

111  
24



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA  
INCENDIO PARA UNA PLATAFORMA HABITACIONAL  
MARINA

T E S I S

Que para obtener el Título de  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
presenta:

HUGO SANCHEZ ENRIQUEZ



Director de Tesis: Ing. MANUEL AYALA MARTINEZ

FALLA DE ORIGEN

México, D. F.

1989



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# INDICE

## CONTENIDO

PAGINA

### ANTECEDENTES

#### TEMA I. INTRODUCCION.

1.0	OBJETIVO .....	1
1.1	ALCANCE .....	2
1.2	ASPECTOS GENERALES DE LA EXPLOTACION DE HIDROCARBUROS EN LA SONDA DE CAMPECHE .....	3
1.3	IMPORTANCIA DE LA PROTECCION CONTRA INCENDIO .....	5

#### TEMA II. DESCRIPCION DE UNA PLATAFORMA HABITACIONAL MARINA.

2.0	¿QUE ES UNA PLATAFORMA MARINA? DIFERENTES TIPOS DE PLATAFORMAS MARINAS .....	6
2.1	DESCRIPCION GENERAL DE UNA PLATAFORMA HABITACIONAL MARINA .....	7
2.1.1	PRIMER NIVEL. CUBIERTA DE EQUIPOS DE SERVICIO .....	8
2.1.2	SEGUNDO NIVEL. SERVICIOS GENERALES. COMEDOR Y COCINA .....	8
2.1.3	TERCER NIVEL. DORMITORIOS .....	9
2.1.4	CUARTO NIVEL. DORMITORIOS .....	9
2.1.5	QUINTO NIVEL. EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO .....	9
2.1.6	SEXTO NIVEL. HELIPUERTO .....	9
2.2	DESCRIPCION DE LOS SERVICIOS AUXILIARES .....	9
2.2.1	AGUA DE SERVICIOS .....	9
2.2.2	AGUA POTABLE .....	11
2.2.3	AIRE DE PLANTA .....	13
2.2.4	DIESEL .....	14
2.2.5	TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS .....	15
2.2.6	GENERACION ELECTRICA .....	15
2.2.7	AGUA CONTRA INCENDIO .....	16

#### TEMA III. ANALISIS DE RIESGOS EN UNA PLATAFORMA HABITACIONAL TIPO.

3.0	ARREGLOS DE EQUIPO. CRITERIOS .....	17
3.0.1	CONSIDERACIONES GENERALES .....	17
3.0.2	CONSIDERACIONES ESPECIFICAS .....	18
3.0.3	CONSIDERACIONES AMBIENTALES .....	18
3.0.4	CONSIDERACIONES GEOGRAFICAS .....	19
3.0.5	NORMAS Y CODIGOS .....	19
3.1	CLASIFICACION DE RIESGOS .....	20
3.2	IDENTIFICACION DE RIESGOS .....	21
3.2.1	PRIMER NIVEL. SERVICIOS .....	22
3.2.2	SEGUNDO NIVEL. COMEDOR Y COCINA .....	23
3.2.3	TERCER NIVEL. DORMITORIOS .....	25
3.2.4	CUARTO NIVEL. DORMITORIOS .....	26
3.2.5	QUINTO NIVEL. EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO .....	26
3.2.6	SEXTO NIVEL. HELIPUERTO .....	26

#### TEMA IV. SELECCION DEL TIPO DE DETECCION Y EXTINCION.

4.0	INTRODUCCION .....	28
4.1	CRITERIOS DE DISEÑO .....	28
4.1.1	ESPACIO .....	29
4.1.2	RUTAS DE ESCAPE .....	29
4.1.3	MUROS CONTRA INCENDIO .....	29
4.1.4	SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CONTRA INCENDIO .....	30

(CONT.)

	<u>PAGINA</u>		
4.1.5	RED DE DISTRIBUCION DE AGUA CONTRA INCENDIO.....	30	
4.1.6	SISTEMA DE ROCIADORES.....	31	
4.1.7	HELIPUERTO.....	31	
4.1.8	SISTEMA DE DETECCION DE FUEGO Y ALARMA.....	31	
4.1.9	EXTINGUIDORES PORTATILES Y SEMIORTATILES CONTRA INCENDIO.....	32	
4.1.10	EQUIPO MENOR DE SEGURIDAD Y DE PROTECCION CONTRA INCENDIO.....	33	
4.2	SELECCION DEL TIPO DE DETECCION Y EXTINCION.....	35	
4.2.1	PRIMER NIVEL. SERVICIOS.....	36	
4.2.2	SEGUNDO NIVEL. COMEDOR Y COCINA.....	37	
4.2.3	TERCER NIVEL. DORMITORIOS.....	39	
4.2.4	CUARTO NIVEL. DORMITORIOS.....	40	
4.2.5	QUINTO NIVEL. EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO.....	40	
4.2.6	SEXTO NIVEL. HELIPUERTO.....	41	
<u>TEMA V. DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIO.</u>			
5.0	INTRODUCCION.....	44	
5.1	SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO.....	44	
5.1.1	RED DE DISTRIBUCION DE AGUA CONTRA INCENDIO.....	44	
5.1.2	SISTEMAS DE ROCIADORES.....	45	
5.1.3	RED DE MANGUERAS.....	45	
5.1.4	DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS BOMBAS DE AGUA CONTRA INCENDIO.....	46	
5.2	PROTECCION A HELIPUERTO.....	56	
5.3	SISTEMA DE DETECCION DE FUEGO.....	57	
5.3.1	TABLERO DE DETECCION DE FUEGO.....	59	
5.3.2	EQUIPO DE DETECCION DE FUEGO.....	60	
5.4	EQUIPO MISCLANEO DE SEGURIDAD Y PROTECCION CONTRA INCENDIO.....	61	
5.5	PLAN DE EMERGENCIA.....	62	
<u>CONCLUSIONES.....</u>			64
<u>APENDICE I. PROTECCION CONTRA INCENDIO. PRINCIPIOS BASICOS.</u>			
I.0	DEFINICIONES.....	65	
I.1	TRIANGULO DEL FUEGO.....	68	
I.2	TIPOS DE FUEGOS.....	71	
I.3	FUENTES DE INGNICION.....	72	
I.4	SISTEMAS DE DETECCION Y ALARMA DE INCENDIOS.....	75	
I.4.1	DETECCION. LOS CUATRO PASOS DE UN FUEGO.....	75	
I.4.2	TIPOS DE DETECTORES.....	77	
I.4.3	SISTEMAS DE DETECCION DE INCENDIOS, CONTROL Y ALARMA.....	78	
I.5	EQUIPOS Y SISTEMAS DE EXTINCION.....	80	
I.5.1	AGENTES EXTINTORES.....	80	
I.5.2	EXTINGUIDORES PORTATILES Y UNIDADES MOVILES.....	87	
I.5.3	SISTEMAS DE EXTINCION.....	87	
<u>BIBLIOGRAFIA</u>			

