas a distancias iguales.

ANEXO III

EXTINGUIDORES

a) Número y tipo de extinguidores

1.- Deberá existir en todas las áreas de proceso un número suficiente de extinguidores para apagar los incendios de materiales sólidos (Clase A), líquidos inflamables (Clase B), instalaciones eléctricas (Clase C) y metales combustibles (Clase D) que puedan preverse en condiciones normales.

2.- Cuando existan instalados extinguidores suficientes para hacer frente a los incendios de Clase B, si los riesgos de la Clase A son moderados podrá reducirse a un 50 % la cantidad adicional de extinguidores para la Clase A.

3.- Se requerirán extinguidores adecuados también para incendios de la Clase C, donde exista equipo eléctrico energizado que requiera un material extintor no conductor.

4.- Los extinguidores adecuados para los incendios de Clase B no son aceptables para los incendios de Clase A, a menos de que específicamente estén autorizados para ello por un laboratorio reconocido.

5.- Cada extinguidor se considerará capaz para proteger el número de unidades de riesgo que haya aprobado un laboratorio reconocido.

6.- Se debe considerar como una unidad de riesgo para los fuegos de clase A, a las superficies que aparecen en la siguiente tabla:

Riesgos	Bajo	Moderado	Alto
Superficie en m ²	250	125	menos de 75

7.- En el caso de fuegos de Clase B, se considerarán como unidades de riesgo las superficies de la tabla siguiente:

Riesgo	Pasillos y patios salpicados	Areas inundadas
Superficie en m ²	50	0.1

8.- El número y la colocación de los extinguidores para riesgos de la Clase D se determinará, en cada caso, según la naturaleza y característica del riesgo.

9.- Los extinguidores de mano se colocarán de preferencia sobre columnas o muros, a una altura aproximada de 1.5 metros en su parte superior. Estos lugares se pintarán con una zona de color rojo bermellón que sobresalga, por lo menos, 20 cm. a cada lado del extinguidor.

10.- En virtud de que en los incendios de líquidos volátiles es importante disponer de extinguidores de gran capacidad con velocidades altas de descarga, deberá tenderse a concentrar la capacidad de extinción empleando las unidades mayores que sea posible, satisfaciendo desde luego los requisitos que sobre distribución de los extinguidores se especifican a continuación.

b) Distribución

1.- Los extinguidores destinados a combatir incendios de la Clase A, deberán distribuirse de tal modo que la distancia máxima entre dos de ellos o entre cualquiera de ellos y los límites del área protegida, no sea superior a lo indicado en la tabla siguiente:

Riesgo	Bajo	Moderado	Alto
Distancia entre extinguidores. Metros	60	30	menos de 20

2.- Los extinguidores destinados a combatir incendios de la Clase B, deberán estar distribuidos de tal manera que la distancia entre dos de ellos o entre cualquiera de ellos y los límites del área protegida, no exceda de 30 metros.

3.- En aquellas áreas donde existan simultáneamente extinguidores diferentes para combatir incendios de las Clases A y B, las distancias entre los extinguidores destinados a combatir los fuegos Clase A, podrán ampliarse al doble.

4.- Una vez satisfechos los requisitos estipulados en los puntos 1, 2 y 3 anteriores, el resto del equipo contra incendio se concentrará en casetas. La distribución de éstas se determinará de acuerdo con los riesgos existentes, las vías de acceso disponibles y las facilidades de maniobra que existan.

5.- Para los incendios de Clase A se podrán utilizar extinguidores de espuma química. Se acepta el uso de extinguidores de 9.5 y 150 litros (2 1/2 y 40 galones). Los primeros distribuidos sobre toda el área protegida y los segundos concentrados en las casetas contra incendio. Cuando se utilizen extinguidores de espuma mecánica, éstos serán del tipo aprobado por un laboratorio reconocido y se aceptarán de 9.5, 19 y 150 libras (2 1/2, 5 y 50 galones) distribuidos en forma similar a los de espuma química.

6.- Para incendios de Clase B, además de los extinguidores de espuma química, podrán utilizarse extinguidores de polvo químico seco. Se acepta el uso de extinguidores de polvo de 9, 11, 70 y 160 kg de carga (20, 30, 150 y 350 lbs), aprobados por un laboratorio autorizado. Los extinguidores de los dos primeros tamaños se distribuirán sobre el área protegida, en tanto que los de mayor capacidad se concentrarán en las casetas contra incendio.

7.- Para los incendios de Clase C, además de los extinguidores de polvo químico seco, se podrán utilizar extinguidores de bióxido de carbono líquido de las siguientes capacidades: de 3, 9 y 15 kgs. (5, 20 y 100 lb). Estos extinguidores nunca deberán colocarse en lugares donde existan temperaturas de 50 grados C o mayores.

c) Almacenamiento de materiales

1. Deberá tenerse en existencia la cantidad suficiente de polvo químico seco, cartuchos de CO_2 cilindros de nitrógeno y cilindros de CO_2 , etc., para recargar los extinguidores necesarios para extinguir cualquier incendio probable en condiciones normales, incluyendo los incendios que se puedan derivar del incendio original.

d) Mantenimiento y revisión

1.- Los extinguidores de espuma química deberán descargarse (por ejemplo, usándolos en simulacros) totalmente por lo menos una vez cada año, se lavarán y limpiarán perfectamente y volverán a ser cargados con soluciones recién preparadas. En el caso de los extinguidores de espuma mecánica, se renovará la solución, se lavará el recipiente y la manguera y se verificará la cantidad del medio impulsor, revisando el estado de las conexiones, como mínimo una vez al año. La fecha de la última carga constará sobre el extinguidor mismo. Se realizará una prueba hidrostática cada cinco años.

2.- Los extinguidores de polvo químico seco deberán vaciarse y revisarse totalmente por lo menos una vez cada año, limpiándolos sin utilizar agua, comprobando la cantidad existente del medio impulsor (CO_2 o N_2) y recargándolos con polvo totalmente fluido. Se hará constar sobre el propio extinguidor la fecha de la última revisión. Se hará una prueba hidrostática

cada 10 años.

3.- Los extinguidores de CO₂ líquido se deberán revisar anualmente, pesando su contenido y recargándolos cuando sea necesario. Cuando se observen daños mecánicos o corrosión, deberán someterse a una prueba hidrostática.

c) Pruebas hidrostáticas

1.- La coraza de los extinguidores de espuma química y de polvo seco, una vez removidas sus partes interiores, pero incluyendo la manguera, debe probarse hidrostáticamente al 75 % de la presión marcada por el fabricante, aun cuando en ningún caso a menos de 300 lbs/pulg².

2.- Los cilindros de nitrógeno y de dióxido de carbono, deberán probarse hidrostáticamente por los sistemas usuales para los cilindros de esos productos.

V. EJEMPLO DE APLICACION

DESCRIPCION DE LOS PROCESOS

Plantas Hidrodesulfuradoras de Destilados Intermedios.

Planta Hidrodesulfuradora de Naftas.

Planta Reformadora de Naftas.

Planta Tratadora y Fraccionadora.

Plantas Hidrodesulfuradoras de Destilados Intermedios.- La finalidad de estas plantas, es la hidrogenación catalítica de compuestos de azufre presentes en las diversas cargas, obteniéndose productos dentro de las especificaciones requeridas.

Las corrientes de proceso se reciben en el tanque de carga y mediante bomba se envían hacia el precalentador de carga, previa inyección de la corriente de hidrógeno de recirculación. La mezcla en estas condiciones se pasa al calentador de carga con el objeto de alcanzar la temperatura requerida para que la reacción se efectúe. La mezcla totalmente vaporizada (caso nafta), o parcialmente vaporizada (caso gasóleo) se envía al reactor, donde se efectúan las reacciones de hidrogenación correspondientes. La reacción, con carga de nafta es prácticamente isotérmica; mientras que para el caso de gasóleos es exotérmica.

El efluente del reactor se enfría parcialmente al intercambiar calor con la carga, en el Precalentador de Carga y se envía al tanque separador.

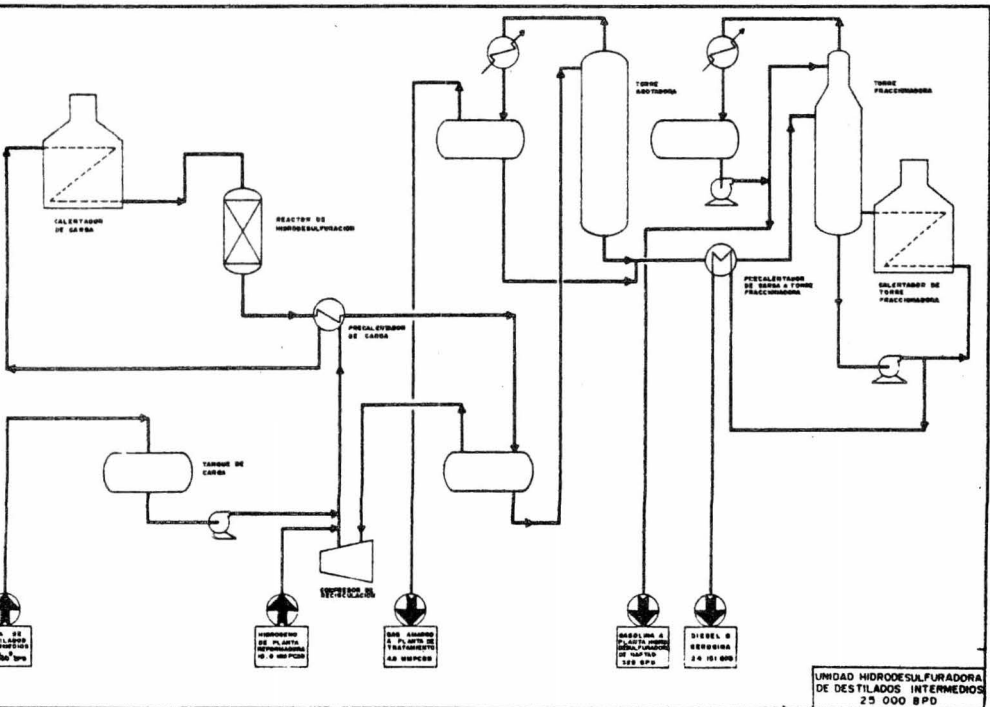
La fase gaseosa se envía como recirculación por medio del compresor y se une con el hidrógeno de reposición, proveniente de la Planta Re-formadora, mezclándose con la corriente líquida de hidrocarburos.

La fase líquida separada constituida por hidrocarburos pesados se envía como carga a la torre agotadora; los hidrocarburos ligeros y gases incondensables salen por el domo de la torre y se condensan parcialmente al pasar a través del condensador, la separación se realiza en el acumulador de la torre agotadora. La fase gaseosa constituida por gas amargo se envía a planta de tratamiento. El condensado está constituido por hidrocarburos

pesados y se une a la corriente que sale de los fondos de la torre agotada, se precalienta con la corriente de fondos de la torre fraccionadora en el precalentador de carga a fraccionadora y se envía a dicha torre, en la cual se separan los hidrocarburos ligeros de los más pesados que salen como productos.

Los ligeros se condensan y se envían al tanque acumulador de reflujo, de donde se bombean a la Planta Hidrodesulfuradora de Naftas.

Los fondos de la torre fraccionadora, se dividen en dos corrientes: una pasa a través del calentador de la torre fraccionadora, donde se le suministra el calor necesario para la operación de la torre y la otra corriente, previo enfriamiento al intercambiar calor con los fondos de la torre agotadora, constituye los productos finales: turbosina caso nafta o diesel nacional caso gasóleo.



Planta Hidrodesulfuradora de Naftas.- El objeto de esta planta es eliminar los compuestos de azufre presentes en la alimentación y preparar la carga a la Planta Reformadora.

La alimentación se recibe en el Tanque Acumulador y se envía por medio de la bomba de alimentación al Precalentador de Carga, previa inyección de hidrógeno proveniente del Compresor de Recirculación de Hidrógeno. La carga en estas condiciones se pasa al Calentador de Carga con el objeto de suministrarle el calor requerido para el proceso, hasta alcanzar la temperatura necesaria en el reactor. La carga totalmente vaporizada pasa a través del Reactor en el cual se efectúan las reacciones de hidrodesulfuración.

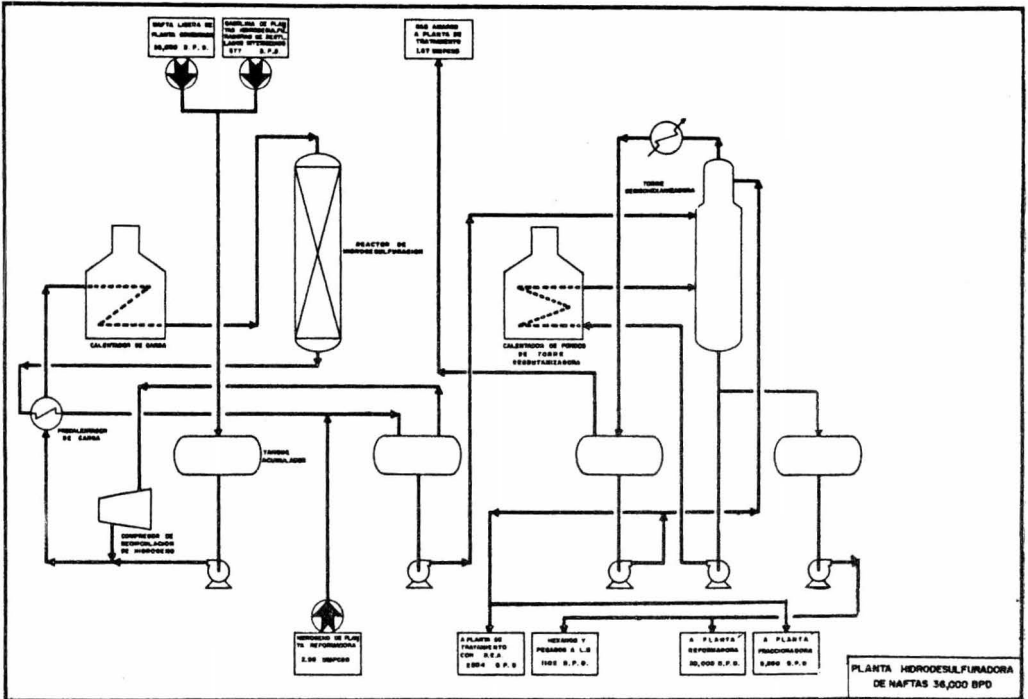
El efluente del Reactor intercambia calor con la carga y después se le une la corriente de Hidrógeno de reposición proveniente de la Planta Reformadora. La mezcla líquido-vapor formada se lleva al Tanque Separador de Producto Desulfurado.

La fase gaseosa se envía al Compresor de Recirculación de hidrógeno y posteriormente a la descarga de la bomba de alimentación.

La fase líquida se envía mediante una bomba a la torre deisohexanizadora; por los domos de esta torre salen pentanos e isohexanos que se condensan parcialmente al pasar a través del condensador de la torre. La separación se lleva a cabo en el Acumulador de Reflujo, el vapor está constituido por gas amargo que se envía a 'desfogue. Los hidrocarburos condensados se envían mediante una bomba como reflujo hacia la torre y otra parte a la Planta Catalítica (o a la Planta Fraccionadora).

La corriente que sale de los fondos de la torre deisohexanizadora,

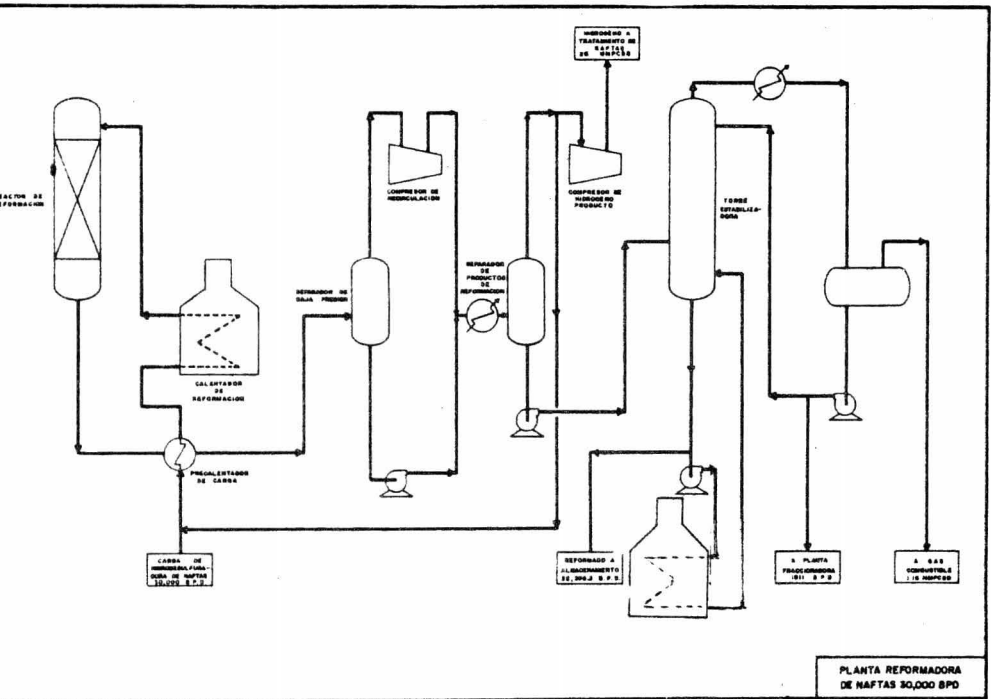
constituida principalmente de una mezcla de hexanos y más pesados se envía a Planta Reformadora y a Almacenamiento.



Planta Reformadora de Naftas.- La nafta entra en el Precalentador de Carga previa inyección de la corriente de hidrógeno de recirculación. La mezcla en estas condiciones se pasa al Calentador de Reformación con el objeto de alcanzar la temperatura requerida para que la reacción se efectúe. La mezcla vaporizada se envía al reactor, donde se lleva a cabo la reacción de reformación. El efluente del reactor se enfría al intercambiar el calor con la carga, y se manda al tanque separador de baja presión. La fase gaseosa se envía al enfriador de productos de reformación por medio del compresor de recirculación; la fase líquida por medio de bomba se une a la corriente gaseosa antes de pasar a dicho enfriador; al salir del enfriador se envía la mezcla al tanque separador de productos de reformación. La corriente gaseosa se divide: parte se recircula hacia la carga a la planta y la otra se envía a las Plantas Hidrodesulfuradoras por medio del compresor de hidrógeno producto. La corriente líquida por medio de bomba se envía a la torre estabilizadora.

Por el domo de la torre estabilizadora salen los hidrocarburos ligeros que se condensan parcialmente y se separan en el tanque acumulador de reflujo; la fase gaseosa se manda como gas combustible. Parte de la corriente líquida se recircula hacia la torre y la parte restante se envía a la planta fraccionadora.

Los fondos de la torre estabilizadora se dividen: Una parte se manda al Rehervidor, donde se suministra el calor necesario para la operación de la torre y la otra corriente se envía como Reformado a almacenamiento.