## ANTECEDENTES

La exploración de hidrocarburos en el mar fue iniciada en México en el año de 1965, frente a las costas de Tampico, Tams. y Poza -- Rica, Ver; el resultado de estas exploraciones fue altamente satisfactorio, lo que originó que Petróleos Mexicanos se decidiera por continuar la perforación utilizando para ello plataformas fijas. En ese entonces se instalaron 10 de estas plataformas que fueron todo un éxito, ya que se tenían pozos con grandes volúmenes de producción.

En el año de 1975 se inició nuevamente la exploración de yacimientos en el mar, esta vez en la Sonda de Campeche, a unos 80 Kms. al noreste de la isla de Ciudad del Carmen, Camp.

En forma oficial, los trabajos de instalación de plataformas fijas se iniciaron el 24 de octubre de 1978 con el lanzamiento al mar - de la subestructura de la plataforma de perforación Akal "C"; los resultados obtenidos fueron óptimos y de inmediato se autorizó la instalación de mas plataformas de varios tipos: de perforación, producción, - compresión, enlace, habitacionales, estabilizadoras, rebombeo, de almacenamiento de diesel y monoboyas marinas.

La tarea de construir las plataformas marinas y la producción de crudo y gas resultan relativamente fáciles gracias a las técnicas modernas y al personal altamente especializado con que cuenta Petróleos - Mexicanos; dicho organismo ha desarrollado la infraestructura necesaria para lograr la explotación actual en la Sonda de Campeche, apoyándose - en varias firmas de ingeniería, teniéndose como la primera en desarrollar la ingeniería necesaria para la construcción de éstas a la Compañía Proyectos Marinos, S.C.

TEMA I

## TEMA I

### INTRODUCCION

#### 1.0 OBJETIVO

El desarrollo en los últimos diez años en la Sonda de Campeche para la explotación de hidrocarburos en la plataforma continental ha ido requiriendo en forma creciente de instalaciones para este propósito, incrementando asociado a este desarrollo, la utilización de personal en condiciones de trabajo en el mar en períodos de 14 días fuera de tierra y 14 días de descanso en tierra firme.

Dadas estas condiciones de trabajo y aunadas a los inconvenientes que representaría la movilización diaria del personal a tierra, ha originado que junto con el desarrollo de las instalaciones de producción se consideren instalaciones para alojamiento del personal, dando origen al diseño y construcción de plataformas habitacionales marinas que proporcionen, además de su función principal, servicios de entretenimiento, servicios de comedor y cocina, servicios médicos, de comunicaciones, etc., que dado por la naturaleza misma de la plataforma y de las condiciones de su instalación exigen un diseño que ofrezca óptimas condiciones de seguridad.

Dentro de estas instalaciones los incendios se han clasificado como eventos de alto riesgo y con consecuencias catastróficas por lo que el objetivo de esta Tesis consiste en analizar y diseñar los sistemas de protección contra incendio que garanticen un adecuado nivel de seguridad a la tripulación y a las instalaciones.

## 1.1 ALCANCE

Esta Tesis establece los lineamientos y criterios básicos y su aplicación para el diseño de los sistemas de protección contra incendio de una plataforma habitacional marina a localizarse en la Sonda de Campeche, en acuerdo a normas, regulaciones y recomendaciones aplicables a este tipo de instalaciones, los cuales son expuestos en forma sencilla y concreta.

En el Tema I, se menciona en forma breve el desarrollo que ha tenido la perforación y producción de hidrocarburos costafuera, así como de los factores adversos a considerar en el diseño de este tipo de instalaciones marinas y de la importancia que juega la ingeniería de protección contra incendio.

En el Tema II, se hace una descripción de los diferentes tipos de plataformas marinas instaladas en la Sonda de Campeche, haciendo incapié en las plataformas del tipo habitacional, se hace mención de los niveles de que constan, de las funciones que realizan y servicios que se proporcionan en la misma, tales como agua de servicios, agua potable, aire de planta, diesel y drenajes sanitarios.

Una vez teniendo un panorama más amplio de los requerimientos e instalaciones que deben considerarse en una plataforma habitacional marina, en el Tema III, se exponen los criterios y consideraciones generales para la elaboración de los arreglos de equipo y la definición de áreas de servicio en este tipo de plataformas, considerando las recomendaciones de normas y códigos. Ya analizados y definidos los arreglos generales de equipo se procede a hacer una clasificación e identificación de riesgos para cada uno de los niveles de la plataforma indicando, de acuerdo a la posible clase de fuego, los sistemas de detección y extinción que pueden ser utilizados de acuerdo al área o sitio particular.

Con base en el análisis de riesgos desarrollado en el Tema III,



en el Tema IV, se hace un análisis y selección de las alternativas para los sistemas de detección y extinción indicando en forma específica el tipo de sistema a utilizar en cada área dada.

En el Tema V, se procede al diseño de los sistemas de bombeo y distribución de agua contra incendio, así como del sistema de detección de fuego. Asimismo se incluyen algunos criterios para la orientación y seguridad del personal de abordaje para el caso de abandono de la plataforma.

Por último, se tienen las conclusiones al desarrollo de la Tesis en cuestión. Se hace además la inclusión del Apéndice I, con los principios básicos de la protección contra incendio para ayuda de aquellas personas que no están familiarizados con éstos.

## 1.2 ASPECTOS GENERALES DE LA EXPLOTACION DE HIDROCARBUROS EN LA SONDA DE CAMPECHE

La demanda mundial de recursos adicionales de energía ha motivado a las compañías petroleras a buscar nuevos yacimientos de hidrocarburos, siendo la plataforma continental una de las áreas de exploración que se está desarrollando más rápidamente.

Los grandes gastos en que se incurren en la perforación y producción costafuera han forzado a las compañías petroleras a desarrollar técnicas que mejoren la eficiencia de producción y explotación de los yacimientos. Para construir una plataforma y explotar un campo petrolero costafuera, los buenos indicios de hidrocarburos en un pozo exploratorio no pueden considerarse como un descubrimiento total hasta que no se tenga una idea del tamaño del campo y su posible productividad, para lo cual se requiere una gran cantidad de pruebas en la zona.

Actualmente en México se está desarrollando un ambicioso - -

programa de desarrollo integral en la Sonda de Campeche con proyecciones para el año 2000 tendiente a aprovechar al máximo el potencial petrolero de esos campos, que figura entre los más productivos del mundo, costafuera. La Sonda de Campeche es ya la mayor región petrolera de México y se siguen produciendo importantes descubrimientos; se le considera una de las regiones petroleras desarrolladas en el mar con mayor eficacia y rapidez. La producción se inició aproximadamente en el año de 1979.

Se han tenido importantes descubrimientos de petróleo y gas en otras regiones costafuera, tanto en el Atlántico como en el Pacífico, pero en este momento la actividad de exploración y desarrollo se está concentrando en Campeche.

Los yacimientos en explotación en la Sonda de Campeche se encuentran comprendidos dentro de un área de 900 Km<sup>2</sup>, ubicándose mar adentro aproximadamente a 70 Km. de la costa de Tabasco y a 160 Km. de la Terminal Marítima de Dos Bocas, destacando por su importancia los campos de Akal, Nohoch, Ixtoc, Ku y Abkatún. La perforación direccional se realiza a profundidades que van desde 1.5 Km. hasta 4 Km. con una profundidad del mar que va de 36 m. a 58 m. En los campos anteriores se han definido dos áreas: una con crudo pesado - denominado maya - en su parte central, y otra con crudos ligeros - istmo - en la porción occidental y suroccidental.

El desarrollo de la Sonda de Campeche ha originado una gran planeación logística para la instalación y mantenimiento en operación de las plataformas marinas, e instalaciones para el transporte de los hidrocarburos, tales como: suministro de equipo, materiales y víveres, transporte y alojamiento de personal, sistemas de seguridad, etc.

Las instalaciones marinas presentan un sin número de problemas por sus condiciones ambientales y de instalación como son: el acceso a las instalaciones, el medio de apoyo para todo tipo de maniobras, maniobras bajo el agua, acción del oleaje y el viento periódica-

mente violento, la acción corrosiva del medio salino, corrientes submarinas, erosión del fondo marino, etc., lo cual representa acciones y factores difíciles de evaluar, factores que además deben ser considerados para un diseño seguro, encaminados a salvaguardar la vida del personal de abordo y las instalaciones en estas plataformas.

### 1.3 IMPORTANCIA DE LA PROTECCION CONTRA INCENDIO.

El fuego no es entendido por la mayoría de la gente como una amenaza personal, considerándolo como un evento con una probabilidad muy remota, de ahí su indiferente actitud hacia éste; sólo cuando se presenta causando daños y destrucción es cuando se reconoce su existencia.

La aplicación de la tecnología de protección contra incendio para salvaguardar la vida e instalaciones, normalmente resulta con un alto costo, por lo que frecuentemente resulta más atractivo una protección parcial o mínima que proteger una instalación dada en forma total. Esta decisión debe considerar su costo en relación a las posibles pérdidas materiales por un incendio y las pérdidas humanas, que son invaluableles.

En general, en las plataformas marinas involucradas en el manejo y producción de hidrocarburos, líquidos y gaseosos se pueden tener grandes riesgos derivados del manejo de estos fluidos y de la operación del equipo involucrado.

Por lo anterior, es de primordial importancia que las operaciones en estas plataformas sean conducidas de tal forma que suministren un adecuado nivel de protección y de seguridad al personal y a las instalaciones, además de tratar de evitar al máximo cualquier contaminación al medio ambiente, por lo que el principal objetivo de los sistemas de protección contra incendio es detectar rápidamente una situación de fuego desde su inicio incipiente, advertir a todo el personal ubicado en las instalaciones y controlar el problema antes de que se presente como un riesgo significativo.

TEMA II

## TEMA II

### DESCRIPCION DE UNA PLATAFORMA HABITACIONAL MARINA

#### 2.0 ¿QUE ES UNA PLATAFORMA MARINA? DIFERENTES TIPOS DE PLATAFORMAS MARIAS.

En las operaciones de explotación y producción de crudo en el mar, en la Sonda de Campeche, se cuenta con estructuras fijas formadas por una, dos, tres o más cubiertas sobre las que se tienen diversos equipos e instalaciones, dependiendo de las funciones que habrán de desempeñarse en dichas estructuras; al conjunto de estructura, equipos e instalaciones se le conoce con el nombre de Plataforma Marina; éstas pueden tipificarse como sigue:

- Plataformas de Perforación.

Estas plataformas tienen la función de alojar todos los equipos de perforación y de la instalación de las tuberías denominadas de producción para la extracción de los hidrocarburos de los yacimientos marinos.

- Plataformas de Enlace.

Estas plataformas tienen como funciones las de distribuir, recibir y/o enviar los hidrocarburos a plataformas de producción o compresión adyacentes o remotas y a estaciones de almacenamiento y proceso en tierra firme, a través de tuberías submarinas.

- Plataformas de Producción.

Este tipo de plataformas tienen la función de procesar el crudo extraído de los pozos en explotación, cuyo proceso consiste en la separación en tres fases del crudo recibido: aceite, gas y agua. Otra instalación importante en estas plataformas es el sistema de bombeo para el transporte del crudo, ya sea a otras plataformas o a tierra para su almacenamiento.

- Plataformas de Compresión.

Estas plataformas se encuentran localizadas junto a las plataformas de producción y su función consiste en alojar a los sistemas de compresión de gas, para su transporte; incluye también instalaciones, para endulzamiento de gas para su consumo en las plataformas adyacentes para operación de las turbinas de gas de los sistemas de bombeo, compresión y generación de energía eléctrica.