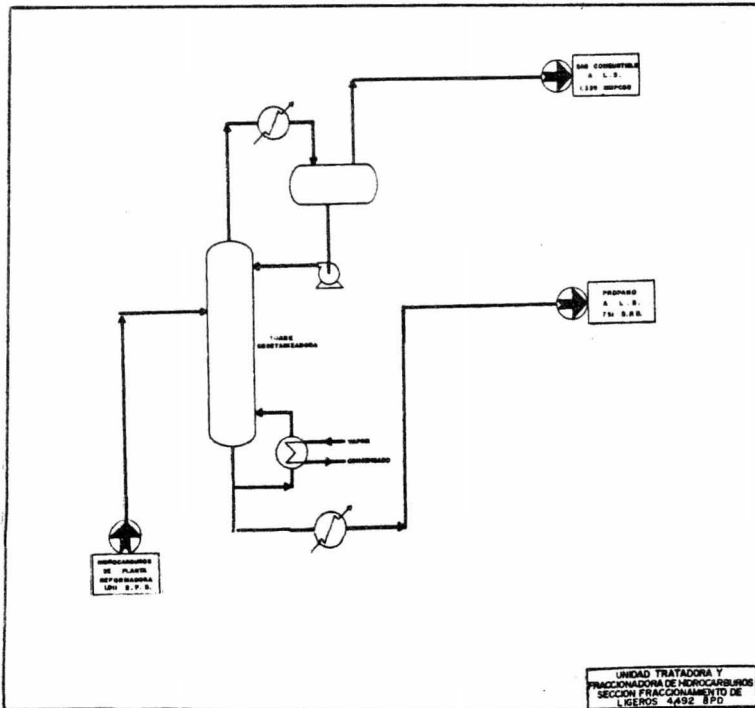
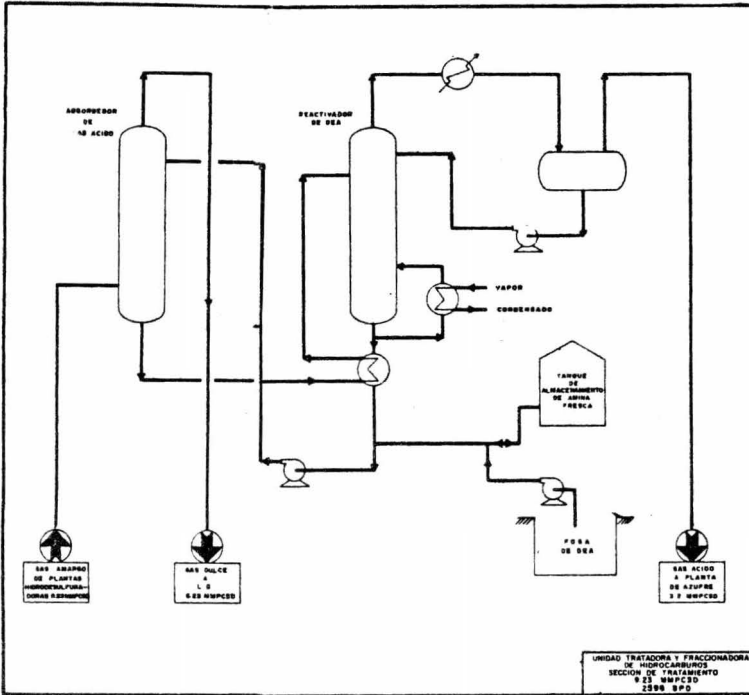
Planta Tratadora y Fraccionadora.- La sección de tratamiento recibe gas amargo que se alimenta al absorbedor de gas ácido, en donde se pone en contacto a contracorriente con una solución de dietanolamina (DEA) al 20 % en peso. El gas libre de ácido sulfhídrico sale de la planta como gas combustible.

La solución de DEA que sale del absorbedor de gas ácido se envía, previo calentamiento en el intercambiador de fondos de la torre reactivadora, a esta última donde se llevará a cabo la eliminación del ácido sulfhídrico disuelto. La solución de DEA reactivada se extrae de los fondos de la torre antes mencionada y previo enfriamiento, se envía al absorbedor de gas ácido. Los gases ácidos que salen del reactivador se envían a Límites de Batería para su posterior procesamiento en la planta de recuperación de azufre.

La Sección de Fraccionamiento recibe hidrocarburos ligeros provenientes de la Planta Reformadora de Naftas constituida por los domos de la torre estabilizadora.

La mezcla de estos hidrocarburos se envía a la torre desetanizadora en donde se separa el propano producto por los fondos de la misma.

Por los domos de la torre desetanizadora se obtiene una corriente gaseosa, constituida principalmente por etano, que se envía fuera de la planta.



CALCULO DEL INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

HOJA DE CALCULO

INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

NOMBRE	FECHA
--------	-------

LOCALIZACION **SALINA CRUZ, OAXACA, MEXICO**

PLANTA **HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS** UNIDAD **PRECALENTAMIENTO Y REACCION,**

MATERIALES Y PROCESO

MATERIALES **HIDROCARBUROS, HIDROGENO, AZUPRE, ACIDO SULFIDRICO.**

CATALIZADORES **EXISTE Y NO REPRESENTA PELIGRO.** SOLVENTES

REACCIONES **VER HOJA ADJUNTA, (2)**

1. FACTOR DE MATERIAL PARA: **HIDROGENO** → 51.6

INDIQUE LAS RAZONES POR EL USO DE FACTORES DIFERENTES A LOS SUGERIDOS.

2. RIESGOS POR MATERIALES ESPECIALES	% FACTOR SUGERIDO	% FACTOR USADO
A. MATERIALES OXIDANTES	0 — 20	
B. REACCIONAN CON AGUA PARA PRODUCIR GAS COMBUSTIBLE	0 — 30	
C. SUJETOS A CALENTAMIENTO ESPONTANEO	30	
D. SUJETOS A POLIMERIZACION ESPONTANEA RAPIDA	50 — 75	
E. SUJETOS A DESCOMPOSICION EXPLOSIVA	125	
F. SUJETOS A DETONACION	150	
G. OTROS		150
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-G POR RIESGOS DE MAT. ESP. (R.M.E.) TOTAL		150
((100 + R.M.E. TOTAL) / 100) x (FACTOR DE MATERIAL) = SUB TOTAL N° 2 → 129		

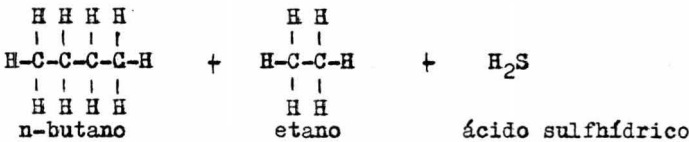
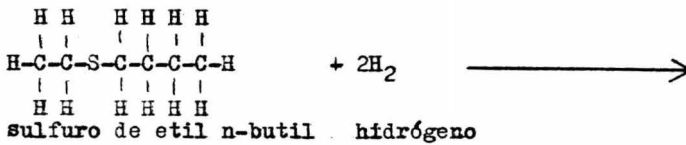
3. RIESGOS DEL PROCESO GENERAL		
A. MANEJO Y CAMBIOS FISICOS UNICAMENTE	0 — 50	
B. REACCIONES CONTINUAS	25 — 50	
C. REACCIONES INTERMITENTES	25 — 60	
D. MULTIPLICIDAD DE REACCIONES EN EL MISMO EQUIPO	0 — 50	20
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-D PARA RIESGOS DEL PROCESO GRAL. (R.P.G.) TOTAL		20
((100 + R.P.G. TOTAL) / 100) x (SUB TOTAL N° 2) = SUB TOTAL N° 3 → 154.8		

4. RIESGOS POR PROCESOS ESPECIALES		
A. PRESION BAJA (MENOR 1 ATM.)	0 — 100	
B. OPERACION DENTRO ó CERCA DEL INTERVALO DE EXPLOSION	0 — 150	
C. TEMPERATURA BAJA: 1. (ACERO AL CARBON 10°C A -30°C)	15	
2. (MENOR A -30°C)	25	
D. TEMPERATURA ALTA (USE SOLO UNO)		
1. SUPERIOR AL PUNTO DE IGNICION	10 — 20	
2. SUPERIOR AL PUNTO DE EBULLICION	25	25
3. SUPERIOR AL PUNTO DE AUTOIGNICION	35	
E. PRESION ALTA: 1. (18 a 210 Kg/cm ² man)	30	30
2. (MAYOR A 210 Kg/cm ² man)	60	
F. PROCESOS ó REACCIONES DIFICILES DE CONTROLAR	50 — 100	
G. RIESGO DE EXPLOSION POR ATMOSFERAS SATURADAS ó POLVO	30 — 60	
H. MAYOR QUE EL RIESGO DE UNA EXPLOSION PROMEDIO	60 — 100	
I. GRANDES CANTIDADES DE COMBUSTIBLE LIQUIDO (USE SOLO UNO)		
1. (7 500 — 25 000 L.)	40 — 55	
2. (25 000 — 76 000 L.)	55 — 75	
3. (76 000 — 190 000 L.)	75 — 100	
4. (MAYOR A 190 000 L.)	100 +	
J. OTROS		
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-J PARA RIESGOS DE PROC. ESP. (R.P.E.) TOTAL		55
((100 + R.P.E. TOTAL) / 100) x (SUB TOTAL N° 3) = INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION → 240		

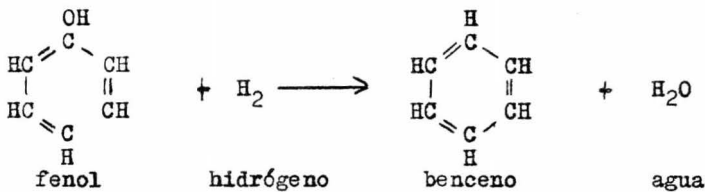
HIDRODESULFURADORA DE DESTILADOS INTERMEDIOS

REACCIONES:

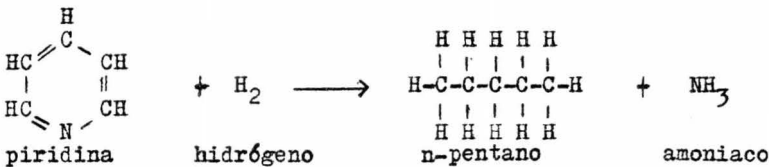
a) COMPUESTOS DE AZUFRE.



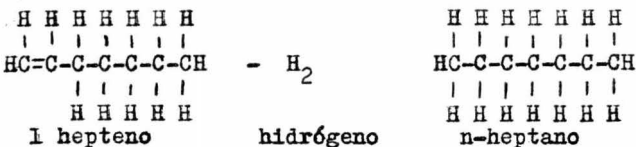
b) COMPUESTOS DE OXIGENO.



c) COMPUESTOS DE NITROGENO.



d) SATURACION DE OLEFINAS.



NOTA: ESTAS REACCIONES SON APLICABLES A LA "HIDRODESULFURADORA DE NAFTAS".

HOJA DE CALCULO

INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

NOMBRE

FECHA

LOCALIZACION

SALINA CRUZ, OAXACA, MEXICO

PLANTA HIDRODESULFURADORA DE
DESTILADOS INTERMEDIOS

UNIDAD
CALENTADORES A FUEGO DIRECTO

MATERIALES Y PROCESO

MATERIALES

HIDROCARBUROS, HIDROGENO, AZUFRE.

CATALIZADORES

SOLVENTES

NO HAY

REACCIONES

1. FACTOR DE MATERIAL PARA: HIDROGENO

51.6

INDIQUE LAS RAZONES POR EL USO DE FACTORES DIFERENTES A LOS SUGERIDOS.

2. RIESGOS POR MATERIALES ESPECIALES

%FACTOR SUGERIDO	%FACTOR USADO
0 — 20	
0 — 30	
30	
50 — 75	
125	
150	
	150
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A—G POR RIESGOS DE MAT ESP. (R.M.E.) TOTAL	
	150

$((100 + \text{R.M.E. TOTAL}) / 100) \times (\text{FACTOR DE MATERIAL}) = \text{SUB TOTAL N}^\circ 2$ → 129

3. RIESGOS DEL PROCESO GENERAL

A. MANEJO Y CAMBIOS FISICOS UNICAMENTE	0 — 50
B. REACCIONES CONTINUAS	25 — 50
C. REACCIONES INTERMITENTES	25 — 60
D. MULTIPLICIDAD DE REACCIONES EN EL MISMO EQUIPO	0 — 50
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A—D PARA RIESGOS DEL PROCESO GRAL. (RPG) TOTAL	
	0

$((100 + \text{RPG. TOTAL}) / 100) \times (\text{SUB TOTAL N}^\circ 2) = \text{SUB TOTAL N}^\circ 3$ → 129

4. RIESGOS POR PROCESOS ESPECIALES

A. PRESION BAJA (MENOR 1 ATM.)	0 — 100
B. OPERACION DENTRO ó CERCA DEL INTERVALO DE EXPLOSION	0 — 150
C. TEMPERATURA BAJA: 1. (ACERO AL CARBON 10°C A -30°C)	15
2. (MENOR A -30°C)	25
D. TEMPERATURA ALTA (USE SOLO UNO)	
1. SUPERIOR AL PUNTO DE IGNICION	10 — 20
2. SUPERIOR AL PUNTO DE EBULLICION	25
3. SUPERIOR AL PUNTO DE AUTOIGNICION	35
E. PRESION ALTA: 1. (18 a 210 Kg/cm ² man)	30
2. (MAYOR A 210 Kg/cm ² man)	60
F. PROCESOS ó REACCIONES DIFICILES DE CONTROLAR	50 — 100
G. RIESGO DE EXPLOSION POR ATMOSFERAS SATURADAS ó POLVO	30 — 60
H. MAYOR QUE EL RIESGO DE UNA EXPLOSION PROMEDIO	60 — 100
I. GRANDES CANTIDADES DE COMBUSTIBLE LIQUIDO (USE SOLO UNO)	
1. (7 500 — 23 000 L.)	40 — 55
2. (23 000 — 76 000 L.)	55 — 75
3. (76 000 — 190 000 L.)	75 — 100
4. (MAYOR A 190 000 L.)	100 +
J. OTROS	
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A—J PARA RIESGOS DE PROC. ESP. (R.P.E.) TOTAL	
	55

$((100 + \text{R.P.E. TOTAL}) / 100) \times (\text{SUB TOTAL N}^\circ 3) = \text{INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION}$ → 200

HOJA DE CALCULO
INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

NOMBRE

FECHA

LOCALIZACION SALINA CRUZ, OAXACA, MEXICO

PLANTA HIDRODESULFURADORA DE
DESTILADOS INTERMEDIOS

UNIDAD COMPRESION

MATERIALES Y PROCESO

MATERIALES HIDROCARBUROS, HIDROGENO

CATALIZADORES NO HAY

SOLVENTES

REACCIONES

1. FACTOR DE MATERIAL PARA: HIDROGENO

51.6

INDIQUE LAS RAZONES POR EL USO DE FACTORES DIFERENTES A LOS SUGERIDOS.

2. RIESGOS POR MATERIALES ESPECIALES

	%FACTOR SUGERIDO	%FACTOR USADO
A. MATERIALES OXIDANTES	0 - 20	
B. REACCIONAN CON AGUA PARA PRODUCIR GAS COMBUSTIBLE	0 - 30	
C. SUJETOS A CALENTAMIENTO ESPONTANEO	30	
D. SUJETOS A POLIMERIZACION ESPONTANEA RAPIDA	50 - 75	
E. SUJETOS A DESCOMPOSICION EXPLOSIVA	125	
F. SUJETOS A DETONACION	150	
G. OTROS		150
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-G POR RIESGOS DE MAT ESP. (R.M.E.) TOTAL		150

$((100 + R.M.E. TOTAL) / 100) \times (FACTOR DE MATERIAL) = SUB TOTAL N^{\circ} 2$ → 129

3. RIESGOS DEL PROCESO GENERAL

	0 - 50	25 - 50	25 - 60	0 - 50
A. MANEJO Y CAMBIOS FISICOS UNICAMENTE				
B. REACCIONES CONTINUAS				
C. REACCIONES INTERMITENTES				
D. MULTIPLICIDAD DE REACCIONES EN EL MISMO EQUIPO				
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-D PARA RIESGOS DEL PROCESO GRAL. (R.P.G.) TOTAL				0

$((100 + R.P.G. TOTAL) / 100) \times (SUB TOTAL N^{\circ} 2) = SUB TOTAL N^{\circ} 3$ → 129

4. RIESGOS POR PROCESOS ESPECIALES

	0 - 100	0 - 150	15	25	10 - 20	25	35	30	60	50 - 100	30 - 60	60 - 100	40 - 55	55 - 75	75 - 100	100 +	
A. PRESION BAJA (MENOR 1 ATM.)																	
B. OPERACION DENTRO ÷ CERCA DEL INTERVALO DE EXPLOSION																	
C. TEMPERATURA BAJA: 1. (ACERO AL CARBON 10°C A -30°C)			15														
2. (MENOR A -30°C)				25													
D. TEMPERATURA ALTA (USE SOLO UNO)																	
1. SUPERIOR AL PUNTO DE IGNICION					10 - 20												
2. SUPERIOR AL PUNTO DE EBULLICION						25											
3. SUPERIOR AL PUNTO DE AUTOIGNICION							35										
E. PRESION ALTA: 1. (18 a 210 Kg/cm ² man)								30									
2. (MAYOR A 210 Kg/cm ² man)									60								
F. PROCESOS o REACCIONES DIFICILES DE CONTROLAR										50 - 100							
G. RIESGO DE EXPLOSION POR ATMOSFERAS SATURADAS o POLVO											30 - 60						
H. MAYOR QUE EL RIESGO DE UNA EXPLOSION PROMEDIO												60 - 100					
I. GRANDES CANTIDADES DE COMBUSTIBLE LIQUIDO (USE SOLO UNO)																	
1. (7 500 - 23 000 L.)													40 - 55				
2. (23 000 - 76 000 L.)														55 - 75			
3. (76 000 - 190 000 L.)															75 - 100		
4. (MAYOR A 190 000 L.)																100 +	
J. OTROS																	
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-J PARA RIESGOS DE PROC. ESP. (R.P.E.) TOTAL																	55

$((100 + R.P.E. TOTAL) / 100) \times (SUB TOTAL N^{\circ} 3) = INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION$ → 200

HOJA DE CALCULO
INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

NOMBRE

FECHA

LOCALIZACION

SALINA CRUZ, OAXACA, MEXICO

PLANTA HIDRODESULFURADORA DE
DESTILADOS INTERMEDIOS

UNIDAD
AGOTAMIENTO

MATERIALES Y PROCESO

MATERIALES

HIDROCARBUROS, ACIDO SULFHIDRICO

CATALIZADORES

SOLVENTES

REACCIONES

1. FACTOR DE MATERIAL PARA: HIDROCARBUROS

→ 20.1

INDIQUE LAS RAZONES POR EL USO DE FACTORES DIFERENTES A LOS SUGERIDOS.

2. RIESGOS POR MATERIALES ESPECIALES

	%FACTOR SUGERIDO	%FACTOR USADO
A. MATERIALES OXIDANTES	0 — 20	
B. REACCIONAN CON AGUA PARA PRODUCIR GAS COMBUSTIBLE	0 — 30	
C. SUJETOS A CALENTAMIENTO ESPONTANEO	30	
D. SUJETOS A POLIMERIZACION ESPONTANEA RAPIDA	50 — 75	
E. SUJETOS A DESCOMPOSICION EXPLOSIVA	125	
F. SUJETOS A DETONACION	150	
G. OTROS		

ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-G POR RIESGOS DE MAT. ESP. (R.M.E.) TOTAL

0

((100 + R.M.E. TOTAL) / 100) x (FACTOR DE MATERIAL) = SUB TOTAL N° 2

→ 20.1

3. RIESGOS DEL PROCESO GENERAL

A. MANEJO Y CAMBIOS FISICOS UNICAMENTE	0 — 50	
B. REACCIONES CONTINUAS	25 — 50	
C. REACCIONES INTERMITENTES	25 — 60	
D. MULTIPLICIDAD DE REACCIONES EN EL MISMO EQUIPO	0 — 30	

ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-D PARA RIESGOS DEL PROCESO GRAL.(RPG) TOTAL

0

((100 + RPG.TOTAL) / 100) x (SUB TOTAL N° 2) = SUB TOTAL N° 3

→ 20.1

4. RIESGOS POR PROCESOS ESPECIALES

A. PRESION BAJA (MENOR 1 ATM.)	0 — 100	
B. OPERACION DENTRO ó CERCA DEL INTERVALO DE EXPLOSION	0 — 150	
C. TEMPERATURA BAJA: 1. (ACERO AL CARBON 10°C A -30°C)	15	
2. (MENOR A -30°C)	25	
D. TEMPERATURA ALTA (USE SOLO UNO)		
1. SUPERIOR AL PUNTO DE IGNICION	10 — 20	
2. SUPERIOR AL PUNTO DE EBULLICION	25	25
3. SUPERIOR AL PUNTO DE AUTOIGNICION	35	
E. PRESION ALTA: 1. (18 ó 210 Kg/cm ² man)	30	
2. (MAYOR A 210 Kg/cm ² man)	60	
F. PROCESOS ó REACCIONES DIFICILES DE CONTROLAR	50 — 100	
G. RIESGO DE EXPLOSION POR ATMOSFERAS SATURADAS ó POLVO	30 — 60	
H. MAYOR QUE EL RIESGO DE UNA EXPLOSION PROMEDIO	60 — 100	
I. GRANDES CANTIDADES DE COMBUSTIBLE LIQUIDO (USE SOLO UNO)		
1. (7 500 — 23 000 L.)	40 — 55	
2. (23 000 — 76 000 L.)	55 — 75	
3. (76 000 — 190 000 L.)	75 — 100	
4. (MAYOR A 190 000 L.)	100 +	
J. OTROS		

ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-J PARA RIESGOS DE PROC. ESP. (R.P.E.) TOTAL

25

((100 + R.P.E. TOTAL) / 100) x (SUB TOTAL N° 3) = INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

→ 25.1

HOJA DE CALCULO

INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

NOMBRE

FECHA

LOCALIZACION

SALINA CRUZ, OAXACA, MEXICO

PLANTA HIDRODESULFURADORA DE
DESTILADOS INTERMEDIOS

UNIDAD

FRACCIONAMIENTO

MATERIALES Y PROCESO

MATERIALES

HIDROCARBUROS

CATALIZADORES

NO HAY

SOLVENTES

REACCIONES

1. FACTOR DE MATERIAL PARA: HIDROCARBUROS

20.5

INDIQUE LAS RAZONES POR EL USO DE FACTORES DIFERENTES A LOS SUGERIDOS.