La filosofía seguida por PEMEX para su agrupamiento es como sigue: las plataformas de perforación se pueden localizar aisladas (remotas) ó en complejos; los complejos se constituyen por un arreglo de una plataforma de perforación, una de enlace, una de producción, una de compresión y una habitacional, interconectadas entre sí por puentes.

## 2.1. DESCRIPCION GENERAL DE UNA PLATAFORMA HABITACIONAL MARINA.

La capacidad de estas plataformas habitacionales marinas, son para dar alojamiento a 127 personas, contando para ello con seis niveles o cubiertas.

El primer nivel corresponde estrictamente a la cubierta de servicios y los cinco restantes corresponden al módulo habitacional, propiamente dicho. La primera cubierta tiene una longitud de 125 pies (38.1 mts.) y 70 pies (21.3 mts.) de ancho.

Las cubiertas correspondientes a cada nivel del módulo habitacional y que se encuentran arriba de la primera cubierta tienen una longitud de 110 pies (33.5 mts.) y 45 pies (13.7 mts.) de ancho, siendo los primeros tres niveles para la instalación del comedor, cocina, dormitorios y áreas de entretenimiento. El cuarto y quinto niveles alojan los

equipos para acondicionamiento de aire y helipuerto respectivamente. En forma más detallada, a continuación se describen los equipos e instalaciones que corresponden a cada cubierta.

#### 2.1.1 Primer Nivel. Cubierta de Equipos de Servicio.

En este nivel se encuentran distribuidos los equipos que sirven para proporcionar los servicios a toda la plataforma. En cuanto a éstos servicios, algunos son generados en esta misma plataforma habitacional y otros se obtienen de alguna fuente de suministro cercana, siendo los principales servicios, generados localmente los siguientes:

- Agua de servicios
- Agua potable
- Aire de planta
- Diesel
- Drenajes sanitarios
- Generación eléctrica
- Agua contra incendio

Estos servicios reciben el nombre de servicios auxiliares, y son los mínimos necesarios para la operación de la plataforma. En la sección 2.2 se hace una descripción más detallada de éstos servicios auxiliares.

#### 2.1.2 Segundo Nivel. Servicios Generales, Comedor y Cocina.

Este nivel corresponde al módulo habitacional de la plataforma y cuenta con las siguientes instalaciones: Comedor, Cocina, Despensa, Lavandería, Sala de Diversión, Gimnasio, Enfermería, Cuarto de Radio, oficinas y Sanitarios. En este nivel se tienen tres cápsulas de escape, cada una con capacidad para 44 personas.

### 2.1.3 Tercer Nivel. Dormitorios

En este nivel se tienen las instalaciones siguientes: dormitorios, lavanderías, cuarto de transformadores y sanitarios. Este nivel - también corresponde al módulo habitacional.

### 2.1.4. Cuarto Nivel. Dormitorios

Este nivel tiene las mismas instalaciones que el anterior.

### 2.1.5 Quinto Nivel. Equipos de Aire Acondicionado.

En este nivel se tienen las instalaciones y equipos para acondicionamiento de aire, tales como: manejadoras de aire, intercambiadores de calor y bombas para agua helada.

### 2.1.6. Sexto Nivel. Helipuerto.

En este nivel se tiene el helipuerto el cual tiene una capacidad para un sólo helicóptero. Este helipuerto es el punto de conexión - entre tierra firme y un conjunto de plataformas o complejo.

## 2.2 DESCRIPCION DE LOS SERVICIOS AUXILIARES.

### 2.2.1 Agua de Servicios.

Este servicio consiste en transferir el agua de mar a la plataforma por medio de bombas del tipo turbina vertical, accionadas por motores eléctricos e instaladas en la cubierta inferior; una de estas bombas se encuentra normalmente en operación y la otra permanece de reserva.

La descarga de estas bombas forman un cabezal común (ver Fig. 2.1), del cual se alimentan dos líneas: una que va hacia las unidades de



potabilización y otra que alimenta a un tanque hidroneumático para mantener presurizado un cabezal que alimenta a las estaciones de agua de servicios y a la red de agua contra incendio. Este tanque es presurizado por una entrada de aire a presión, del sistema de aire de planta.

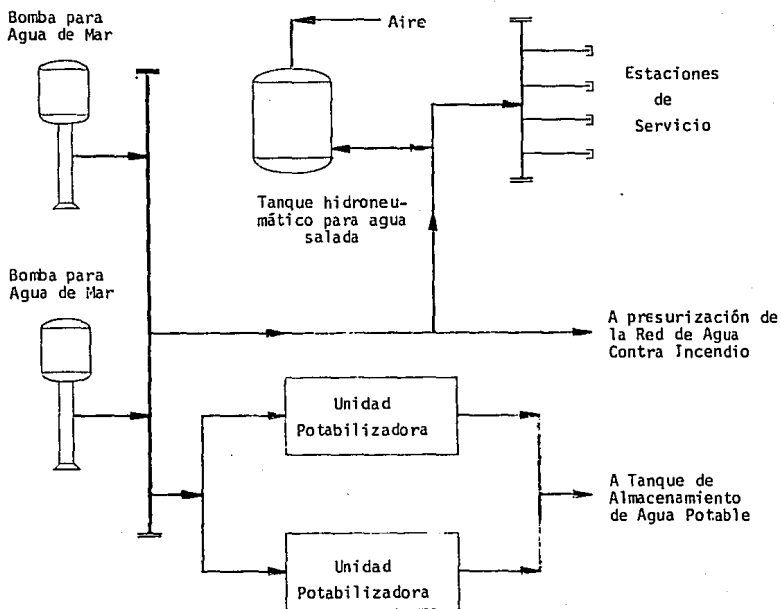


Fig. 2.1 Sistema de Agua de Servicios

### 2.2.2 Agua Potable

El sistema de suministro de agua potable en una plataforma habitacional constituye un sistema básico. Para este tipo de plataforma - este sistema está compuesto por los siguientes equipos (ver. Figs. 2.1 y 2.2):

#### a).- Unidades desaladoras

Estas unidades sirven para purificar el agua de mar y convertirla en agua potable, para lo que se cuenta con dos paquetes de potabilización. De estos dos paquetes uno de ellos se encuentra en operación continua y el otro permanece de respaldo.

#### b).- Unidad de almacenamiento y distribución de agua fría.

En la Plataforma Habitacional se cuenta con un tanque horizontal atmosférico para el almacenamiento del agua potable con un volumen de 25,000 galones y un tiempo de residencia de 4 días.

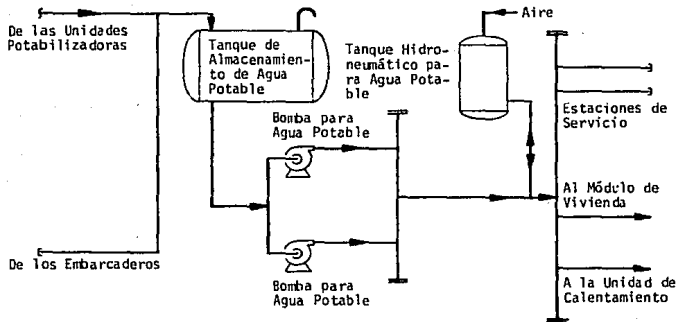


Fig. 2.2 Sistema de Agua Potable

Este tanque puede ser llenado por las unidades potabilizadas ó en caso de alguna emergencia desde barcasas atracadas en los embarcaderos. De este tanque el agua pasa a la succión de unas bombas del tipo centrífugas horizontales accionadas con motor eléctrico, de las cuales una de ellas se encuentra normalmente en operación y la otra de respaldo. El cabezal de descarga de estas bombas alimenta a un tanque hidroneumático de agua potable, cuya finalidad es la de mantener una presión mínima en el sistema de distribución y evitar la operación continua de las bombas de agua potable. El tanque hidroneumático es presurizado por una línea que suministra aire de servicios a presión; el agua almacenada en este tanque es distribuída por un cabezal que alimenta al módulo de vivienda, a la unidad de calentamiento de agua y a estaciones de servicio de agua potable.

c).- Sistema de calentamiento de agua. (Ver Fig. 2.3).

Este sistema está constituido por dos calentadores eléctricos provistos con un control termostático, los cuales reciben agua fría del sistema de agua potable, elevando su temperatura a un valor predeterminado. Esta agua una vez que ha sido calentada es enviada a los módulos de vivienda para los servicios de regaderas, lavabos, cocina y lavanderías.

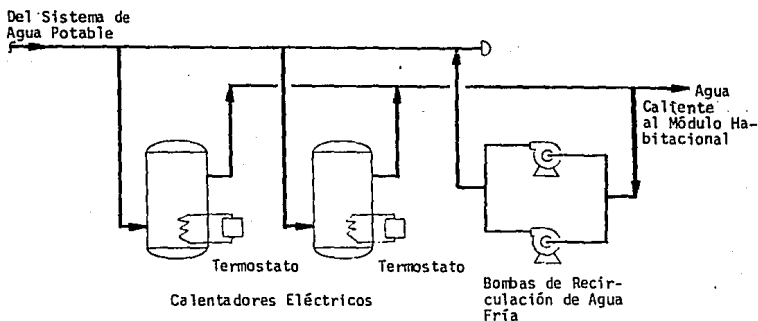


Fig. 2.3 Sistema de Calentamiento de Agua

El agua que no ha sido utilizada en los módulos y que ha permanecido en las tuberías tiende a enfriarse, razón por la cual al llegar a un cierto límite de temperatura, esta agua es enviada al cabezal de alimentación de agua fría - de los calentadores, por medio de dos bombas de recirculación de agua fría, una de las cuales normalmente se encuentra en operación y la otra de reserva.

### 2.2.3 Aire de Planta.

El sistema de aire de planta (Fig. 2.4) está constituido por dos compresores recíprocos, descargando a un receptor de aire; la descarga de este receptor de aire de planta forma el cabezal de distribución que suministra aire a las estaciones de servicio y a los tanques hidroneumáticos de agua de mar y de agua potable.

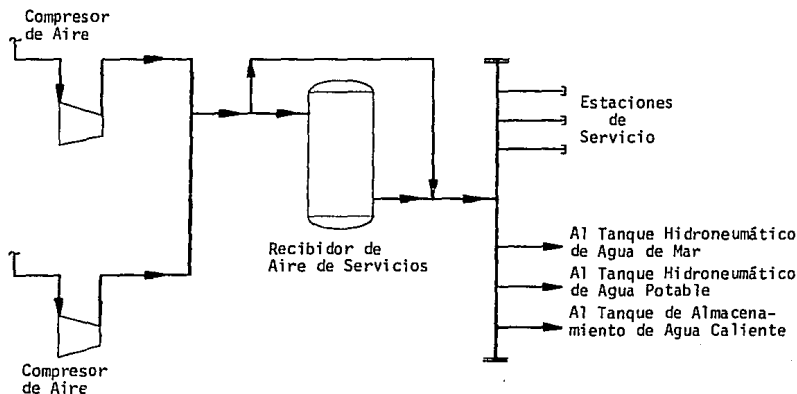


Fig. 2.4 Sistema de Aire de Planta

#### 2.2.4 Diesel.

En estas plataformas se cuenta con un sistema de diesel, el cual es requerido para ser suministrado a los motores de combustión interna que se tienen instalados, tales como el de la grúa de pedestal, generadores eléctricos, bombas contra incendio y el incinerador de basura. El diesel es transportado a la plataforma por medio de barcazas y transferido a un tanque de almacenamiento atmosférico, por medio de líneas que se tienen instaladas en los embarcaderos. El diesel así almacenado es succionado por unas bombas y hecho pasar por unos filtros para ser alimentado al sistema de distribución. (Ver. Fig. 2.5).