2. RIESGOS POR MATERIALES ESPECIALES

%FACTOR SUGERIDO	%FACTOR USADO
0 - 20	
0 - 30	
30	
50 - 75	
125	
150	
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-G POR RIESGOS DE MAT ESP. (R.M.E.) TOTAL	
	0

A. MATERIALES OXIDANTES

0 - 20

B. REACCIONAN CON AGUA PARA PRODUCIR GAS COMBUSTIBLE

0 - 30

C. SUJETOS A CALENTAMIENTO ESPONTANEO

30

D. SUJETOS A POLIMERIZACION ESPONTANEA RAPIDA

50 - 75

E. SUJETOS A DESCOMPOSICION EXPLOSIVA

125

F. SUJETOS A DETONACION

150

G. OTROS

ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-G POR RIESGOS DE MAT ESP. (R.M.E.) TOTAL

0

$((100 + R.M.E. TOTAL) / 100) \times (FACTOR DE MATERIAL) = SUB TOTAL N^{\circ} 2$ → 20.5

3. RIESGOS DEL PROCESO GENERAL

A. MANEJO Y CAMBIOS FISICOS UNICAMENTE

0 - 50

B. REACCIONES CONTINUAS

25 - 50

C. REACCIONES INTERMITENTES

25 - 60

D. MULTIPLICIDAD DE REACCIONES EN EL MISMO EQUIPO

0 - 50

ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-D PARA RIESGOS DEL PROCESO GRAL. (R.P.G.) TOTAL

0

$((100 + R.P.G. TOTAL) / 100) \times (SUB TOTAL N^{\circ} 2) = SUB TOTAL N^{\circ} 3$ → 20.5

4. RIESGOS POR PROCESOS ESPECIALES

A. PRESION BAJA (MENOR 1 ATM.)

0 - 100

B. OPERACION DENTRO ó CERCA DEL INTERVALO DE EXPLOSION

0 - 150

C. TEMPERATURA BAJA: 1. (ACERO AL CARBON 10°C A -30°C)

15

2. (MENOR A -30°C)

25

D. TEMPERATURA ALTA (USE SOLO UNO)

1. SUPERIOR AL PUNTO DE IGNICION

10 - 20

2. SUPERIOR AL PUNTO DE EBULLICION

25

3. SUPERIOR AL PUNTO DE AUTOIGNICION

35

E. PRESION ALTA: 1. (18 a 210 Kg/cm² man)

30

2. (MAYOR A 210 Kg/cm² man)

60

F. PROCESOS ó REACCIONES DIFICILES DE CONTROLAR

50 - 100

G. RIESGO DE EXPLOSION POR ATMOSFERAS SATURADAS ó POLVO

30 - 60

H. MAYOR QUE EL RIESGO DE UNA EXPLOSION PROMEDIO

60 - 100

I. GRANDES CANTIDADES DE COMBUSTIBLE LIQUIDO (USE SOLO UNO)

1. (7 500 - 23 000 L.)

40 - 55

2. (23 000 - 76 000 L.)

55 - 75

3. (76 000 - 190 000 L.)

75 - 100

4. (MAYOR A 190 000 L.)

100 +

J. OTROS

ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-J PARA RIESGOS DE PROC. ESP. (R.P.E.) TOTAL

25

$((100 + R.P.E. TOTAL) / 100) \times (SUB TOTAL N^{\circ} 3) = INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION$ → 25.6

HOJA DE CALCULO
INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

NOMBRE

FECHA

LOCALIZACION

SALINA CRUZ, OAXACA, MEXICO

PLANTA

HIDRODESULFURADORA DE NAFTAS

UNIDAD

PRECALENTAMIENTO Y REACCION

MATERIALES Y PROCESO

MATERIALES

HIDROCARBUROS, HIDROGENO, AZUFRE, ACIDO SULFIDRICO.

CATALIZADORES

EXISTE Y NO REPRESENTA PELIGRO

SOLVENTES

REACCIONES

VER HOJA ADJUNTA (2)

1. FACTOR DE MATERIAL PARA: HIDROGENO

51.6

INDIQUE LAS RAZONES POR EL USO DE FACTORES DIFERENTES A LOS SUGERIDOS.

2. RIESGOS POR MATERIALES ESPECIALES

	%FACTOR SUGERIDO	%FACTOR USADO
A. MATERIALES OXIDANTES	0-20	
B. REACCIONAN CON AGUA PARA PRODUCIR GAS COMBUSTIBLE	0-30	
C. SUJETOS A CALENTAMIENTO ESPONTANEO	30	
D. SUJETOS A POLIMERIZACION ESPONTANEA RAPIDA	50-75	
E. SUJETOS A DESCOMPOSICION EXPLOSIVA	125	
F. SUJETOS A DETONACION	150	
G. OTROS		150
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-G POR RIESGOS DE MAT. ESP. (R.M.E.) TOTAL		150

$((100 + R.M.E. TOTAL) / 100) \times (FACTOR DE MATERIAL) = SUB TOTAL N^{\circ} 2 \rightarrow 129$

3. RIESGOS DEL PROCESO GENERAL

A. MANEJO Y CAMBIOS FISICOS UNICAMENTE	0-50	
B. REACCIONES CONTINUAS	25-50	
C. REACCIONES INTERMITENTES	25-60	
D. MULTIPLICIDAD DE REACCIONES EN EL MISMO EQUIPO	0-50	20
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-D PARA RIESGOS DEL PROCESO GRAL. (R.P.G.) TOTAL		20

$((100 + R.P.G. TOTAL) / 100) \times (SUB TOTAL N^{\circ} 2) = SUB TOTAL N^{\circ} 3 \rightarrow 154.3$

4. RIESGOS POR PROCESOS ESPECIALES

A. PRESION BAJA (MENOR 1 ATM.)	0-100	
B. OPERACION DENTRO ó CERCA DEL INTERVALO DE EXPLOSION	0-150	
C. TEMPERATURA BAJA: 1. (ACERO AL CARBON 10°C A -30°C)	15	
2. (MENOR A -30°C)	25	
D. TEMPERATURA ALTA (USE SOLO UNO)		
1. SUPERIOR AL PUNTO DE IGNICION	10-20	
2. SUPERIOR AL PUNTO DE EBULLICION	25	25
3. SUPERIOR AL PUNTO DE AUTOIGNICION	35	
E. PRESION ALTA: 1. (18 a 210 Kg/cm ² man)	30	30
2. (MAYOR A 210 Kg/cm ² man)	60	
F. PROCESOS ó REACCIONES DIFICILES DE CONTROLAR	50-100	
G. RIESGO DE EXPLOSION POR ATMOSFERAS SATURADAS ó POLVO	30-60	
H. MAYOR QUE EL RIESGO DE UNA EXPLOSION PROMEDIO	60-100	
I. GRANDES CANTIDADES DE COMBUSTIBLE LIQUIDO (USE SOLOUNO)		
1. (7 500 - 25 000 L.)	40-55	
2. (23 000 - 76 000 L.)	55-75	
3. (76 000 - 190 000 L.)	75-100	
4. (MAYOR A 190 000 L.)	100 +	
J. OTROS		
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-J PARA RIESGOS DE PROC. ESP. (R.R.E.) TOTAL		55

$((100 + R.P.E. TOTAL) / 100) \times (SUB TOTAL N^{\circ} 3) = INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION \rightarrow 240$

HOJA DE CALCULO

INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

NOMBRE

FECHA

LOCALIZACION

SALINA CRUZ, OAXACA, MEXICO.

PLANTA

HIDRODESULFURADORA DE NAFTAS

UNIDAD

CALENTADORES A FUEGO DIRECTO

MATERIALES Y PROCESO

MATERIALES

HIDROCARBUROS, HIDROGENO, AZUFRE, ACIDO SULFHDRIICO.

CATALIZADORES

NO HAY

SOLVENTES

REACCIONES

1. FACTOR DE MATERIAL PARA: **HIDROGENO**

→ 51.6

INDIQUE LAS RAZONES POR EL USO DE FACTORES DIFERENTES A LOS SUGERIDOS.

2. RIESGOS POR MATERIALES ESPECIALES

%FACTOR SUGERIDO

%FACTOR USADO

A. MATERIALES OXIDANTES	0 — 20	
B. REACCIONAN CON AGUA PARA PRODUCIR GAS COMBUSTIBLE	0 — 30	
C. SUJETOS A CALENTAMIENTO ESPONTANEO	30	
D. SUJETOS A POLIMERIZACION ESPONTANEA RAPIDA	50 — 75	
E. SUJETOS A DESCOMPOSICION EXPLOSIVA	125	
F. SUJETOS A DETONACION	150	
G. OTROS		150

ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-G POR RIESGOS DE MAT. ESP. (R.M.E.) TOTAL

150

$((100 + R.M.E. TOTAL) / 100) \times (FACTOR DE MATERIAL) = SUB TOTAL N^{\circ} 2$ → 129

3. RIESGOS DEL PROCESO GENERAL

A. MANEJO Y CAMBIOS FISICOS UNICAMENTE	0 — 50	
B. REACCIONES CONTINUAS	25 — 50	
C. REACCIONES INTERMITENTES	25 — 60	
D. MULTIPLICIDAD DE REACCIONES EN EL MISMO EQUIPO	0 — 90	

ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-D PARA RIESGOS DEL PROCESO GRAL. (R.P.G.) TOTAL

0

$((100 + R.P.G. TOTAL) / 100) \times (SUB TOTAL N^{\circ} 2) = SUB TOTAL N^{\circ} 3$ → 129

4. RIESGOS POR PROCESOS ESPECIALES

A. PRESION BAJA (MENOR 1 ATM.)	0 — 100	
B. OPERACION DENTRO ó CERCA DEL INTERVALO DE EXPLOSION	0 — 150	
C. TEMPERATURA BAJA: 1. (ACERO AL CARBON 10°C A -30°C)	15	
2. (MENOR A -30°C)	25	
D. TEMPERATURA ALTA (USE SOLO UNO)		
1. SUPERIOR AL PUNTO DE IGNICION	10 — 20	
2. SUPERIOR AL PUNTO DE EBULLICION	25	25
3. SUPERIOR AL PUNTO DE AUTOIGNICION	35	
E. PRESION ALTA: 1. (18 ó 210 Kg/cm ² man)	30	30
2. (MAYOR A 210 Kg/cm ² man)	60	
F. PROCESOS ó REACCIONES DIFICILES DE CONTROLAR	50 — 100	
G. RIESGO DE EXPLOSION POR ATMOSFERAS SATURADAS ó POLVO	30 — 60	
H. MAYOR QUE EL RIESGO DE UNA EXPLOSION PROMEDIO	60 — 100	
I. GRANDES CANTIDADES DE COMBUSTIBLE LIQUIDO (USE SOLO UNO)		
1. (7 500 — 23 000 L.)	40 — 55	
2. (23 000 — 78 000 L.)	55 — 75	
3. (78 000 — 190 000 L.)	75 — 100	
4. (MAYOR A 190 000 L.)	100 +	
J. OTROS		

ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-J PARA RIESGOS DE PROC. ESP. (R.P.E.) TOTAL

55

$((100 + R.P.E. TOTAL) / 100) \times (SUB TOTAL N^{\circ} 3) = INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION$ → 200

HOJA DE CALCULO
INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

NOMBRE

FECHA

LOCALIZACION

SALINA CRUZ, OAXACA, MEXICO.

PLANTA

HIDRODESULFURADORA DE NAFTAS

UNIDAD

COMPRESION

MATERIALES Y PROCESO

MATERIALES

HIDROCARBUROS, HIDROGENO

CATALIZADORES

NO HAY

SOLVENTES

REACCIONES

1. FACTOR DE MATERIAL PARA: HIDROGENO

51.6

INDIQUE LAS RAZONES POR EL USO DE FACTORES DIFERENTES A LOS SUGERIDOS.

2. RIESGOS POR MATERIALES ESPECIALES

	%FACTOR SUGERIDO	%FACTOR USADO
A. MATERIALES OXIDANTES	0-20	
B. REACCIONAN CON AGUA PARA PRODUCIR GAS COMBUSTIBLE	0-30	
C. SUJETOS A CALENTAMIENTO ESPONTANEO	30	
D. SUJETOS A POLIMERIZACION ESPONTANEA RAPIDA	50-75	
E. SUJETOS A DESCOMPOSICION EXPLOSIVA	125	
F. SUJETOS A DETONACION	150	
G. OTROS		150
ADICION LOS PORCENTAJES DE A-G POR RIESGOS DE MAT. ESP. (R.M.E.) TOTAL		150

$((100 + R.M.E. TOTAL) / 100) \times (FACTOR DE MATERIAL) = SUB TOTAL N^{\circ} 2$ 129

3. RIESGOS DEL PROCESO GENERAL

A. MANEJO Y CAMBIOS FISICOS UNICAMENTE	0-50	
B. REACCIONES CONTINUAS	25-50	
C. REACCIONES INTERMITENTES	25-60	
D. MULTIPLICIDAD DE REACCIONES EN EL MISMO EQUIPO	0-50	
ADICION LOS PORCENTAJES DE A-D PARA RIESGOS DEL PROCESO GRAL. (R.P.G.) TOTAL		0

$((100 + R.P.G. TOTAL) / 100) \times (SUB TOTAL N^{\circ} 2) = SUB TOTAL N^{\circ} 3$ 129

4. RIESGOS POR PROCESOS ESPECIALES

A. PRESION BAJA (MENOR 1 ATM.)	0-100	
B. OPERACION DENTRO O CERCA DEL INTERVALO DE EXPLOSION	0-150	
C. TEMPERATURA BAJA: 1. (ACERO AL CARBON 10°C A -30°C)	15	
2. (MENOR A -30°C)	25	
D. TEMPERATURA ALTA (USE SOLO UNO)		
1. SUPERIOR AL PUNTO DE IGNICION	10-20	
2. SUPERIOR AL PUNTO DE EBULLICION	25	25
3. SUPERIOR AL PUNTO DE AUTOIGNICION	35	
E. PRESION ALTA: 1. (18 a 210 Kg/cm ² man)	30	30
2. (MAYOR A 210 Kg/cm ² man)	60	
F. PROCESOS o REACCIONES DIFICILES DE CONTROLAR	50-100	
G. RIESGO DE EXPLOSION POR ATMOSFERAS SATURADAS o POLVO	30-60	
H. MAYOR QUE EL RIESGO DE UNA EXPLOSION PROMEDIO	60-100	
I. GRANDES CANTIDADES DE COMBUSTIBLE LIQUIDO (USE SOLO UNO)		
1. (7 500 - 23 000 L.)	40-55	
2. (23 000 - 76 000 L.)	55-75	
3. (76 000 - 190 000 L.)	75-100	
4. (MAYOR A 190 000 L.)	100 +	
J. OTROS		
ADICION LOS PORCENTAJES DE A-J PARA RIESGOS DE PROC. ESP. (R.P.E.) TOTAL		55

$((100 + R.P.E. TOTAL) / 100) \times (SUB TOTAL N^{\circ} 3) = INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION$ 200

HOJA DE CALCULO

INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

NOMBRE

FECHA

LOCALIZACION

SALINA CRUZ, OAXACA, MEXICO

PLANTA

UNIDAD

HIDRODESULFURADORA DE NAFTAS

FRACCIONAMIENTO

MATERIALES Y PROCESO

MATERIALES

HIDROCARBUROS, ACIDO SULFHDRICO.

CATALIZADORES

NO HAY

SOLVENTES

REACCIONES

1. FACTOR DE MATERIAL PARA: HIDROCARBUROS → 20.2

INDIQUE LAS RAZONES POR EL USO DE FACTORES DIFERENTES A LOS SUGERIDOS.

2. RIESGOS POR MATERIALES ESPECIALES	%FACTOR SUGERIDO	%FACTOR USADO
A. MATERIALES OXIDANTES	0 — 20	
B. REACCIONAN CON AGUA PARA PRODUCIR GAS COMBUSTIBLE	0 — 30	
C. SUJETOS A CALENTAMIENTO ESPONTANEO	30	
D. SUJETOS A POLIMERIZACION ESPONTANEA RAPIDA	50 — 75	
E. SUJETOS A DESCOMPOSICION EXPLOSIVA	125	
F. SUJETOS A DETONACION	150	
G. OTROS		
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-G POR RIESGOS DE MAT ESP (R.M.E.) TOTAL		0
((100 + R.M.E. TOTAL) / 100) x (FACTOR DE MATERIAL) = SUB TOTAL N° 2 → 20.2		

3. RIESGOS DEL PROCESO GENERAL		
A. MANEJO Y CAMBIOS FISICOS UNICAMENTE	0 — 50	
B. REACCIONES CONTINUAS	25 — 50	
C. REACCIONES INTERMITENTES	25 — 60	
D. MULTIPLICIDAD DE REACCIONES EN EL MISMO EQUIPO	0 — 50	
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-D PARA RIESGOS DEL PROCESO GRAL.(R.P.G.) TOTAL		0
((100 + R.P.G. TOTAL) / 100) x (SUB TOTAL N° 2) = SUB TOTAL N° 3 → 20.2		

4. RIESGOS POR PROCESOS ESPECIALES		
A. PRESION BAJA (MENOR 1 ATM.)	0 — 100	
B. OPERACION DENTRO ó CERCA DEL INTERVALO DE EXPLOSION	0 — 150	
C. TEMPERATURA BAJA: 1. (ACERO AL CARBON 10°C A -30°C)	15	
2. (MENOR A -30°C)	25	
D. TEMPERATURA ALTA (USE SOLO UNO)		
1. SUPERIOR AL PUNTO DE IGNICION	10 — 20	
2. SUPERIOR AL PUNTO DE EBULLICION	25	25
3. SUPERIOR AL PUNTO DE AUTOIGNICION	35	
E. PRESION ALTA: 1. (18 a 210 Kg/cm ² man)	30	
2. (MAYOR A 210 Kg/cm ² man)	80	
F. PROCESOS o REACCIONES DIFICILES DE CONTROLAR	50 — 100	
G. RIESGO DE EXPLOSION POR ATMOSFERAS SATURADAS o POLVO	30 — 60	
H. MAYOR QUE EL RIESGO DE UNA EXPLOSION PROMEDIO	60 — 100	
I. GRANDES CANTIDADES DE COMBUSTIBLE LIQUIDO (USE SOLO UNO)		
1. (7 500 — 23 000 L.)	40 — 55	
2. (23 000 — 76 000 L.)	55 — 75	
3. (76 000 — 190 000 L.)	75 — 100	
4. (MAYOR A 190 000 L.)	100 +	
J. OTROS		
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-J PARA RIESGOS DE PROC. ESP.(R.R.E.) TOTAL		25
((100 + R.P.E. TOTAL) / 100) x (SUB TOTAL N° 3) = INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION → 25.3		

HOJA DE CALCULO
INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

NOMBRE	FECHA
--------	-------

LOCALIZACION
SALINA CRUZ, OAXACA, MEXICO

PLANTA
REFORMADORA DE NAFTAS

UNIDAD
PRECALENTAMIENTO, REACCION Y REGENERACION

MATERIALES Y PROCESO

MATERIALES
HIDROCARBUROS, HIDROGENO.