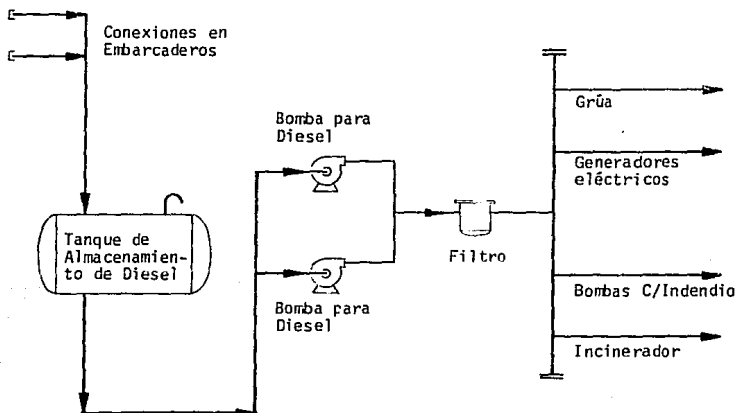


Fig. 2.5 Sistema de Diesel

### 2.2.5 Tratamiento de Aguas Negras.

La finalidad principal de este sistema es la de tratar los desnajeros sanitarios producidos en los módulos habitacionales tales como - - aguas negras y jabonosas.

Para ello se cuenta con una unidad de tratamiento, la cual está formada por una cámara de aereación donde la materia orgánica de los desechos es "digerida" por bacterias y microorganismos. El oxígeno requerido por estos microorganismos para efectuar la descomposición biológica se suministra introduciendo aire por el fondo de la cámara, por medio de un ventilador.

El agua de desecho producida pasa a una cámara de clarificación; en esta cámara la materia en suspensión existente se deposita en el fondo y se recircula a la cámara de aereación. Finalmente el agua ya clarificada es sometida a un tratamiento de cloración dentro de otro tanque y de ahí es descargada por gravedad al mar, libre de materia flotante.

### 2.2.6 Generación Eléctrica.

El sistema de generación está formado por dos generadores accionados con motor de combustión interna, los cuales proporcionarán energía a todos los equipos y servicios de la plataforma que la requieran para la operación normal de esta plataforma tales como motores, tableros, alumbrado, servicio de radio, teléfono, etc.

En caso de falla de este sistema se cuenta con un generador de emergencia, accionado también con motor de combustión interna, proporcionando energía a un número limitado de equipos y servicios considerados - como fundamentales para continuar con las operaciones de la plataforma.

### 2.2.7 Agua Contra Incendio.

Este sistema consiste básicamente de dos bombas del tipo turbina vertical para el manejo de agua de mar, de una red de tuberías de distribución, de hidrantes y boquillas rociadoras, teniendo como finalidad el proporcionar un suministro confiable y seguro de agua para lograr el control y la extinción de un posible incendio en esta plataforma. En el Tema IV, Secciones 4.1.4 a 4.1.6 y en el Tema V, Sección 5.1. se detalla y analiza este sistema.





ANALISIS DE RIESGOS EN UNA PLATAFORMA HABITACIONAL TIPO

3.0 ARREGLOS DE EQUIPOS. CRITERIOS.

En el diseño de una plataforma habitacional marina el factor principal que debe considerarse es la seguridad del personal que se encuentra a bordo, así como el de prevenir posibles daños económicos y --contaminaciones al medio ambiente. Para lograr lo anterior y disminuir además los riesgos por posibles incendios, se debe contar con arreglos de equipo que cumplan con ciertas consideraciones y criterios de seguridad, de operación, de mantenimiento y de construcción, siendo los más importantes los que se describen a continuación, sin que intenten ser todos, pero servirán para mostrar la diversificación de factores que deben ser tomados en cuenta.

3.0.1 Consideraciones Generales.

Para lograr una operación y mantenimiento adecuados, la planeación y arreglo de equipo en este tipo de plataforma requieren de la consideración de diversos factores, siendo el más importante el espacio. Se debe considerar un espacio adecuado alrededor de maquinaria, tanques, recipientes y tuberías para permitir fácil acceso para mantenimiento y operación por parte del personal, proteger al personal de daños mecánicos, protección de fuentes de ignición, proporcionar accesos para controlar y limitar la exposición de equipo e instalaciones a posibles --fuegos.

Las áreas en donde se localice equipo de proceso deben diseñarse y ser localizadas de tal manera que los daños ocasionados por un fuego o explosión sean mínimos y no representen ningún riesgo al equipo y personal en áreas cercanas.

Los equipos de control y de importancia relativos a seguridad tales como generadores de emergencia, baterías de emergencia, bombas de agua contra incendio, deben ser localizados en áreas sin riesgo, alejados de posibles fuentes de ignición, así como de tuberías o equipos que contengan productos inflamables los cuales en caso de sufrir una fuga representan una fuente potencial de incendio.

### 3.0.2 Consideraciones Específicas.

La consideración principal en el diseño de este tipo de instalación, es la seguridad del personal de operación, requiriéndose para ello de escaleras, rutas de escape, corredores, barandales y en general de todos los medios que ayuden a proporcionarle la suficiente confianza de seguridad a bordo de la plataforma.

En cuanto a las áreas destinadas a los cuartos de vivienda o habitaciones, éstas deben estar lo más alejadas posible de fuegos externos, explosiones y ruido, para lo cual deben ser localizadas al lado opuesto de las áreas de operación y contar con escaleras de acceso que la comuniquen con áreas seguras.

Es además muy importante que en el diseño de estos cuartos de vivienda se cuente con áreas suficientes para la recreación del personal y así proporcionarle un medio de relajamiento y entretenimiento durante sus horas de descanso, tales como gimnasio, sala de televisión y sala de juegos.

Con lo anterior, se brindará al personal una atmósfera de confianza y seguridad al encontrarse en este tipo de instalaciones.

### 3.0.3 Consideraciones Ambientales.

Este tipo de consideraciones se deben tomar en cuenta en el

diseño de la plataforma. Estas son: las corrientes marinas, oleaje, mareas y vientos, para fijar la orientación de la estructura, localización de helipuertos, quemadores (cuando se cuente con ellos), sistemas de -- alivio, grúas, sistemas de escape.

Así mismo, las condiciones tales como temperatura ambiente, precipitación pluvial, humedad y vientos tienen un efecto significativo en el diseño del tipo de estructura; por ejemplo en climas fríos las - plataformas tipo cerradas son deseables, en tanto que en climas cálidos las plataformas tipo abiertas son las recomendadas, con lo que las consideraciones de diseño de ventilación, estructurales, eléctricas, etc., se ven afectadas. Para el caso particular de esta plataforma, se tendrá una del tipo abierto.

#### 3.0.4 Consideraciones Geográficas.

Las plataformas marinas instaladas en localizaciones remotas requieren más planeación que aquellas localizadas cerca de los campos - de fabricación y puntos de suministro. Es por esto, que este tipo de - estructuras remotas, como es nuestro caso, deben ser arregladas para -- permitir el uso de equipo prefabricado y en paquete, así como proveer - los requerimientos de almacenamiento y manejo de materiales necesarios tanto para el personal como para el correcto funcionamiento de los equi - pos que se encuentran a bordo de la plataforma, tales como agua potable y diesel.

#### 3.0.5 Normas y Códigos.

Existen Normas y Códigos que dan lineamientos generales para los arreglos de equipo en las plataformas marinas, así como para su localización, pero éstos sólo pueden ser definidos tomando las condiciones particulares de la plataforma de que se trate. Entre los Códigos más - importantes se encuentra el API RP 2G (American Petroleum Institute.

Recommended Practice for Production Facilities on Offshore Structures), en el que se dan una serie de recomendaciones para la planeación, el diseño y el arreglo del equipo de producción en estructuras marinas.

### 3.1 CLASIFICACION DE RIESGOS.

Los sitios en donde se puede presentar un posible incendio, presentan ciertos riesgos, los cuales, dependiendo de los materiales combustibles o inflamables que se encuentran en dicho sitio, pueden ser clasificados en esta plataforma de la forma siguiente:

#### Riesgo Categoría I.

Son aquellos sitios en donde la cantidad total de materiales combustibles capaces de producir un fuego Clase A se encuentran presentes en pequeñas cantidades. En esta clasificación se entiende que la mayoría de los materiales que se encuentran en dicho sitio son no muy combustibles, o que están arreglados de tal forma que un fuego no es es parcido rápidamente. Pequeñas cantidades de productos inflamables Clase B están incluidos aquí, considerando que son mantenidos en recipientes cerrados y almacenados en forma segura.

#### Riesgos Categoría II.

Son aquellos sitios en los cuales la cantidad total de materiales combustibles capaces de producir un fuego Clase A y de productos inflamables capaces de producir fuegos Clase B están presentes en cantidades más grandes que las esperadas en sitios con Riesgo Categoría I.

#### Riesgos Categoría III.

Son aquellos sitios donde la cantidad total de materiales combustibles e inflamables capaces de producir fuegos Clase A y Clase B respectivamente están presentes en almacenamientos, uso para producción y/o productos terminados, por encima de aquellos esperados y clasificados como Riesgos Categoría II.

#### Riesgos Categoría IV.

Son aquellos sitios en los que los equipos sólo pueden presentar fuegos Clase C, es decir son fuegos que se presentan en equipo eléctrico energizado. Cuando el equipo eléctrico se encuentra desenergizado y se presenta un fuego, éste se transforma en fuego Clase A ó -- Clase B, es decir corresponderá a sitios con Riesgo I, II ó III.

### 3.2 IDENTIFICACION DE RIESGOS.

Una vez que se han definido los tipos de riesgos, se procederá a la identificación de estos riesgos de acuerdo a los equipos ó - - áreas de que se trate en cada nivel de la plataforma, haciendo la recomendación de los posibles equipos y sistemas de detección y agentes de extinción que pueden ser empleados, teniéndose lo siguiente:

3.2.1 Primer Nivel. Servicios.

AREA O LOCAL	EQUIPO LOCALIZADO EN ESTA AREA O LOCAL	POSIBLE CLASE DE FUEGO	TIPO DE RIESGO	PROTECCION		NOTAS DE REFERENCIA
				TIPO DE DETECTOR	EXTINCION	
Cuarto de Generación.	Generadores eléctricos accionados con motor de combustión interna (diesel).	B, C	III, IV	Térmico, humo, flama.	Polvo químico seco, CO <sub>2</sub> , HALON.	(NOTA 1)
Cuarto de Control.	Tableros de control y tableros de distribución.	C	IV	Térmico, humo, flama.	Polvo químico seco, CO <sub>2</sub> , HALON.	(NOTA 1)
Cuarto de Baterías.	Baterías tipo Níquel-cadmio y cargadores de baterías.	C	IV	Térmico, humo, flama.	Polvo químico seco, CO <sub>2</sub> , HALON.	(NOTA 1)
Almacén	Papelera, envolturas y botellas de plástico, cajas de cartón.	A, B	I,II,III	Térmico, humo, flama.	Polvo químico seco, CO <sub>2</sub> , HALON, agua, espuma.	(NOTA 3)
Oficina	Papelera, sofás y sillas con cubierta de vinil.	A	I	Térmico, humo, flama.	Polvo químico seco, CO <sub>2</sub> , HALON, agua, espuma.	(NOTA 3)
Cubierta	Motores eléctricos y motores de combustión interna para accionamiento de bombas diversas, tanque para almacenamiento de diesel, unidades desaladoras, incinerador, compresor y receptor de aire, centrifugas de diesel, sist. para calentamiento de agua, unidad de tratamiento de aguas negras.	A, B, C.	I,II,III,IV	(Ver Nota 2)	Agua, espuma, polvo químico seco, CO <sub>2</sub> , HALON	(NOTA 3)

## 3.2.2 Segundo Nivel. Comedor y Cocina

AREA O LOCAL	EQUIPO LOCALIZADO EN ESTA AREA O LOCAL	POSIBLE CLASE DE FUEGO	TIPO DE RIESGO	PROTECCION		NOTAS DE REFERENCIA
				TIPO DE DETECTOR	EXTINCION	
Comedor.	Mesas, sillas (con cubierta de vinil)	A	I	Térmico, humo, flama.	Agua, espuma, polvo químico seco, CO <sub>2</sub> , HALON.	(NOTA 3)
Cocina.	Estufa de gas, envases y envolturas de alimentos, aceite comestible en botellas de plástico.	A, B	I,II	Térmico, humo, flama.	Agua, espuma, polvo químico seco, CO <sub>2</sub> , HALON.	(NOTA 3)
Despensa.	Alimentos envasados ó envueltos en papel o contenidos en cajas de cartón, aceite comestible en botellas de plástico.	A, B	II,III	Térmico, humo, flama.	Agua, espuma, polvo químico seco, CO <sub>2</sub> , HALON.	(NOTA 3)
Lavandería.	Lavadoras y secadoras eléctricas, planchadora, área para almacenar ropa limpia y sucia.	A, C	I, IV	Térmico, humo, flama.	Polvo químico seco, CO <sub>2</sub> , HALON.	(NOTA 1)
Sala de diversión.	Sofás y sillas con cubierta de vinil, televisión.	A, C	I, IV	Térmico, humo, flama.	Polvo químico seco, CO <sub>2</sub> , HALON.	(NOTA 1)
Oficinas.	Papelería, sofás y sillas con cubierta de vinil.	A	I	Térmico, humo, flama.	Agua, espuma, polvo químico seco, CO <sub>2</sub> , HALON.	(NOTA 3)