CATALIZADORES
EXISTE (UOP)

SOLVENTES

REACCIONES
VER HOJA ADJUNTA.

1. FACTOR DE MATERIAL PARA: **HIDROGENO** → **51.6**

INDIQUE LAS RAZONES POR EL USO DE FACTORES DIFERENTES A LOS SUGERIDOS.

2. RIESGOS POR MATERIALES ESPECIALES	%FACTOR SUGERIDO	%FACTOR USADO
A. MATERIALES OXIDANTES	0-20	20
B. REACCIONAN CON AGUA PARA PRODUCIR GAS COMBUSTIBLE	0-30	
C. SUJETOS A CALENTAMIENTO ESPONTANEO	30	
D. SUJETOS A POLIMERIZACION ESPONTANEA RAPIDA	50-75	
E. SUJETOS A DESCOMPOSICION EXPLOSIVA	125	
F. SUJETOS A DETONACION	150	
G. OTROS		150
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-G POR RIESGOS DE MAT. ESP. (R.M.E.) TOTAL		170
((100 + R.M.E. TOTAL) / 100) x (FACTOR DE MATERIAL) = SUB TOTAL N° 2 → 139.3		

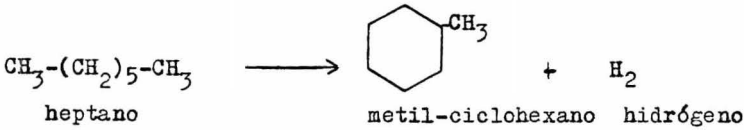
3. RIESGOS DEL PROCESO GENERAL		
A. MANEJO Y CAMBIOS FISICOS UNICAMENTE	0-50	
B. REACCIONES CONTINUAS	25-50	25
C. REACCIONES INTERMITENTES	25-60	25
D. MULTIPLICIDAD DE REACCIONES EN EL MISMO EQUIPO	0-50	50
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-D PARA RIESGOS DEL PROCESO GRAL. (RPG) TOTAL		100
((100 + RPG. TOTAL) / 100) x (SUB TOTAL N° 2) = SUB TOTAL N° 3 → 278.6		

4. RIESGOS POR PROCESOS ESPECIALES		
A. PRESION BAJA (MENOR 1 ATM.)	0-100	
B. OPERACION DENTRO ó CERCA DEL INTERVALO DE EXPLOSION	0-150	
C. TEMPERATURA BAJA: 1. (ACERO AL CARBON 10°C A -30°C)	15	
2. (MENOR A -30°C)	25	
D. TEMPERATURA ALTA (USE SOLO UNO)		
1. SUPERIOR AL PUNTO DE IGNICION	10-20	
2. SUPERIOR AL PUNTO DE EBULLICION	25	25
3. SUPERIOR AL PUNTO DE AUTOIGNICION	35	
E. PRESION ALTA: 1. (18 a 210 Kg/cm ² man)	30	
2. (MAYOR A 210 Kg/cm ² man)	60	
F. PROCESOS ó REACCIONES DIFICILES DE CONTROLAR	80-100	100
G. RIESGO DE EXPLOSION POR ATMOSFERAS SATURADAS ó POLVO	30-60	30
H. MAYOR QUE EL RIESGO DE UNA EXPLOSION PROMEDIO	60-100	
I. GRANDES CANTIDADES DE COMBUSTIBLE LIQUIDO (USE SOLO UNO)		
1. (7 500 - 23 000 L.)	40-55	
2. (23 000 - 76 000 L.)	55-75	
3. (76 000-190 000 L.)	75-100	
4. (MAYOR A 190 000 L.)	100 +	
J. OTROS		
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-J PARA RIESGOS DE PROC. ESP (R.P.E.) TOTAL		155
((100 + R.P.E. TOTAL) / 100) x (SUB TOTAL N° 3) = INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION → 710.4		

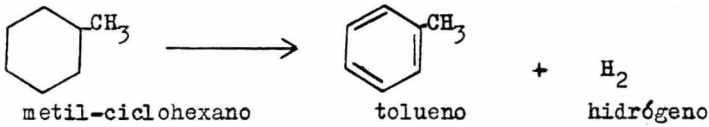
REFORMADORA DE NAFTAS.

REACCIONES:

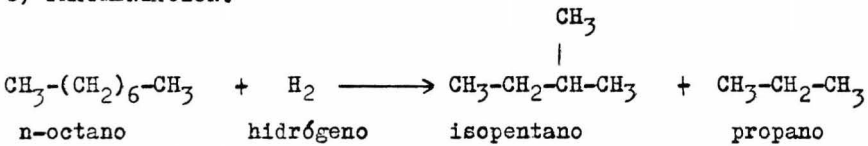
a) CICLIZACION.



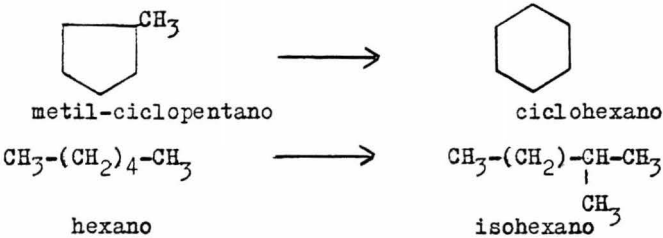
b) AROMATIZACION.



c) FRAGMENTACION.



d) ISOMERIZACION.



HOJA DE CALCULO
INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

NOMBRE _____ FECHA _____

LOCALIZACION
SALINA CRUZ, OAXACA, MEXICO.

PLANTA REFORMADORA DE NAFTAS UNIDAD CALENTADORES A FUEGO DIRECTO

MATERIALES Y PROCESO

MATERIALES
HIDROCARBUROS, HIDROGENO

CATALIZADORES NO HAY SOLVENTES

REACCIONES

1. FACTOR DE MATERIAL PARA: HIDROGENO

→ 51.6

INDIQUE LAS RAZONES POR EL USO DE FACTORES DIFERENTES A LOS SUGERIDOS.

2. RIESGOS POR MATERIALES ESPECIALES

	%FACTOR SUGERIDO	%FACTOR USADO
A. MATERIALES OXIDANTES	0—20	
B. REACCIONAN CON AGUA PARA PRODUCIR GAS COMBUSTIBLE	0—30	
C. SUJETOS A CALENTAMIENTO ESPONTANEO	30	
D. SUJETOS A POLIMERIZACION ESPONTANEA RAPIDA	50—75	
E. SUJETOS A DESCOMPOSICION EXPLOSIVA	125	
F. SUJETOS A DETONACION	150	
G. OTROS		150
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A—G POR RIESGOS DE MAT. ESP. (R.M.E.) TOTAL		150

((100 + R.M.E. TOTAL) / 100) x (FACTOR DE MATERIAL) = SUB TOTAL N° 2 → 129

3. RIESGOS DEL PROCESO GENERAL

A. MANEJO Y CAMBIOS FISICOS UNICAMENTE	0—50	
B. REACCIONES CONTINUAS	25—50	
C. REACCIONES INTERMITENTES	25—60	
D. MULTIPLICIDAD DE REACCIONES EN EL MISMO EQUIPO	0—50	
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A—D PARA RIESGOS DEL PROCESO GRAL. (RPG) TOTAL		0

((100 + RPG. TOTAL) / 100) x (SUB TOTAL N° 2) = SUB TOTAL N° 3 → 129

4. RIESGOS POR PROCESOS ESPECIALES

A. PRESION BAJA (MENOR 1 ATM.)	0—100	
B. OPERACION DENTRO ó CERCA DEL INTERVALO DE EXPLOSION	0—150	
C. TEMPERATURA BAJA: 1. (ACERO AL CARBON 10°C A -30°C)	15	
2. (MENOR A -30°C)	25	
D. TEMPERATURA ALTA (USE SOLO UNO)		
1. SUPERIOR AL PUNTO DE IGNICION	10—20	
2. SUPERIOR AL PUNTO DE EBULLICION	25	25
3. SUPERIOR AL PUNTO DE AUTOIGNICION	35	
E. PRESION ALTA: 1. (18 a 210 Kg/cm ² man)	30	30
2. (MAYOR A 210 Kg/cm ² man)	60	
F. PROCESOS o REACCIONES DIFICILES DE CONTROLAR	50—100	
G. RIESGO DE EXPLOSION POR ATMOSFERAS SATURADAS o POLVO	30—60	
H. MAYOR QUE EL RIESGO DE UNA EXPLOSION PROMEDIO	60—100	
I. GRANDES CANTIDADES DE COMBUSTIBLE LIQUIDO (USE SOLO UNO)		
1 (7 500 — 23 000 L.)	40—55	
2 (23 000 — 76 000 L.)	55—75	
3 (76 000—190 000 L.)	75—100	
4 (MAYOR A 190 000 L.)	100 +	
J. OTROS		
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A—J PARA RIESGOS DE PROC. ESP. (R.P.E.) TOTAL		55

((100 + R.P.E. TOTAL) / 100) x (SUB TOTAL N° 3) = INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION → 200

HOJA DE CALCULO

INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

NOMBRE

FECHA

LOCALIZACION

SALINA CRUZ, OAXACA, MEXICO

PLANTA

REFORMADORA DE NAFTAS

UNIDAD

COMPRESION

MATERIALES Y PROCESO

MATERIALES

HIDROCARBUROS, HIDROGENO.

CATALIZADORES

NO HAY.

SOLVENTES

REACCIONES

1. FACTOR DE MATERIAL PARA: HIDROGENO

51.6

INDIQUE LAS RAZONES POR EL USO DE FACTORES DIFERENTES A LOS SUGERIDOS.

2. RIESGOS POR MATERIALES ESPECIALES

%FACTOR SUGERIDO	%FACTOR USADO
0-20	
0-30	
30	
50-75	
1-25	
1-50	
	150
	150

A. MATERIALES OXIDANTES

0-20

B. REACCIONAN CON AGUA PARA PRODUCIR GAS COMBUSTIBLE

0-30

C. SUJETOS A CALENTAMIENTO ESPONTANEO

30

D. SUJETOS A POLIMERIZACION ESPONTANEA RAPIDA

50-75

E. SUJETOS A DESCOMPOSICION EXPLOSIVA

1-25

F. SUJETOS A DETONACION

1-50

G. OTROS

150

ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-G POR RIESGOS DE MAT. ESP. (R.M.E.) TOTAL

150

$((100 + R.M.E. TOTAL) / 100) \times (FACTOR DE MATERIAL) = SUB TOTAL N^{\circ} 2$

129

3. RIESGOS DEL PROCESO GENERAL

A. MANEJO Y CAMBIOS FISICOS UNICAMENTE

0-50

B. REACCIONES CONTINUAS

25-50

C. REACCIONES INTERMITENTES

25-60

D. MULTIPLICIDAD DE REACCIONES EN EL MISMO EQUIPO

0-50

ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-D PARA RIESGOS DEL PROCESO GRAL. (RPG) TOTAL

0

$((100 + RPG. TOTAL) / 100) \times (SUB TOTAL N^{\circ} 2) = SUB TOTAL N^{\circ} 3$

129

4. RIESGOS POR PROCESOS ESPECIALES

A. PRESION BAJA (MENOR 1 ATM.)

0-100

B. OPERACION DENTRO ó CERCA DEL INTERVALO DE EXPLOSION

0-150

C. TEMPERATURA BAJA: 1. (ACERO AL CARBON 10°C A -30°C)

15

2. (MENOR A -30°C)

25

D. TEMPERATURA ALTA (USE SOLO UNO)

1. SUPERIOR AL PUNTO DE IGNICION

10-20

2. SUPERIOR AL PUNTO DE EBULLICION

25

3. SUPERIOR AL PUNTO DE AUTOIGNICION

35

E. PRESION ALTA: 1. (18 a 210 Kg/cm² man)

30

2. (MAYOR A 210 Kg/cm² man)

80

F. PROCESOS ó REACCIONES DIFICILES DE CONTROLAR

50-100

G. RIESGO DE EXPLOSION POR ATMOSFERAS SATURADAS ó POLVO

30-80

H. MAYOR QUE EL RIESGO DE UNA EXPLOSION PROMEDIO

60-100

I. GRANDES CANTIDADES DE COMBUSTIBLE LIQUIDO (USE SOLO UNO)

1. (7 500 - 23 000 L.)

40-55

2. (23 000 - 78 000 L.)

55-75

3. (78 000 - 190 000 L.)

75-100

4. (MAYOR A 190 000 L.)

100 +

J. OTROS

ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-J PARA RIESGOS DE PROC. ESP. (R.P.E.) TOTAL

55

$((100 + R.P.E. TOTAL) / 100) \times (SUB TOTAL N^{\circ} 3) = INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION$

200

HOJA DE CALCULO
INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

NOMBRE

FECHA

LOCALIZACION

SALINA CRUZ, OAXACA, MEXICO

PLANTA
REFORMADORA DE NAFTAS

UNIDAD ESTABILIZACION

MATERIALES Y PROCESO

MATERIALES

HIDROCARBUROS

CATALIZADORES

NO HAY.

SOLVENTES

REACCIONES

1. FACTOR DE MATERIAL PARA: HIDROCARBUROS

20.0

INDIQUE LAS RAZONES POR EL USO DE FACTORES DIFERENTES A LOS SUGERIDOS.

2. RIESGOS POR MATERIALES ESPECIALES

%FACTOR SUGERIDO	%FACTOR USADO
0-20	
0-30	
30	
50-75	
125	
150	

A. MATERIALES OXIDANTES

0-20

B. REACCIONAN CON AGUA PARA PRODUCIR GAS COMBUSTIBLE

0-30

C. SUJETOS A CALENTAMIENTO ESPONTANEO

30

D. SUJETOS A POLIMERIZACION ESPONTANEA RAPIDA

50-75

E. SUJETOS A DESCOMPOSICION EXPLOSIVA

125

F. SUJETOS A DETONACION

150

G. OTROS

ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-G POR RIESGOS DE MAT. ESP. (R.M.E.) TOTAL

0

$((100 + R.M.E. TOTAL) / 100) \times (FACTOR DE MATERIAL) = SUB TOTAL N^{\circ} 2$

20.0

3. RIESGOS DEL PROCESO GENERAL

A. MANEJO Y CAMBIOS FISICOS UNICAMENTE

0-50

B. REACCIONES CONTINUAS

25-50

C. REACCIONES INTERMITENTES

25-60

D. MULTIPLICIDAD DE REACCIONES EN EL MISMO EQUIPO

0-50

ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-D PARA RIESGOS DEL PROCESO GRAL. (R.P.G.) TOTAL

0

$((100 + R.P.G. TOTAL) / 100) \times (SUB TOTAL N^{\circ} 2) = SUB TOTAL N^{\circ} 3$

20.0

4. RIESGOS POR PROCESOS ESPECIALES

A. PRESION BAJA (MENOR 1 ATM.)

0-100

B. OPERACION DENTRO ó CERCA DEL INTERVALO DE EXPLOSION

0-150

C. TEMPERATURA BAJA: 1. (ACERO AL CARBON 10°C A -30°C)

15

2. (MENOR A -30°C)

25

D. TEMPERATURA ALTA (USE SOLO UNO)

1. SUPERIOR AL PUNTO DE IGNICION

10-20

2. SUPERIOR AL PUNTO DE EBULLICION

25

25

3. SUPERIOR AL PUNTO DE AUTOIGNICION

35

E. PRESION ALTA: 1. (18 ó 210 Kg/cm² man)

30

30

2. (MAYOR A 210 Kg/cm² man)

60

F. PROCESOS ó REACCIONES DIFICILES DE CONTROLAR

50-100

G. RIESGO DE EXPLOSION POR ATMOSFERAS SATURADAS ó POLVO

30-60

H. MAYOR QUE EL RIESGO DE UNA EXPLOSION PROMEDIO

60-100

I. GRANDES CANTIDADES DE COMBUSTIBLE LIQUIDO (USE SOLO UNO)

1. (7 500 - 23 000 L.)

40-55

2. (23 000 - 76 000 L.)

55-75

3. (76 000 - 190 000 L.)

75-100

4. (MAYOR A 190 000 L.)

100 +

J. OTROS

ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-J PARA RIESGOS DE PROC. ESP. (R.P.E.) TOTAL

55

$((100 + R.P.E. TOTAL) / 100) \times (SUB TOTAL N^{\circ} 3) = INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION$

31.0

HOJA DE CALCULO
INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

NOMBRE

FECHA

LOCALIZACION

SALINA CRUZ, OAXACA, MEXICO

PLANTA

REFORMADORA DE NAFTAS

UNIDAD

SEPARACION

MATERIALES Y PROCESO

MATERIALES

HIDROCARBUROS, HIDROGENO

CATALIZADORES

NO HAY.

SOLVENTES

REACCIONES

1. FACTOR DE MATERIAL PARA: HIDROGENO

51.6

INDIQUE LAS RAZONES POR EL USO DE FACTORES DIFERENTES A LOS SUGERIDOS.

2. RIESGOS POR MATERIALES ESPECIALES

% FACTOR SUGERIDO	% FACTOR USADO
0 - 20	
0 - 30	
30	
50 - 75	
125	
150	
	150
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-G POR RIESGOS DE MAT ESP (R.M.E.) TOTAL	
	150

$((100 + R.M.E. TOTAL) / 100) \times (FACTOR DE MATERIAL) = SUB TOTAL N^{\circ} 2 \rightarrow 129$

3. RIESGOS DEL PROCESO GENERAL

	0 - 50	25 - 50	25 - 60	0 - 50
A. MANEJO Y CAMBIOS FISICOS UNICAMENTE				
B. REACCIONES CONTINUAS				
C. REACCIONES INTERMITENTES				
D. MULTIPLICIDAD DE REACCIONES EN EL MISMO EQUIPO				
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-D PARA RIESGOS DEL PROCESO GRAL.(RPG) TOTAL				
				0

$((100 + RPG TOTAL) / 100) \times (SUB TOTAL N^{\circ} 2) = SUB TOTAL N^{\circ} 3 \rightarrow 129$

4. RIESGOS POR PROCESOS ESPECIALES

	0 - 100	0 - 150	15	25	10 - 20	25	35	30	60	50 - 100	30 - 80	60 - 100	40 - 55	55 - 75	75 - 100	100 +	
A. PRESION BAJA (MENOR 1 ATM.)																	
B. OPERACION DENTRO DE CERCA DEL INTERVALO DE EXPLOSION																	
C. TEMPERATURA BAJA: 1. (ACERO AL CARBON 10°C A -30°C)																	
2. (MENOR A -30°C)																	
D. TEMPERATURA ALTA (USE SOLO UNO)																	
1. SUPERIOR AL PUNTO DE IGNICION																	
2. SUPERIOR AL PUNTO DE EBULLICION																	
3. SUPERIOR AL PUNTO DE AUTOIGNICION																	
E. PRESION ALTA: 1. (18 a 210 Kg/cm ² man)																	
2. (MAYOR A 210 Kg/cm ² man)																	
F. PROCESOS o REACCIONES DIFICILES DE CONTROLAR																	
G. RIESGO DE EXPLOSION POR ATMOSFERAS SATURADAS o POLVO																	
H. MAYOR QUE EL RIESGO DE UNA EXPLOSION PROMEDIO																	
I. GRANDES CANTIDADES DE COMBUSTIBLE LIQUIDO (USE SOLO UNO)																	
1. (7 500 - 23 000 L.)																	
2. (23 000 - 76 000 L.)																	
3. (76 000 - 190 000 L.)																	
4. (MAYOR A 190 000 L.)																	
J. OTROS																	
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-J PARA RIESGOS DE PROC. ESP. (R.P.E.) TOTAL																	55

$((100 + R.P.E. TOTAL) / 100) \times (SUB TOTAL N^{\circ} 3) = INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION \rightarrow 200$

HOJA DE CALCULO
INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

NOMBRE	FECHA
--------	-------

LOCALIZACION SALINA CRUZ, OAXACA, MEXICO
 PLANTA TRATADORA Y FRACCIONA- UNIDAD TRATAMIENTO CAUSTICO
DORA DE HIDROCARBUROS

MATERIALES Y PROCESO

MATERIALES GASOLINA; HIDROXIDO DE SODIO

CATALIZADORES NO HAY SOLVENTES

REACCIONES

1. FACTOR DE MATERIAL PARA: HIDROCARBUROS → 20.5 INDIQUE LAS RAZONES POR EL USO DE FACTORES DIFERENTES A LOS SUGERIDOS.

2. RIESGOS POR MATERIALES ESPECIALES	%FACTOR SUGERIDO	%FACTOR USADO
A. MATERIALES OXIDANTES	0 — 20	
B. REACCIONAN CON AGUA PARA PRODUCIR GAS COMBUSTIBLE	0 — 30	
C. SUJETOS A CALENTAMIENTO ESPONTANEO	30	
D. SUJETOS A POLIMERIZACION ESPONTANEA RAPIDA	50 — 75	
E. SUJETOS A DESCOMPOSICION EXPLOSIVA	125	
F. SUJETOS A DETONACION	150	
G. OTROS		
ADICION LOS PORCENTAJES DE A-G POR RIESGOS DE MAT ESP (R.M.E.) TOTAL		0
((100 + R.M.E. TOTAL) / 100) x (FACTOR DE MATERIAL) = SUB TOTAL N° 2 → 20.5		

3. RIESGOS DEL PROCESO GENERAL		
A. MANEJO Y CAMBIOS FISICOS UNICAMENTE	0 — 50	
B. REACCIONES CONTINUAS	25 — 50	
C. REACCIONES INTERMITENTES	25 — 60	
D. MULTIPLICIDAD DE REACCIONES EN EL MISMO EQUIPO	0 — 50	
ADICION LOS PORCENTAJES DE A-D PARA RIESGOS DEL PROCESO GRAL.(RPG) TOTAL		0
((100 + RPG. TOTAL) / 100) x (SUB TOTAL N° 2) = SUB TOTAL N° 3 → 20.5		

4. RIESGOS POR PROCESOS ESPECIALES		
A. PRESION BAJA (MENOR 1 ATM.)	0 — 100	
B. OPERACION DENTRO ó CERCA DEL INTERVALO DE EXPLOSION	0 — 150	
C. TEMPERATURA BAJA: 1. (ACERO AL CARBON 10°C A -30°C)	15	
2. (MENOR A -30°C)	25	
D. TEMPERATURA ALTA (USE SOLO UNO)		
1. SUPERIOR AL PUNTO DE IGNICION	10 — 20	
2. SUPERIOR AL PUNTO DE EBULLICION	25	25
3. SUPERIOR AL PUNTO DE AUTOIGNICION	35	
E. PRESION ALTA: 1. (18 a 210 Kg/cm ² man)	30	
2. (MAYOR A 210 Kg/cm ² man)	60	
F. PROCESOS o REACCIONES DIFICILES DE CONTROLAR	50 — 100	
G. RIESGO DE EXPLOSION POR ATMOSFERAS SATURADAS o POLVO	30 — 60	
H. MAYOR QUE EL RIESGO DE UNA EXPLOSION PROMEDIO	60 — 100	
I. GRANDES CANTIDADES DE COMBUSTIBLE LIQUIDO (USE SOLO UNO)		
1. (7 500 — 23 000 L.)	40 — 55	
2. (23 000 — 76 000 L.)	55 — 75	
3. (76 000 — 190 000 L.)	75 — 100	
4. (MAYOR A 190 000 L.)	100 +	
J. OTROS		
ADICION LOS PORCENTAJES DE A-J PARA RIESGOS DE PROC. ESP.(R.P.E.) TOTAL		25
((100 + R.P.E. TOTAL) / 100) x (SUB TOTAL N° 3) = INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION → 25.6		

HOJA DE CALCULO

INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

NOMBRE	FECHA
--------	-------

LOCALIZACION SALINA CRUZ, OAXACA, MEXICO

PLANTA TRATADORA Y FRACCIONADORA DE HIDROCARBUROS UNIDAD FRACCIONAMIENTO

MATERIALES Y PROCESO

MATERIALES PROPANO, BUTANO

CATALIZADORES SOLVENTES

REACCIONES

1. FACTOR DE MATERIAL PARA: PROPANO → 19.9

2. RIESGOS POR MATERIALES ESPECIALES	%FACTOR SUGERIDO	%FACTOR USADO
A. MATERIALES OXIDANTES	0 — 20	
B. REACCIONAN CON AGUA PARA PRODUCIR GAS COMBUSTIBLE	0 — 30	
C. SUJETOS A CALENTAMIENTO ESPONTANEO	30	
D. SUJETOS A POLIMERIZACION ESPONTANEA RAPIDA	50 — 75	
E. SUJETOS A DESCOMPOSICION EXPLOSIVA	125	
F. SUJETOS A DETONACION	150	
G. OTROS		
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-G POR RIESGOS DE MAT ESP (R.M.E.) TOTAL		0
((100 + R.M.E. TOTAL) / 100) x (FACTOR DE MATERIAL) = SUB TOTAL N° 2 → 19.9		

INDIQUE LAS RAZONES POR EL USO DE FACTORES DIFERENTES A LOS SUGERIDOS.

3. RIESGOS DEL PROCESO GENERAL	%FACTOR SUGERIDO	%FACTOR USADO
A. MANEJO Y CAMBIOS FISICOS UNICAMENTE	0 — 50	
B. REACCIONES CONTINUAS	25 — 50	
C. REACCIONES INTERMITENTES	25 — 60	
D. MULTIPLICIDAD DE REACCIONES EN EL MISMO EQUIPO	0 — 90	
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-D PARA RIESGOS DEL PROCESO GRAL.(R.P.G.) TOTAL		0
((100 + R.P.G. TOTAL) / 100) x (SUB TOTAL N° 2) = SUB TOTAL N° 3 → 19.9		

4. RIESGOS POR PROCESOS ESPECIALES	%FACTOR SUGERIDO	%FACTOR USADO
A. PRESION BAJA (MENOR 1 ATM.)	0 — 100	
B. OPERACION DENTRO o CERCA DEL INTERVALO DE EXPLOSION	0 — 150	
C. TEMPERATURA BAJA: 1. (ACERO AL CARBON 10°C A -30°C)	15	
2. (MENOR A -30°C)	25	
D. TEMPERATURA ALTA (USE SOLO UNO)		
1. SUPERIOR AL PUNTO DE IGNICION	10 — 20	
2. SUPERIOR AL PUNTO DE EBULICION	25	25
3. SUPERIOR AL PUNTO DE AUTOIGNICION	35	
E. PRESION ALTA: 1. (18 a 210 Kg/cm ² man)	30	30
2. (MAYOR A 210 Kg/cm ² man)	60	
F. PROCESOS o REACCIONES DIFICILES DE CONTROLAR	50 — 100	
G. RIESGO DE EXPLOSION POR ATMOSFERAS SATURADAS o POLVO	30 — 60	
H. MAYOR QUE EL RIESGO DE UNA EXPLOSION PROMEDIO	60 — 100	
I. GRANDES CANTIDADES DE COMBUSTIBLE LIQUIDO (USE SOLO UNO)		
1. (7 500 — 23 000 L.)	40 — 55	
2. (23 000 — 78 000 L.)	55 — 75	
3. (78 000 — 190 000 L.)	75 — 100	
4. (MAYOR A 190 000 L.)	100 +	
J. OTROS		
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-J PARA RIESGOS DE PROC. ESP. (R.P.E.) TOTAL		55
((100 + R.P.E. TOTAL) / 100) x (SUB TOTAL N° 3) = INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION → 30.8		

HOJA DE CALCULO

INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION

NOMBRE

FECHA

LOCALIZACION SALINA CRUZ, OAXACA, MEXICO

PLANTA TRATADORA Y FRACCIONA- DORA DE HIDROCARBUROS UNIDAD ENDULZAMIENTO

MATERIALES Y PROCESO

MATERIALES

HIDROGENO, ACIDO SULPHIDRICO

CATALIZADORES

NO HAY

SOLVENTES

REACCIONES

1. FACTOR DE MATERIAL PARA: HIDROGENO

51.6 INDIQUE LAS RAZONES POR EL USO DE FACTORES DIFERENTES A LOS SUGERIDOS.

2. RIESGOS POR MATERIALES ESPECIALES

	%FACTOR SUGERIDO	%FACTOR USADO
A. MATERIALES OXIDANTES	0 - 20	
B. REACCIONAN CON AGUA PARA PRODUCIR GAS COMBUSTIBLE	0 - 30	
C. SUJETOS A CALENTAMIENTO ESPONTANEO	30	
D. SUJETOS A POLIMERIZACION ESPONTANEA RAPIDA	50 - 75	
E. SUJETOS A DESCOMPOSICION EXPLOSIVA	125	
F. SUJETOS A DETONACION	150	
G. OTROS		
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-G POR RIESGOS DE MAT. ESP. (R.M.E.) TOTAL		0

((100 + R.M.E. TOTAL) / 100) x (FACTOR DE MATERIAL) = SUB TOTAL N° 2 → 51.6

3. RIESGOS DEL PROCESO GENERAL

A. MANEJO Y CAMBIOS FISICOS UNICAMENTE	0 - 50	
B. REACCIONES CONTINUAS	25 - 50	
C. REACCIONES INTERMITENTES	25 - 50	
D. MULTIPLICIDAD DE REACCIONES EN EL MISMO EQUIPO	0 - 50	
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-D PARA RIESGOS DEL PROCESO GRAL. (R.P.G.) TOTAL		0

((100 + R.P.G. TOTAL) / 100) x (SUB TOTAL N° 2) = SUB TOTAL N° 3 → 51.6

4. RIESGOS POR PROCESOS ESPECIALES

A. PRESION BAJA (MENOR 1 ATM.)	0 - 100	
B. OPERACION DENTRO ó CERCA DEL INTERVALO DE EXPLOSION	0 - 150	
C. TEMPERATURA BAJA: 1. (ACERO AL CARBON 10°C A -30°C)	15	
2. (MENOR A -30°C)	25	
D. TEMPERATURA ALTA (USE SOLO UNO)		
1. SUPERIOR AL PUNTO DE IGNICION	10 - 20	
2. SUPERIOR AL PUNTO DE EBULLICION	25	25
3. SUPERIOR AL PUNTO DE AUTOIGNICION	35	
E. PRESION ALTA: 1. (18 a 210 Kg/cm ² man)	30	
2. (MAYOR A 210 Kg/cm ² man)	60	
F. PROCESOS ó REACCIONES DIFICILES DE CONTROLAR	50-100	
G. RIESGO DE EXPLOSION POR ATMOSFERAS SATURADAS ó POLVO	30-60	
H. MAYOR QUE EL RIESGO DE UNA EXPLOSION PROMEDIO	60-100	
I. GRANDES CANTIDADES DE COMBUSTIBLE LIQUIDO (USE SOLO UNO)		
1. (7 500 - 23 000 L.)	40-55	
2. (23 000 - 76 000 L.)	55-75	
3. (76 000 - 190 000 L.)	75-100	
4. (MAYOR A 190 000 L.)	100 +	
J. OTROS		
ADICIONE LOS PORCENTAJES DE A-J PARA RIESGOS DE PROC. ESP. (R.P.E.) TOTAL		25

((100 + R.P.E. TOTAL) / 100) x (SUB TOTAL N° 3) = INDICE DE FUEGO Y EXPLOSION → 64.5

- a) REQUERIMIENTOS DE ESPUMA PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO
- b) REQUERIMIENTOS DE AGUA PARA SISTEMAS FIJOS DE ASPERSION
- c) INFORMACION DE FABRICANTE

REQUERIMIENTOS DE ESPUMA PARA EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO
DE COMBUSTOLEO FB 101.

DIMENSIONES DEL TANQUE:

Diámetro: 9.14 m (30 pies)
Altura: 7.32 m (24 pies)
Capacidad: 480 m³ (3020 barriles)

Base de cálculo: 1 GPM/10 pies² area de tanque.

$$\text{Area: } \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi (30 \text{ pies})^2}{4} = 706.85 \text{ pies}^2$$

$$\text{GPM solución 3 \%} = \frac{706.85 \text{ pies}^2 \times 1 \text{ GPM sol 3 \%}}{10 \text{ pies}^2} = 70.685$$

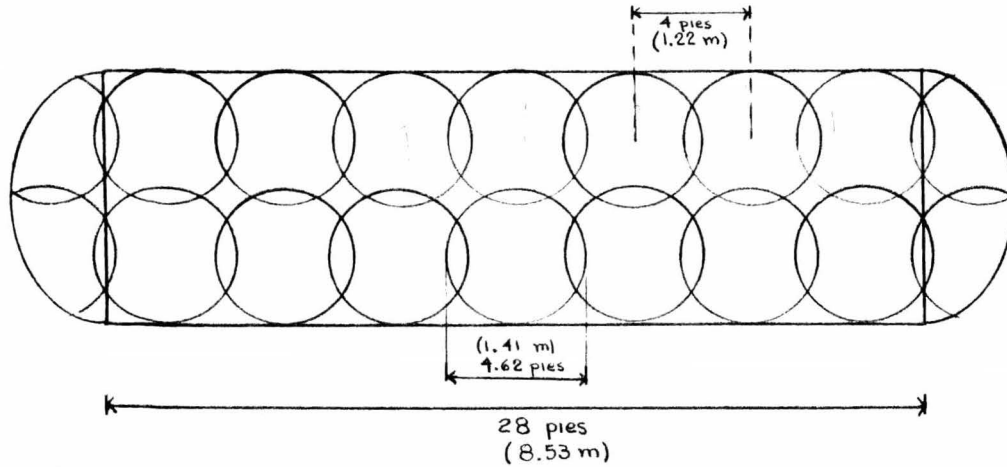
Número de cámaras de espuma: 1 (una)

De la Gráfica 1, Capítulo V la línea para espuma seleccionada es
de 2 pulgadas de diámetro.

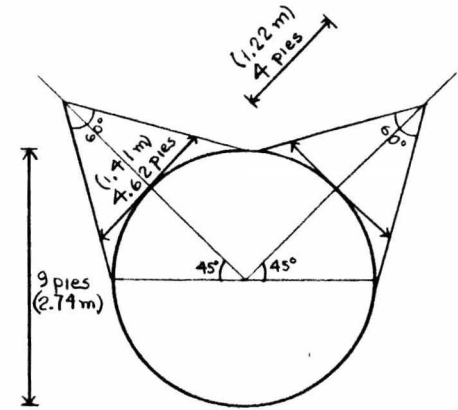
TANQUE	AREA pie ²	GPM	l/min	PRESION (PSIG)	GPM ASP	No. ASPER.	TIPO	ALTURA (PIES)	DIAM. ASPER. (PIES)
FA 401	1003	251	950	100	14	18	8NA	4	4.62
FA 404	546	137	518	100	9	16	5NA	3	3.46
FA 405	590	148	560	100	9	16	5NA	3	3.46
FA 407	770	192	726	100	14	14	8NA	4	4.62
FA 701	1003	251	950	100	14	18	8NA	4	4.62
FA 704	546	137	518	100	9	16	5NA	3	3.46
FA 801	1003	251	950	100	14	18	8NA	4	4.62
FA 804	546	137	518	100	9	16	5NA	3	3.46
GB 401	98	112	424	100	14	18	8NA	4	4.62
GB 501	98	112	424	100	14	18	8NA	4	4.62
GB 701	98	112	424	100	14	18	8NA	4	4.62
GB 801	98	112	424	100	14	18	8NA	4	4.62
GB 502A	140	140	530	100	14	18	8NA	4	4.62
GB 502B	140	140	530	100	14	18	8NA	4	4.62

0.25 GPM
Pie² superficie de tanque

RECIPIENTE:
FA 401/701/801



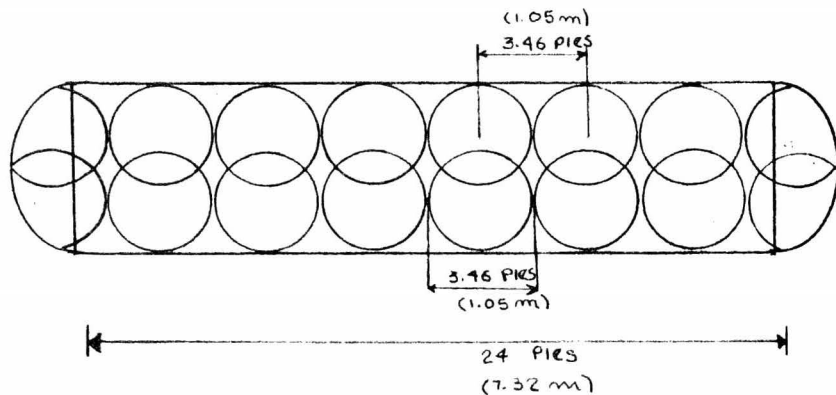
No. ASPERORES: 18
TIPO: 8NA



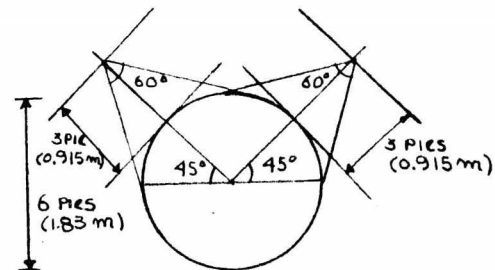
ANGULO ASPERSION: $\theta = 60^\circ$
ALTURA: $Z = 4$ pies
DIAMETRO DE ACCION: $\phi = 4.62$ pies

FIG. 10

RECIPIENTE:
FA 404/704/804



No. ASPERSORES: 16
TIPO: 5 NA

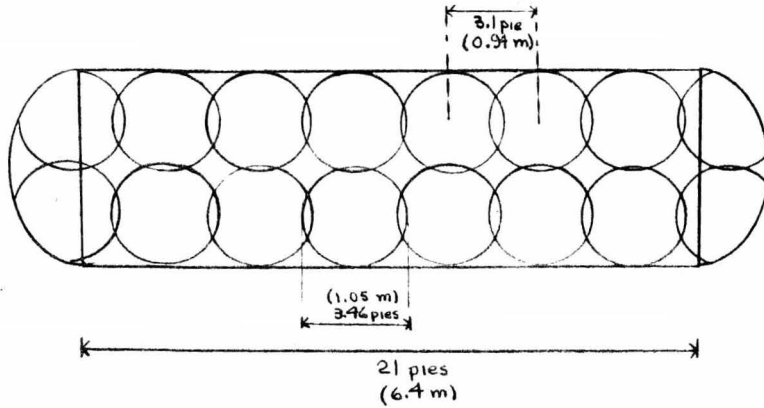


ANGULO DE ASPERSION: $\theta = 60^\circ$
ALTURA: $Z = 3$ pies
DIAMETRO DE ACCION: $\emptyset = 3.46$ pies

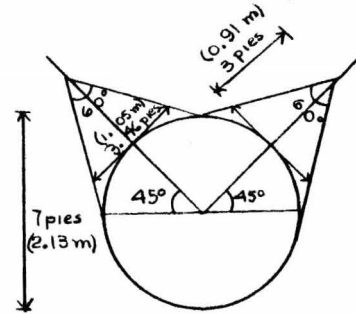
FIG. 11

RECIPIENTE:

FA 405



No. ASPERSORES: 16
TIPO: 5 NA

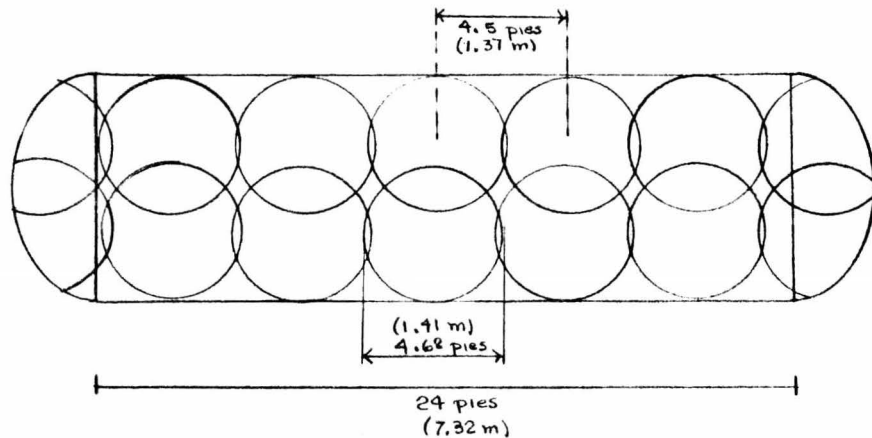


ANGULO DE ASPERSION: $\theta = 60^\circ$
ALTURA: $Z = 3$ pies
DIAMETRO DE ACCION: $\phi = 3.46$ pies

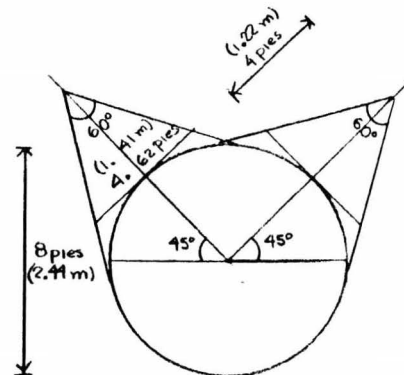
FIG. 12

RECIPIENTE:

F 407



No. ASPERSORES: 14
TIPO 8NA



ANGULO DE ASPERSION: $\theta = 60^\circ$
ALTURA: $Z = 4$ pies
DIAMETRO DE ACCION: $\phi = 4.62$ pies

FIG. 13

NOZZLES

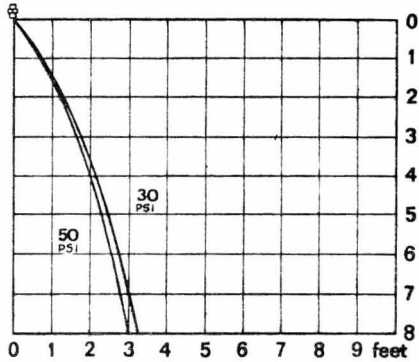
J-43

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

- FULL CONE
- 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 connections.

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



NOZZLE NUMBER	PIPE CONN. (MALE)	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	3/4"	.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	"	2.6	8.2	10.1	11.6	14.2	16.4	18.4	20.1	21.8	23.3	24.7	26.0

NOZZLES

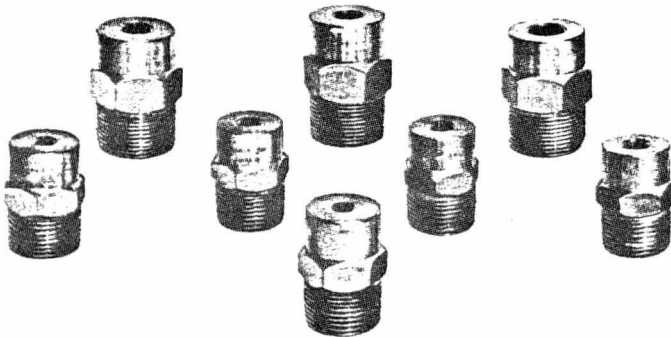
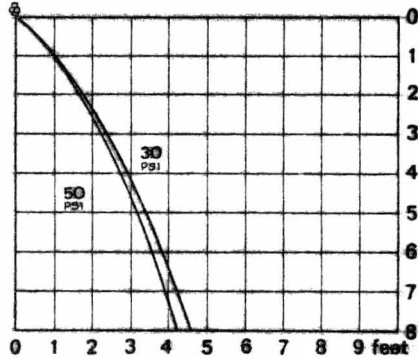
J-45

MEDIUM ANGLE "AUTO-SPRAY" NOZZLE TYPE MA - 90° PATTERN

- FULL CONE
- HIGH VELOCITY
- DIRECTIONAL

Medium Angle type "AUTO-SPRAY" NOZZLES produce a 90° conical pattern and are available in eight orifice sizes as shown below in photo and specifications. For 1" and 1-1/4" pipe size connections.

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



NOZZLE NUMBER	PIPE CONN. (MALE)	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
8 MA	1	1.5	4.7	5.6	6.7	8.2	9.5	10.6	11.6	12.5	13.4	14.2	15.0
13 MA	1	2.3	7.3	8.9	10.3	12.6	14.5	16.3	17.6	19.2	20.6	21.8	23.0
15 MA	1	2.7	8.5	10.5	12.1	14.8	17.1	19.1	20.9	22.6	24.1	25.6	27.0
19 MA	1	3.4	10.8	13.2	15.2	18.6	21.5	24.0	26.3	28.4	30.4	32.3	34.0
22 MA	1	4.0	12.6	15.5	17.9	21.9	25.3	28.3	31.0	33.5	35.8	37.9	40.0
26 MA	1 1/4	4.8	15.2	18.6	21.5	26.3	30.4	33.9	37.2	40.2	42.9	45.5	48.0
28 MA	1 1/4	5.1	16.1	19.8	22.8	27.9	32.3	36.1	39.5	42.7	45.6	48.4	51.0
38 MA	1 1/4	7.0	22.1	27.1	31.3	38.3	44.3	49.5	54.2	58.6	62.6	66.4	70.0

NOZZLES

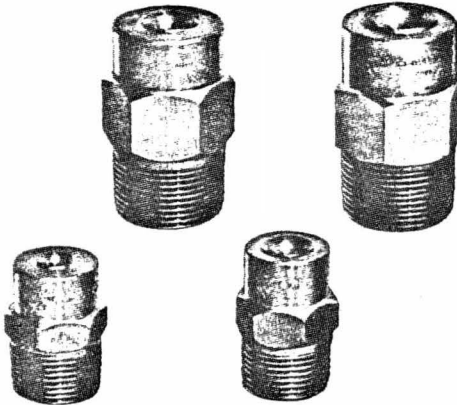
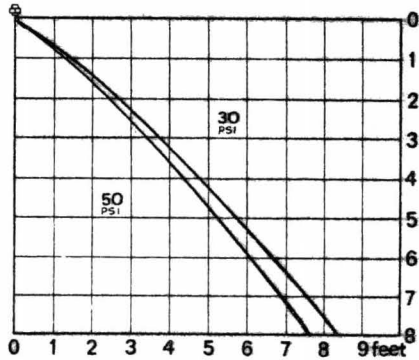
J-47

WIDE ANGLE "AUTO-SPRAY" NOZZLE TYPE WA - 120° PATTERN

- FULL CONE
- HIGH VELOCITY
- DIRECTIONAL

Wide Angle type "AUTO-SPRAY" NOZZLES produce a coherent 120° conical pattern. They are available in four orifice sizes to connect to 1" and 1-1/4" pipe sizes. See photo and specifications shown below for details.

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

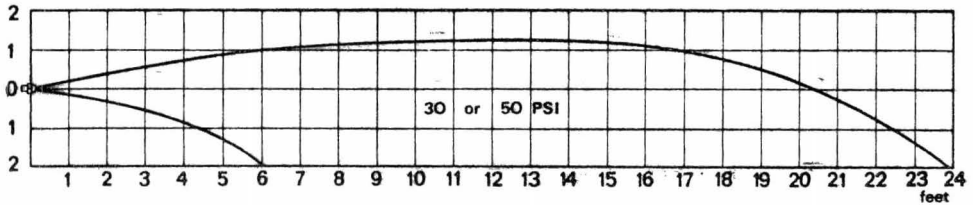


NOZZLE NUMBER	PIPE CONN. (MALE)	ORIFICE K FACTOR	FLOW RATE IN G.P.M. FOR GIVEN P.S.I.										
			10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
10 WA	1"	1.8	5.7	7.0	8.0	9.9	11.4	12.7	13.9	15.1	16.1	17.1	18.0
14 WA	1"	2.6	8.2	10.1	11.6	14.2	16.4	18.4	20.1	21.8	23.3	24.7	26.0
18 WA	1 1/4"	3.3	10.4	12.8	14.8	18.1	20.9	23.3	25.6	27.6	29.5	31.3	33.0
29 WA	1 1/4"	5.3	16.8	20.5	23.7	29.0	33.5	37.5	41.1	44.3	47.4	50.3	53.0

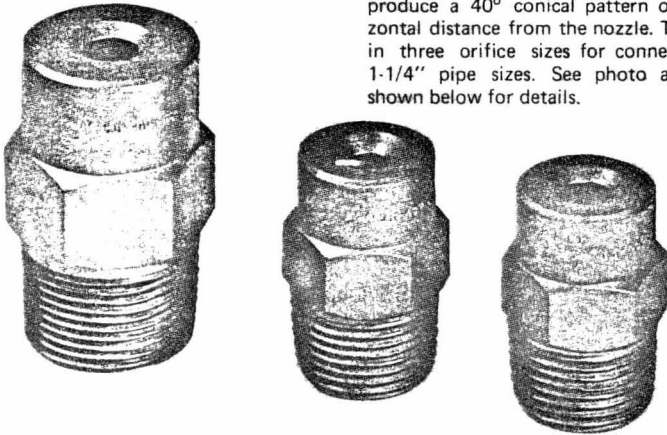
NOZZLES

J-49

"AUTO-SPRAY" NOZZLE TYPE LT LONG THROW PATTERN



Long Throw type "AUTO-SPRAY" NOZZLES produce a 40° conical pattern over a great horizontal distance from the nozzle. They are available in three orifice sizes for connection to 1" and 1-1/4" pipe sizes. See photo and specifications shown below for details.



- FULL CONE
- HIGH VELOCITY
- DIRECTIONAL

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

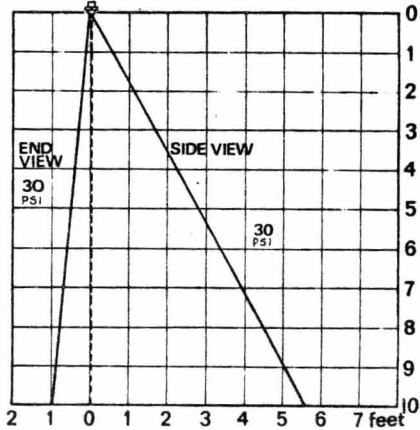
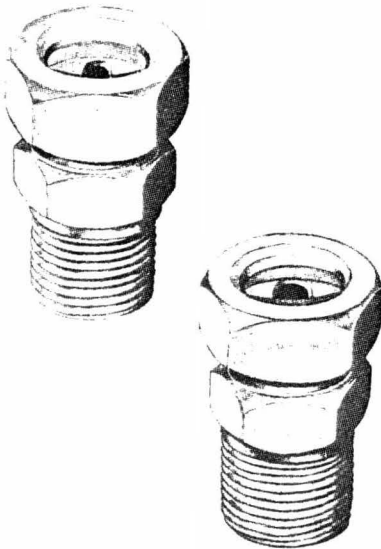
NOZZLE NUMBER	PIPE CONN. (MALE)	ORIFICE K FACTOR	FLOW RATE IN G.P.M. FOR GIVEN P.S.I.										
			10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
15 LT	1"	2.8	8.9	10.8	12.5	15.3	17.7	19.8	21.7	23.4	25.0	26.6	28.0
22 LT	1"	4.1	13.0	15.9	18.3	22.5	25.9	29.0	31.8	34.3	36.7	38.9	41.0
31 LT	1 1/4"	5.7	18.0	22.1	25.5	31.2	36.1	40.3	44.2	47.7	51.0	54.1	57.0

NOZZLES

J-51

"AUTO-SPRAY" FLAT TYPE NOZZLE 11° X 60° FLAT PATTERN

- SOLID SPRAY
- HIGH VELOCITY
- DIRECTIONAL

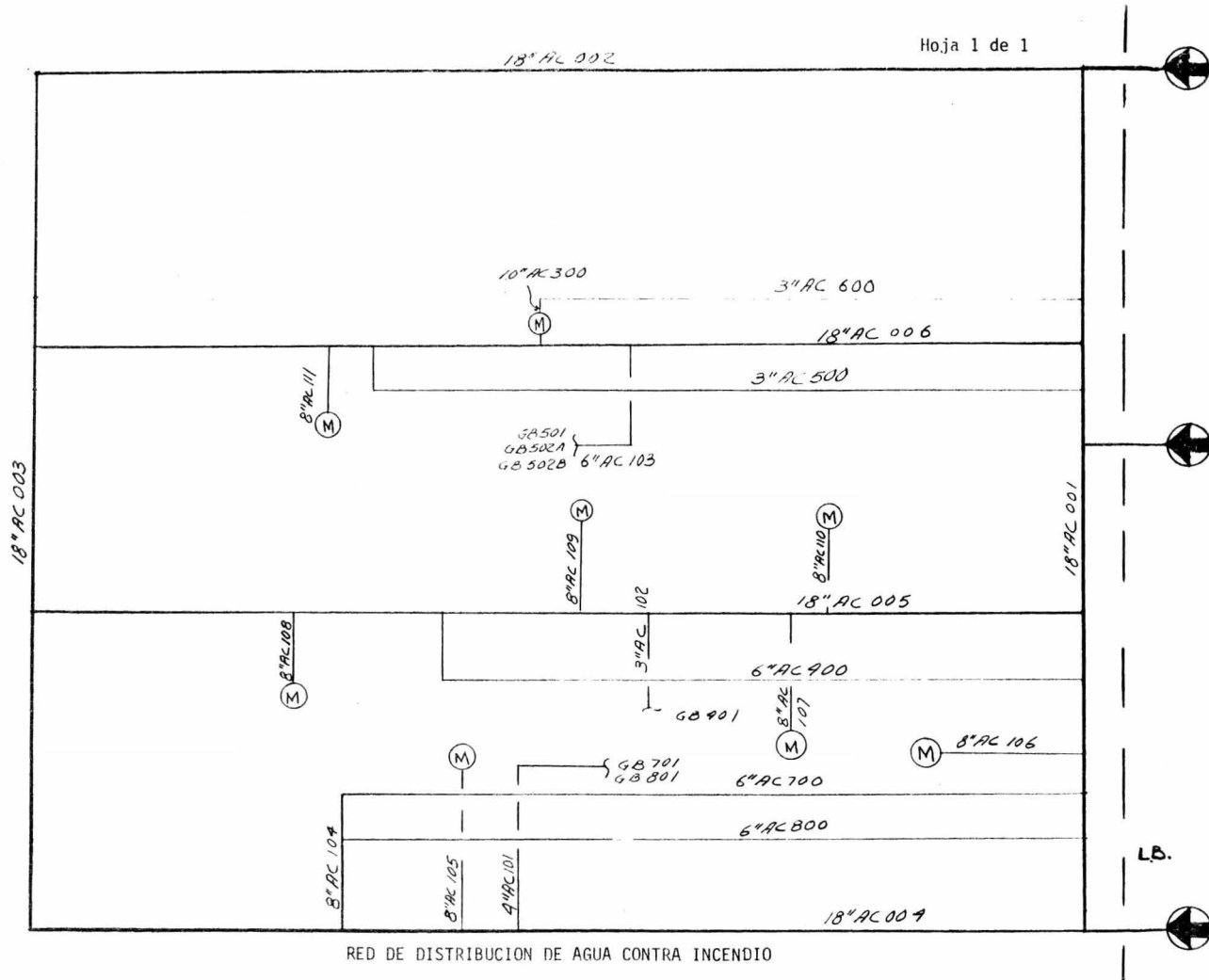


Flat type "AUTO-SPRAY" NOZZLES produce a narrow 11° pattern in one dimension and a relatively wide pattern 60° in another dimension. This allows their use for directional spray into narrow slot-like openings. They are available in four orifice sizes, with male and female pipe connections for 1/4" pipe size and male pipe connections in the 3/4" pipe size. See photo and specifications shown below for details.

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

NOZZLE NUMBER	DIAM. OF ORIFICE		FLOW RATE IN G.P.M. FOR GIVEN P.S.I.									
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
187-F - 62°	.187	G.P.M.	2.34	3.31	4.05	4.67	5.20	5.70	6.15	6.55	6.95	7.30
		Angle	49°	58°	60°	62°	62°	63°	63°	63°	63°	63°
218-F - 60°	.218	G.P.M.	3.54	5.03	6.17	7.15	8.00	8.75	9.45	10.1	10.8	11.3
		Angle	50°	56°	58°	60°	61°	62°	62°	62°	62°	62°
250-F - 65°	.250	G.P.M.	4.50	6.28	7.65	8.80	9.80	10.8	11.6	12.4	13.2	13.8
		Angle	53°	58°	62°	65°	65°	66°	66°	67°	67°	67°
375-F - 68°	.375	G.P.M.	10.0	14.1	17.2	19.7	21.9	24.0	25.8	27.5	29.2	30.6
		Angle	56°	60°	62°	64°	64°	65°	65°	65°	65°	65°

CALCULO HIDRAULICO



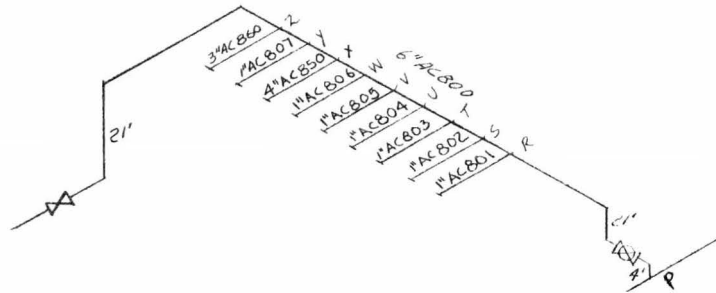
RED DE DISTRIBUCION DE AGUA CONTRA INCENDIO

HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

REFERENCIA SECCION ASPERSOR HIDRANTE FLUJO DIAM. VEL. LONG. PRESION
TOT. pulg. pie/seg. EQUIV. ΔP_{100} ΔP_{TOT} ESTATICA TOTAL

REFERENCIA	SECCION	ASPERSOR	HIDRANTE	FLUJO	DIAM.	VEL.	LONG.	PRESION TOT.	ESTATICA	TOTAL	
				pulg.	pie/seg.	EQUIV.	ΔP_{100}	ΔP_{TOT}			
FA 804	Z-Y	Z		144	144	6	1.7	13.1	0.09	0.012	101.140
GA 801	Y-X	Y		9	153		1.75	3.0	0.09	0.003	101.152
FA 801	X-W	X		252	405		4.50	3.0	0.55	0.016	101.155
GA 801R	W-V	W		9	414		4.60	3.0	0.58	0.017	101.171
GA 805	V-U	V		9	423		4.70	130.0	0.61	0.793	101.188
GA 803	U-T	U		9	432		4.80	18.0	0.64	0.115	101.191
GA 803R	T-S	T		9	441		4.80	6.5	0.64	0.041	102.096
GA 802	S-R	S		9	450	▼	4.90	43.0	0.67	0.288	102.137
GA 802R		R									102.495
	R-P	P		459	6	5.00	175.0	0.70	1.230	10.86	114.525

NOTAS:

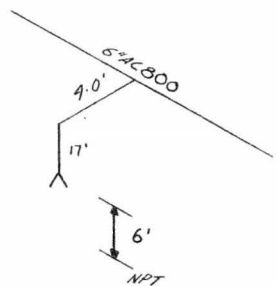


HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

REFERENCIA SECCION ASPERSOR HIDRANTE FLUJO DIAM. VEL. LONG. PRESION
 TOT. pulg. pie/seg. EQUIV. ΔP_{100} ΔP_{TOT} ESTATICA TOTAL

REFERENCIA	SECCION	ASPERSOR	HIDRANTE	FLUJO	DIAM.	VEL.	LONG.	PRESION	ESTATICA	TOTAL		
				TOT.	pulg.	pie/seg.	EQUIV.	ΔP_{100}	ΔP_{TOT}	TOTAL		
GA 801	1" AC	Y		9	9	1	3.50	28.5	3.0	0.85	7.37	107.667
GA 801R	1" AC	W		9	9	1	3.50					107.686
GA 805		V		9	9							107.703
GA 803		U		9	9							108.496
GA 803R		T		9	9							108.611
GA 802		S		9	9							108.652
GA 802R	▼	R		9	9	▼	▼	▼	▼	▼	▼	108.940

NOTAS:

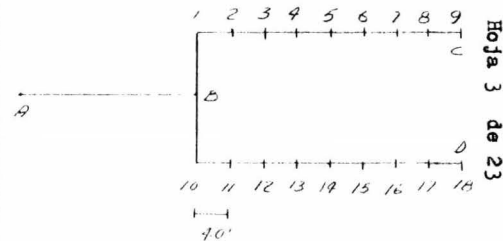
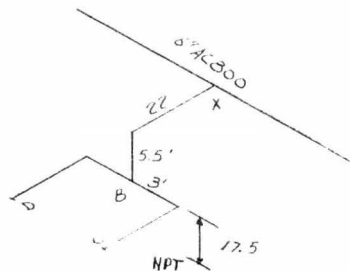


HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

REFERENCIA SECCION ASPERSOR HIDRANTE FLUJO DIAM. VEL. LONG. PRESION
TOT. pulg. pie/seg. EQUIV. ΔP_{100} ΔP_{TOT} ESTATICA TOTAL

REFERENCIA	SECCION	ASPERSOR	HIDRANTE	FLUJO TOT.	DIAM. pulg.	VEL. pie/seg.	LONG. EQUIV.	ΔP_{100}	ΔP_{TOT}	PRESION ESTATICA TOTAL		
FA 801	9-8	9		14	14	1	5.0	4.0	6.0	0.24	101.193	
	8-7	8		14	28	1 1/2	5.0		3.5	0.14	101.433	
	7-6	7		14	42	1 1/2	6.5		6.0	0.24	101.573	
	6-5	6		14	56	2	5.4		3.0	0.12	101.813	
	5-4	5		14	70	2	6.8		4.8	0.19	101.933	
	4-3	4		14	84	2 1/2	5.5		2.5	0.10	102.123	
	3-2	3		14	98	2 1/2	6.5		3.5	0.14	102.223	
	2-1	2		14	112	3	5.3	↓	1.8	0.07	102.363	
	1-B	1		14	126	3	5.8	21.0	2.2	0.46	102.433	
		B									102.895	
	B-X				252	4	6.0	57.5	1.8	1.03	2.38	101.550

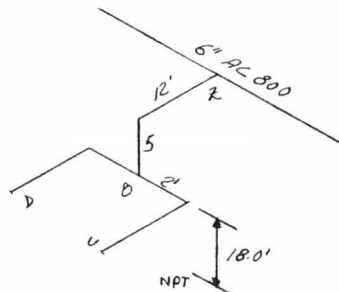
NOTAS:



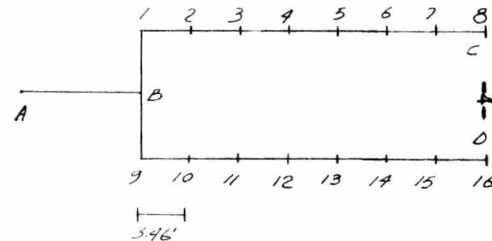
HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

FLUJO DIAM. VEL. LONG. PRESION
 REFERENCIA SECCION ASPERSOR HIDRANTE TOT. pulg. pie/seg. EQUIV. ΔP_{100} ΔP_{TOT} ESTATICA TOTAL

FA 804	8-7	8		9	9	3/4	5.0	3.46	8.0	0.28		100.00
	7-6	7		9	18	1	6.5		10.0	0.34		100.28
	6-5	6		9	27	1 1/2	4.2		2.8	0.97		100.62
	5-4	5		9	36	1 1/2	5.3		4.0	0.14		101.59
	4-3	4		9	45	1 1/2	7.0		7.0	0.24		101.73
	3-2	3		9	54	2	5.0		2.8	0.10		101.91
	2-1	2		9	63	2	5.8	▼	3.5	0.12		102.07
	1-B	B		9	72	2	7.0	4.40	5.0	0.22		102.190
		B										
	B-Z	Z			144	3	6.0	39.5	2.3	0.90	2.17	101.14



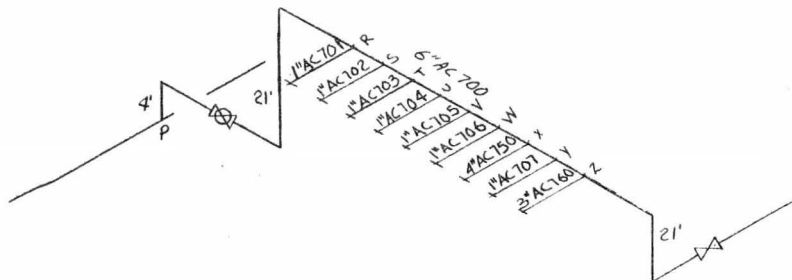
NOTAS:



HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

FLUJO DIAM. VEL. LONG. PRESION
 REFERENCIA SECCION ASPERSOR HIDRANTE TOT. pulg. pie/seg. EQUIV. ΔP_{100} ΔP_{TOT} ESTATICA TOTAL

REFERENCIA	SECCION	ASPERSOR	HIDRANTE	FLUJO TOT.	DIAM. pulg.	VEL. pie/seg.	LONG.	EQUIV.	ΔP_{100}	ΔP_{TOT}	ESTATICA	TOTAL
PA 704	Z-Y	Z		144	144	6	1.60	105	0.08	0.08		101.14
GA 701	Y-X	Y		9	153		1.65	3.3	0.09	0.00		101.224
PA 701	X-W	X		252	405		4.40	3.3	0.55	0.02		101.227
GA 701R	W-V	W		9	414		4.50	128	0.58	0.74		101.247
GA 705	V-U	V		9	423		4.60	21	0.60	0.126		101.987
GA 703	U-T	U		9	432		4.70	6.6	0.64	0.042		102.113
GA 703R	T-S	T		9	441		4.80	42.6	0.68	0.29		102.155
GA 702	S-R	S		9	450		4.90	6.6	0.70	0.045		102.445
GA 702R		R		9	459							102.491
	R-P	P			459		5.0	68	0.72	0.49	10.8	113.79



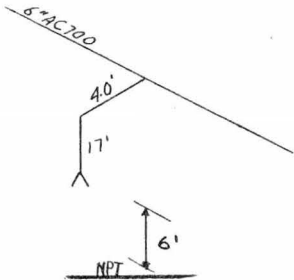
NOTAS:

HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

REFERENCIA SECCION ASPERSOR HIDRANTE FLUJO DIAM. VEL. LONG. PRESION
 TOT. pulg. pie/seg. EQUIV. ΔP_{100} ΔP_{TOT} ESTATICA TOTAL

REFERENCIA	SECCION	ASPERSOR	HIDRANTE	FLUJO	DIAM.	VEL.	LONG.	PRESION	ESTATICA	TOTAL		
GA 701	1" AC	Y		9	9	1	3.5	28.5	3.0	0.85	7.37	107.739
GA 701R		W		9	9							107.762
GA 705		V		9	9							108.502
GA 703		U		9	9							108.628
GA 703R		T		9	9							108.670
GA 702		S		9	9							108.960
GA 702R	↓	R		9	9	↓	↓	↓	↓	↓	↓	109.006

NOTAS:

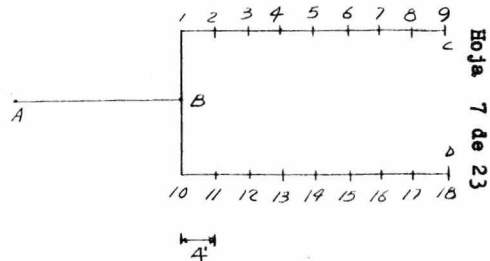
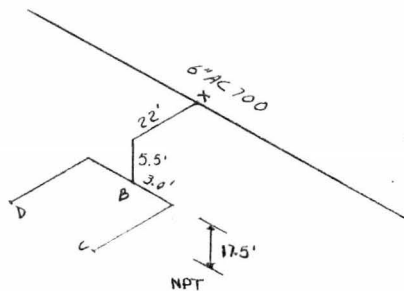


HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

FLUJO DIAM. VEL. LONG. PRESION
 REFERENCIA SECCION ASPERSOR HIDRANTE TOT. pulg. pie/seg. EQUIV. ΔP_{100} ΔP_{TOT} ESTATICA TOTAL

REFERENCIA	SECCION	ASPERSOR	HIDRANTE	TOT.	DIAM. pulg.	VEL. pie/seg.	LONG. EQUIV.	ΔP_{100}	ΔP_{TOT}	ESTATICA	TOTAL	
PA 701	9-8	9		14	14	1	5.0	4.0	6.0	0.24	100.87	
	8-7	8		14	28	1 1/2	5.0		3.5	0.14	101.11	
	7-6	7		14	42	1 1/2	6.5		6.0	0.24	101.25	
	6-5	6		14	56	2	5.4		3.0	0.12	101.49	
	5-4	5		14	70	2	6.8		4.8	0.19	101.61	
	4-3	4		14	84	2 1/2	5.5		2.5	0.10	101.80	
	3-2	3		14	98	2 1/2	6.5		3.5	0.14	101.90	
	2-1	2		14	112	3	5.3		1.8	0.07	102.04	
	1-B	1		14	126	3	5.8	21	2.2	0.46	102.11	
		B									102.572	
	B-X	X			252	4	6.0	57.5	1.8	1.03	2.38	101.227

NOTAS:

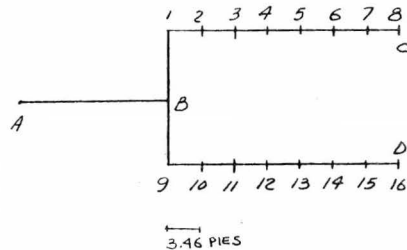
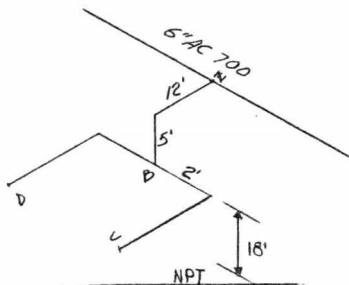


HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

REFERENCIA SECCION ASPERSOR HIDRANTE FLUJO DIAM. VEL. LONG. PRESION
 TOT. pulg. pie/seg. EQUIV. ΔP_{100} ΔP_{TOT} ESTATICA TOTAL

REFERENCIA	SECCION	ASPERSOR	HIDRANTE	FLUJO TOT.	DIAM. pulg.	VEL. pie/seg.	LONG. EQUIV.	ΔP_{100}	ΔP_{TOT}	PRESION ESTATICA	TOTAL
FA 704	8-7	8		9	9	3/4	5.0	3.46	8.0	0.28	100.
	7-6	7		9	18	1	6.5		10.0	0.34	100. 28
	6-5	6		9	27	1 1/2	4.2		2.8	0.97	100. 62
	5-4	5		9	36	1 1/2	5.3		4.0	0.14	101. 59
	4-3	4		9	45	1 1/2	7.0		7.0	0.24	101. 73
	3-2	3		9	54	2	2.8		2.8	0.10	101. 91
	2-1	2		9	63	2	3.5	↓	3.5	0.12	102. 07
	1-B	1		9	72	2	5.0	4.4	5.0	0.22	102. 19
		B									102. 41
	B-Z	Z			144	3	6.0	39.5	2.3	0.90	2.17 101. 14

NOTAS:



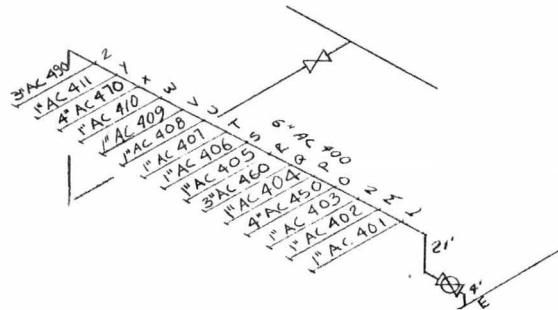
Hoja 8 de 23

HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

REFERENCIA SECCION ASPERSOR HIDRANTE FLUJO DIAM. VEL. LONG. PRESION
 TOT. pulg. pie/seg. EQUIV. ΔP_{100} ΔP_{TOT} ESTATICA TOTAL

REFERENCIA	SECCION	ASPERSOR	HIDRANTE	FLUJO TOT.	DIAM. pulg.	VEL. pie/seg.	LONG. EQUIV.	DIAM. EQUIV.	VEL. EQUIV.	LONG. EQUIV.	ΔP_{100}	ΔP_{TOT}	PRESION ESTATICA	TOTAL
FA 404	Z-Y	Z		144	144	6	1.6	6.2	0.08	0.05			102.	985
GA 401	Y-X	Y		9	153		1.7	3.3	0.09	0.003			103.	034
FA 401	X-W	X		252	405		4.0	3.3	0.45	0.015			103.	037
GA 401R	W-V	W		9	414		4.2	6.6	0.49	0.032			103.	052
GA 407	V-U	V		9	423		4.4	6.6	0.52	0.034			103.	084
GA 407R	U-T	U		9	432		4.5	13.0	0.57	0.074			103.	118
GA 406	T-S	T		9	441		4.6	16.4	0.60	0.098			103.	192
GA 403	S-R	S		9	450		4.8	6.5	0.65	0.042			103.	290
GA 403R	R-Q	R		9	459		5.0	37.4	0.70	0.262			103.	332
FA 405	Q-P	Q		144	603		6.6	32.8	1.10	0.360			103.	594
GA 404	P-O	P		9	612		6.7	3.3	1.20	0.040			103.	954

NOTAS:



HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

REFERENCIA SECCION ASPERSOR HIDRANTE FLUJO DIAM. VEL. LONG. PRESION
 TOT. pulg. pie/seg. EQUIV. ΔP_{100} ΔP_{TOT} ESTATICA TOTAL

REFERENCIA	SECCION	ASPERSOR	HIDRANTE	FLUJO TOT.	DIAM. pulg.	VEL. pie/seg.	LONG. EQUIV.	ΔP_{100}	ΔP_{TOT}	PRESION ESTATICA	TOTAL
FA 407	O-N	O		196	808	6	8.7	3.3	2.0	0.06	103.994
GA 404R	N-M	N		9	817		8.8	14.8	2.1	0.31	104.060
GA 405	M-L	M		9	826		8.9	6.6	2.1	0.13	104.370
GA 405R		L		9	835						104.509
	L-E	E			835		9.0	188	2.2	4.13	10.8 119.445

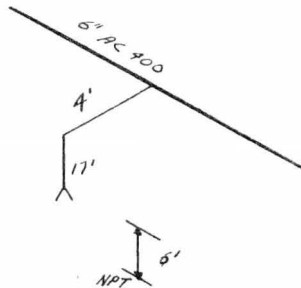
NOTAS:

HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

REFERENCIA SECCION ASPERSOR HIDRANTE FLUJO DIAM. VEL. LONG. PRESION
 TOT. pulg. pie/seg. EQUIV. ΔP_{100} ΔP_{TOT} ESTATICA TOTAL

REFERENCIA	SECCION	ASPERSOR	HIDRANTE	FLUJO TOT. pulg.	DIAM. pulg.	VEL. pie/seg.	LONG. EQUIV.	DIAM. ΔP_{100}	VEL. ΔP_{TOT}	LONG. ESTATICA	PRESION TOTAL		
GA 401	1" AC	Y		9	9	1	3.5	28.5	3.0	0.85	7.37	109.	549
GA 401R		W		9	9							109.	567
GA 407		V		9	9							109.	599
GA 407R		U		9	9							109.	633
GA 406		T		9	9							109.	707
GA 403		S		9	9							109.	805
GA 403R		R		9	9							109.	847
GA 404		P		9	9							110.	469
GA 404R		N		9	9							110.	575
GA 405		M		9	9							110.	885
GA 405R		L		9	9							111.	924

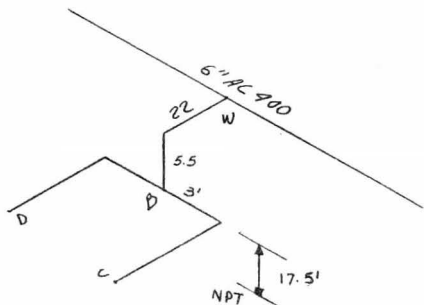
NOTAS:



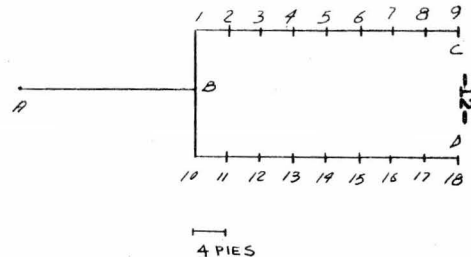
HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

FLUJO DIAM. VEL. LONG. PRESION
 REFERENCIA SECCION ASPERSOR HIDRANTE TOT. pulg. pie/seg. EQUIV. ΔP_{100} ΔP_{TOT} ESTATICA TOTAL

REFERENCIA	SECCION	ASPERSOR	HIDRANTE	TOT.	pulg.	pie/seg.	EQUIV.	100	100	ESTATICA	TOTAL	
FA 401	9-8	9		14	14	1	5.0	4.0	6.0	0.24	102.680	
	8-7	8		14	28	1 1/2	5.0		3.5	0.14	102.920	
	7-6	7		14	42	1 1/2	6.5		6.0	0.24	103.060	
	6-5	6		14	56	2	5.4		3.0	0.12	103.300	
	5-4	5		14	70	2	6.8		4.8	0.19	103.420	
	4-3	4		14	84	2 1/2	5.5		2.5	0.10	103.610	
	3-2	3		14	98	2 1/2	6.5		3.5	0.14	103.710	
	2-1	2		14	112	3	5.3	▼	1.8	0.07	103.850	
	1-B	1		14	126	3	5.8	21.0	2.2	0.46	103.920	
		B									104.382	
	B-X	X			252	4	6.0	57.5	1.8	1.03	2.38	103.037



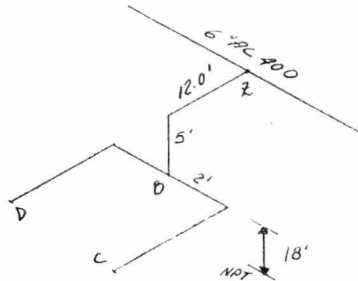
NOTAS:



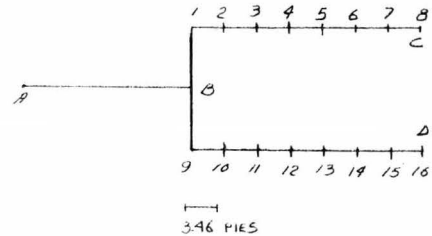
HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

REFERENCIA SECCION ASPERSOR HIDRANTE FLUJO DIAM. VEL. LONG. PRESION
 TOT. pulg. pie/seg. EQUIV. ΔP_{100} ΔP_{TOT} ESTATICA TOTAL

REFERENCIA	SECCION	ASPERSOR	HIDRANTE	FLUJO TOT.	DIAM. pulg.	VEL. pie/seg.	LONG. EQUIV.	ΔP_{100}	ΔP_{TOT}	PRESION ESTATICA	TOTAL	
FA 404	8-7	8		9	9	3/4	5.0	3.46	8.0	0.28	101.845	
	7-6	7		9	18	1	6.5		10.0	0.34	102.125	
	6-5	6		9	27	1 1/2	4.2		2.8	0.97	102.465	
	5-4	5		9	36	1 1/2	5.3		4.0	0.14	103.435	
	4-3	4		9	45	1 1/2	7.0		7.0	0.24	103.575	
	3-2	3		9	54	2	5.0		2.8	0.10	103.815	
	2-1	2		9	63	2	5.8		3.5	0.12	103.915	
	1-B	1		9	72	2	7.0	4.4	5.0	0.22	104.035	
		B									104.255	
	B-Z	Z			144	3	6.0	39.5	2.3	0.90	2.17	102.985



NOTAS:

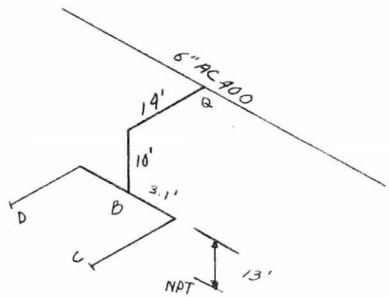


Hoja 13 de 23

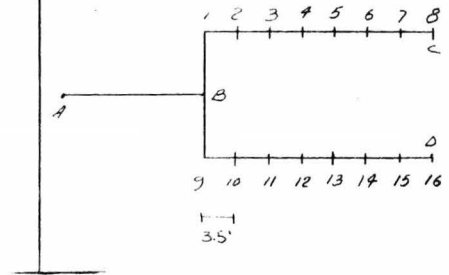
HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

REFERENCIA SECCION ASPERSOR HIDRANTE FLUJO DIAM. VEL. LONG. PRESION
 TOT. pulg. pie/seg. EQUIV. ΔP_{100} ΔP_{TOT} . ESTATICA TOTAL

REFERENCIA	SECCION	ASPERSOR	HIDRANTE	FLUJO TOT.	DIAM. pulg.	VEL. pie/seg.	LONG. EQUIV.	ΔP_{100}	ΔP_{TOT}	PRESION ESTATICA	TOTAL
FA 405	8-7	8		9	9	3/4	5.3	3.5	9.5	0.33	104.992
	7-6	7		9	18	1	6.5		10.0	0.35	105.252
	6-5	6		9	27	1 1/2	4.2		2.8	0.10	105.602
	5-4	5		9	36	1 1/2	5.3		4.0	0.14	105.702
	4-3	4		9	45	1 1/2	7.0		7.0	0.25	105.842
	3-2	3		9	54	2	5.0		2.8	0.10	106.092
	2-1	2		9	63	2	5.8		3.5	0.12	106.192
	1-B	1		9	72	2	7.0	13	5.0	0.65	106.812
		B									106.692
	B-Q	Q			144	3	6.5	37	2.6	0.962	4.33 103.594



NOTAS:

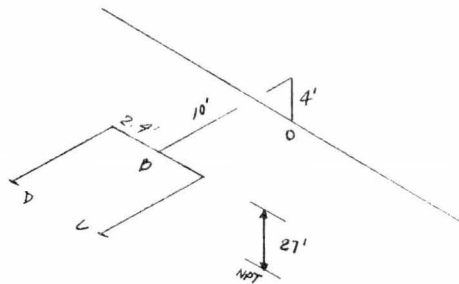


Hoja 14 de 23

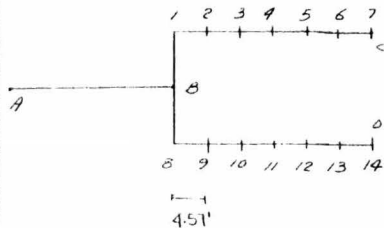
HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

REFERENCIA SECCION ASPERSOR HIDRANTE FLUJO DIAM. VEL. LONG. PRESION
 TOT. pulg. pie/seg. EQUIV. ΔP_{100} ΔP_{TOT} ESTATICA TOTAL

REFERENCIA	SECCION	ASPERSOR	HIDRANTE	FLUJO TOT.	DIAM. pulg.	VEL. pie/seg.	LONG. EQUIV.	ΔP_{100}	ΔP_{TOT}	PRESION ESTATICA	TOTAL
FA 407	7-6	7		14	14	1	5.0	4.57	6.0	0.274	100.000
	6-5	6		14	28	1 1/2	4.3		2.8	0.128	100.274
	5-4	5		14	42	1 1/2	6.5		6.0	0.274	100.402
	4-3	4		14	56	2	5.4		3.0	0.137	100.676
	3-2	3		14	70	2	6.8		4.5	0.205	100.813
	2-1	2		14	84	2 1/2	5.5	4.57	2.5	0.114	101.018
	1-B	1		14	98	2 1/2	6.5	16.1	3.5	0.560	101.132
		B									101.880
	B-0	0			196	4	4.8	41	1.1	0.45	1.73 104.060



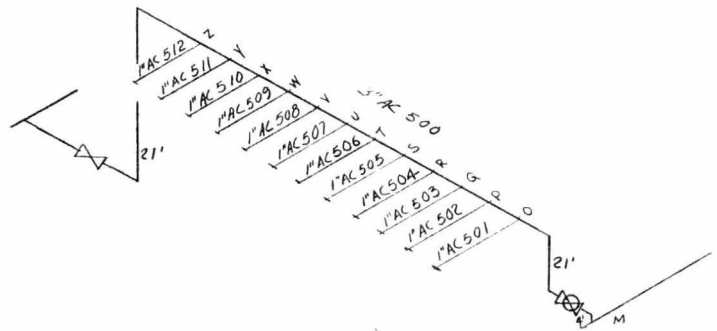
NOTAS:



HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

REFERENCIA SECCION ASPERSOR HIDRANTE FLUJO DIAM. VEL. LONG. PRESION
 TOT. pulg. pie/seg. EQUIV. ΔP_{100} ΔP_{TOT} ESTATICA TOTAL

REFERENCIA	SECCION	ASPERSOR	HIDRANTE	FLUJO TOT.	DIAM. pulg.	VEL. pie/seg.	LONG. EQUIV.	DIAM. EQUIV.	VEL. EQUIV.	LONG. EQUIV.	PRESION ESTATICA	PRESION TOTAL
GA 508	Z-Y	Z		9	9	3	0.4	6.6	0.01	0.001		93.485
GA 506	Y-X	Y		9	18		0.8	37.8	0.055	0.02		93.486
GA 501	X-W	X		9	27		1.4	6.6	0.11	0.007		93.506
GA 501R	W-V	W		9	36		1.5	24.6	0.18	0.044		93.513
GA 502	V-U	V		9	45		1.9	6.6	0.28	0.018		93.557
GA 502R	U-T	U		9	54		2.4	130.0	0.40	0.520		93.575
GA 507	T-S	T		9	63		2.7	6.6	0.50	0.033		94.095
GA 507R	S-R	S		9	72		3.0	13.1	0.60	0.079		94.128
GA 503	R-Q	R		9	81		3.5	6.6	0.80	0.053		94.207
GA 503R	Q-P	Q		9	90		3.8	14.4	1.00	0.144		94.260
GA 504	P-O	P		9	99		4.3	6.6	1.20	0.079		94.404



NOTAS:

HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

FLUJO DIAM. VEL LONG. PRESION
 REFERENCIA SECCION ASPERSOR, HIDRANTE TOT. pulg. pie/seg. EQUIV. ΔP_{100} ΔP_{TOT} . ESTATICA TOTAL

REFERENCIA	SECCION	ASPERSOR	HIDRANTE	FLUJO TOT.	DIAM. pulg.	VEL pie/seg.	LONG.	EQUIV.	ESTATICA	PRESION	TOTAL	
GA 504R		O		9	108	3	5.5		1.4		94.483	
	O-M	M			108	3	5.5	203	1.4	2.84	10.8	108.125

NOTAS:

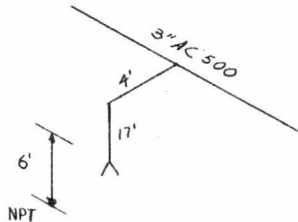
HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

REFERENCIA SECCION ASPERSOR HIDRANTE

FLUJO DIAM. VEL. LONG.
TOT. pulg. pie/seg. EQUIV. ΔP_{100} ΔP_{TOT}

PRESION
ESTATICA TOTAL

REFERENCIA	SECCION	ASPERSOR	HIDRANTE	FLUJO TOT. pulg.	DIAM. pulg.	VEL. pie/seg.	LONG. EQUIV.	ΔP_{100}	ΔP_{TOT}	PRESION ESTATICA	TOTAL	
GA 508	1" AC	Z		9	9	1	3.5	28.5	3.0	0.85	7.37	100,000
GA 506		Y										100,001
GA 501		X										100,021
GA 501R		W										100,028
GA 502		V										100,072
GA 502R		U										100,090
GA 507		T										100,610
GA 507R		S										100,643
GA 503		R										100,722
GA 503R		Q										100,775
GA 504		P										100,919
GA 504R		O										100,998



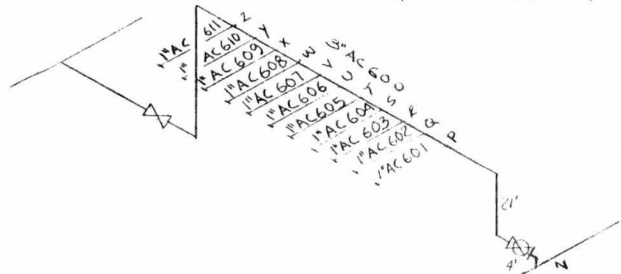
HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

REFERENCIA SECCION ASPERSOR HIDRANTE

FLUJO DIAM. VEL. LONG.
TOT. pulg. pie/seg.

LONG. EQUIV. ΔP_{100} ΔP_{TOT} PRESION ESTADICA TOTAL

REFERENCIA	SECCION	ASPERSOR	HIDRANTE	FLUJO TOT. pulg.	DIAM. pulg.	VEL. pie/seg.	LONG. EQUIV.	ΔP_{100}	ΔP_{TOT}	PRESION ESTADICA TOTAL		
GA 607R	Z-Y	Z		9	9	3	0.4	8.2	0.015	0.001	93.485	
GA 607	Y-X	Y		9	18		0.8	8.2	0.055	0.005	93.486	
GA 605R	X-W	X		9	27		1.4	8.2	0.11	0.009	93.491	
GA 605	W-V	W		9	36		1.55	8.2	0.18	0.015	93.500	
GA 604R	V-U	V		9	45		1.95	8.2	0.28	0.023	93.515	
GA 604	U-T	U		9	54		2.4	42.6	0.40	0.170	93.538	
GA 602	T-S	T		9	63		2.7	8.2	0.50	0.041	93.708	
GA 601R	S-R	S		9	72		3.0	8.2	0.60	0.049	93.749	
GA 601	R-Q	R		9	81		3.5	16.4	0.80	0.131	93.798	
GA 603R	Q-P	Q		9	90		3.8	8.2	1.00	0.082	93.929	
GA 603		P		9	99		4.3				94.011	
	P-N	N			99		4.3	139	1.2	1.668	10.8	106.479

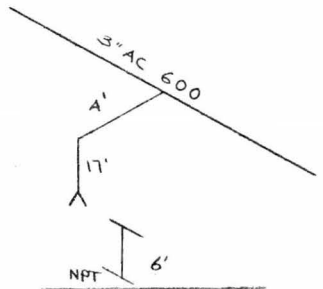


HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

REFERENCIA SECCION ASPERSOR HIDRANTE FLUJO DIAM. VEL. LONG. PRESION
 TOT. pulg. pie/seg. EQUIV. ΔP_{100} ΔP_{TOT} ESTATICA TOTAL

REFERENCIA	SECCION	ASPERSOR	HIDRANTE	FLUJO TOT. pulg.	DIAM. pulg.	VEL. pie/seg.	LONG. EQUIV.	FLUJO TOT. pulg.	DIAM. pulg.	VEL. pie/seg.	LONG. EQUIV.	PRESION ESTATICA	PRESION TOTAL
GA 607R	1" AC	Z		9	9	1	3.5	28.5	3.0	0.855	7.37	100.000	
GA 607		Y										100.001	
GA 605R		X										100.006	
GA 605		W										100.015	
GA 604R		V										100.030	
GA 604		U										100.053	
GA 602		T										100.223	
GA 601R		S										100.264	
GA 601		R										100.313	
GA 603R		Q										100.444	
GA 603		P										100.526	

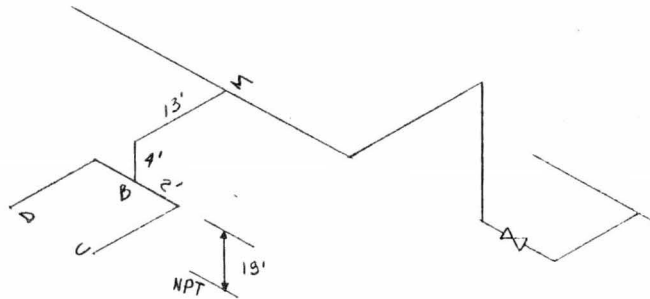
NOTAS:



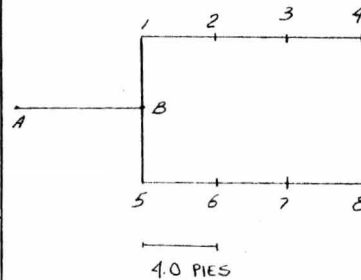
HOJA DE CALCULO HIDRAULICO

REFERENCIA SECCION ASPERSOR HIDRANTE FLUJO DIAM. VEL. LONG. PRESION
 TOT. pulg. pie/seg. EQUIV. ΔP_{100} ΔP_{TOT} ESTATICA TOTAL

REFERENCIA	SECCION	ASPERSOR	HIDRANTE	FLUJO TOT.	DIAM. pulg.	VEL. pie/seg.	LONG. EQUIV.	DIAM. ΔP_{100}	VEL. ΔP_{TOT}	PRESION ESTATICA	TOTAL	
501, 401, 701, 801	4-3	4		14	14	1	5.0	4.0	6.0	0.240	100.000	
	3-2	3		14	28	1 1/2	5.0	4.0	3.5	0.140	100.240	
	2-1	2		14	42	1 1/2	6.5	4.0	6.0	0.240	100.380	
	1-B	1		14	56	2	5.4	4.0	3.0	0.120	100.620	
		B									100.740	
	B-M	M			112	.3	4.8	39.5	1.50	0.593	1.733	99.600



NOTAS:



RESULTADOS:

- 1.- Presión requerida en la alimentación: $8.79 \text{ kg/cm}^2 \text{ man}$
(125 lb/pulg^2) (considerando en el punto más crítico una presión de $7 \text{ kg/cm}^2 \text{ man}$ (100 lb/pulg^2)).
- 2.- Flujo máximo: $20\ 820 \text{ l/min}$ ($5\ 500 \text{ GPM}$)
- 3.- Capacidad de la fuente de suministro: $11\ 992 \text{ m}^3$
($3\ 168\ 000 \text{ galones}$).

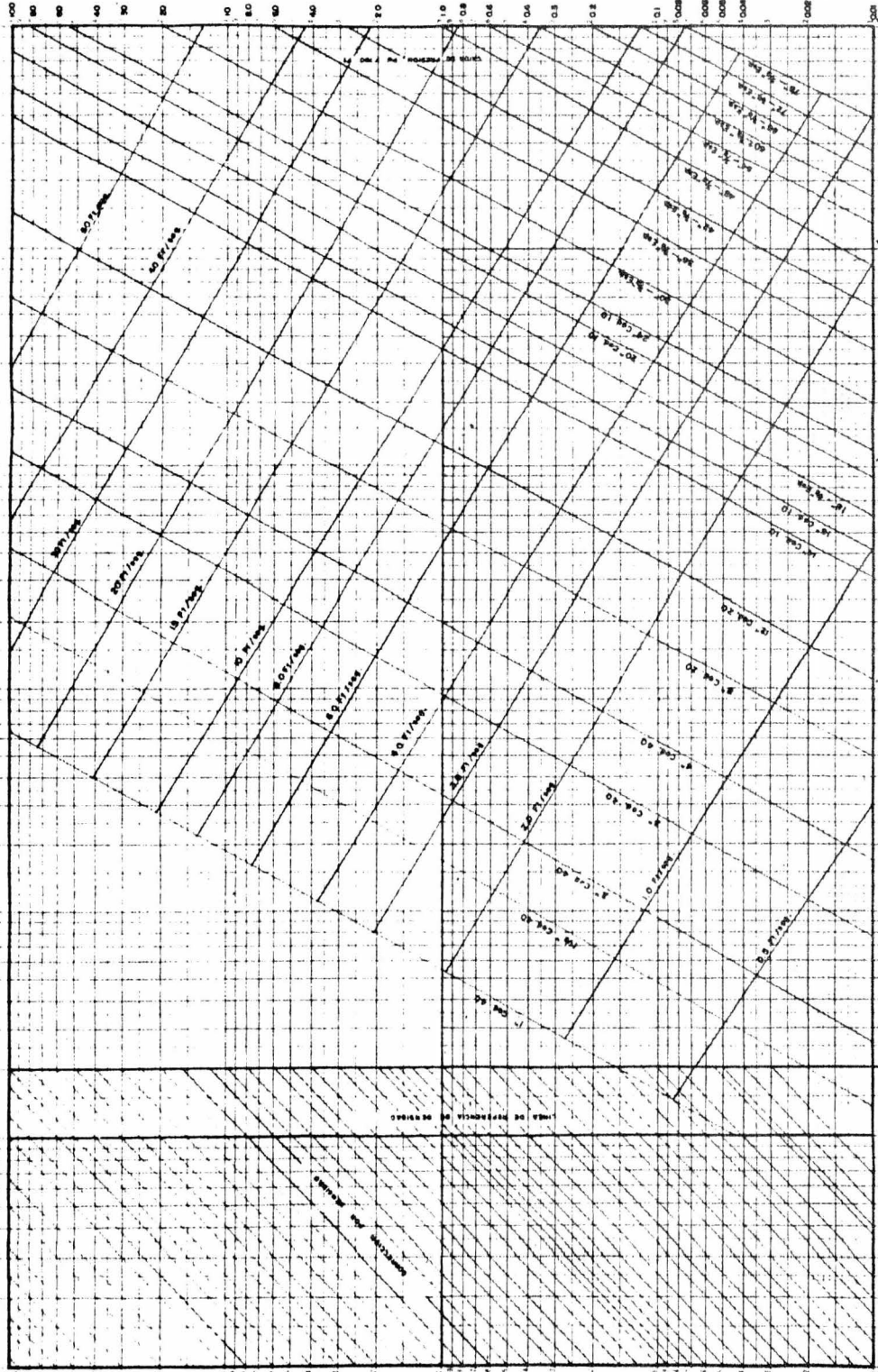
NOTA: PEMEX proporcionará el agua contra incendio requerida a una presión de $8.79 \text{ kg/cm}^2 \text{ man}$ (125 lb/pulg^2)

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

- 1.- Fire Protection Handbook
National Fire Protection Association.
- 2.- Fire Department Support Of
Automatic Sprinkler Systems
International Fire Service Training
Association. College Of Engineering
Oklahoma State University.
- 3.- "Automatic" Sprinkler
Hydraulic Data
"Automatic Sprinkler
Corporation of America"
- 4.- Handbook Of Industrial Loss Prevention
Factory Mutual System.
- 5.- Introduction To Fire Protection
National Fire Protection Association.
- 6.- Safety and Loss Prevention Guide.
Hazard Classification and Protection
Technical Manual
American Institute of Chemical Engineers.
- 7.- National Fire Codes
National Fire Protection Association.

FLUJO DE AGUA A 180° F.
EN TUBOS DE ACERO AL
CARBÓN Y CORRUADO

LA FIGURA SE APLICA SOLOMENTE
A FLUIDOS LÍQUIDOS DE $\mu = 1 \text{ cm}$



FLUJO DE AGUA A 180° F.
EN TUBOS DE ACERO AL
CARBÓN Y CORRUADO

Diagrama - 1/1000