3.2.2 Segundo Nivel. Comedor y Cocina. (Cont...)

AREA O LOCAL	EQUIPO LOCALIZADO EN ESTA AREA O LOCAL	POSIBLE CLASE DE FUEGO	TIPO DE RIESGO	PROTECCION		NOTAS DE REFERENCIA
				TIPO DE DETECTOR	EXTINCION	
Enfermería.	Sofás y sillas con cubierta de vinil, líquidos inflamables, papelería.	A, B	I, II	Térmico, humo, flama.	Agua, espuma, polvo químico seco, CO <sub>2</sub> , HALON.	(NOTA 3)
Pasillos.	Posible almacenamiento de materiales combustibles o inflamables, así como de productos en cajas de cartón.	A, B	I, II, III	Térmico, humo, flama.	Agua, espuma, polvo químico seco, CO <sub>2</sub> , HALON.	(NOTA 3)
Cuarto de Radio.	Aparatos eléctricos y electrónicos.	C	IV	Térmico, humo, flama.	Polvo químico seco, CO <sub>2</sub> , HALON.	(NOTA 1)
Estación Submaestra.	Consolas y tableros de control.	C	IV	Térmico, humo, flama.	Polvo químico seco, CO <sub>2</sub> , HALON.	(NOTA 1)
Transformadores.	Transformadores.	C	IV	Térmico, humo, flama.	Polvo químico seco, CO <sub>2</sub> , HALON.	(NOTA 1)
Sanitarios y Gimnasio.	Instalaciones que no presentan la posibilidad de algún riesgo de incendio.	-	-	-	-	-



3.2.3 Tercer Nivel. Dormitorios

AREA O LOCAL	EQUIPO LOCALIZADO EN ESTA AREA O LOCAL	POSIBLE CLASE DE FUEGO	TIPO DE RIESGO	PROTECCION		NOTAS DE REFERENCIA
				TIPO DE DETECTOR	EXTINCION	
Dormitorios.	Literas de madera, sábanas, colchas, colchones.	A	I	Térmico, humo, flama.	Agua, espuma, polvo químico seco, CO <sub>2</sub> , HALON.	(NOTA 3)
Lavandería.	Lavadoras y secadoras eléctricas, planchadora, área para almacenar ropa limpia y sucia.	A, C	I, IV	Térmico, humo, flama.	Polvo químico seco, CO <sub>2</sub> , HALON.	(NOTA 1)
Pasillos.	Posible almacenamiento de materiales combustibles o inflamables así como de productos en cajas de cartón.	A, B	I, II, III	Térmico, humo, flama.	Agua, espuma, polvo químico seco, CO <sub>2</sub> , HALON.	(NOTA 3)
Transformadores.	Transformadores enfriados por aceite.	B, C	III, IV	Térmico, humo, flama.	Polvo químico seco, CO <sub>2</sub> , HALON.	(NOTA 1)
Sanitarios.	Instalaciones que no presentan la posibilidad de algún riesgo de incendio.	-	-	-	-	-

3.2.4 Cuarto Nivel. Dormitorios.  
(Descripción igual a la del Tercer Nivel).

3.2.5 Quinto Nivel. Equipo de Aire Acondicionado.  
(Instalaciones que no presentan la posibilidad de algún riesgo de fuego, debido a lo aislado que se encuentran de cualquier fuente de combustible).

3.2.6 Sexto Nivel. Helipuerto.

AREA O LOCAL	EQUIPO LOCALIZADO EN ESTA AREA O LOCAL	POSIBLE CLASE DE FUEGO	TIPO DE RIESGO	PROTECCION		NOTAS DE REFERENCIA
				TIPO DE DETECTOR	EXTINCION	
Helipuerto.	Helicópteros.	A, B	I, II, III	-	Agua, espuma, polvo químico seco, CO <sub>2</sub> , HALON.	(NOTA 3)

- NOTAS:**
1. El uso de agua o espuma como agentes extintores para estas áreas o equipos no es recomendable, por tener la presencia de equipo eléctrico energizado.
  2. La detección de un conato de incendio para áreas interiores y exteriores también podrá ser hecha por el personal de a bordo, para lo cual se contará con estaciones de alarma manual estratégicamente distribuidas en cada nivel, local o cuarto y/o accesos principales.
  3. No existe ninguna restricción para el uso de los agentes extintores indicados, pudiéndose usar cualquiera o una combinación de ellos, siempre y cuando sean compatibles entre sí.

TEMA IV

TEMA IV  
SELECCION DEL TIPO DE  
DETECCION Y EXTINCION

4.0 INTRODUCCION

Partiendo del análisis de riesgos realizado en el capítulo anterior para cada área, sitio o cuarto de cada uno de los niveles de la plataforma, se procederá a realizar una selección de las alternativas - en cuanto al uso de un sistema de detección y de extinción en un sitio determinado.

Para efectuar una recomendación apropiada, se tomará en cuenta la experiencia que se tiene en el diseño de los sistemas de protección contra incendio para las plataformas marinas que se instalan actualmente en la Sonda de Campeche.

Así mismo, para reforzar la recomendación anterior de utilizar un sistema de detección y/o extinción en un sitio dado, se hará uso de información de los fabricantes de equipo, en la que en base a pruebas - certificadas hacen recomendaciones para la localización y óptimas condiciones de operación de sus equipos.

4.1 CRITERIOS DE DISEÑO

Una plataforma habitacional marina es una instalación generalmente compacta, aislada y tripulada, en la cual para poder proporcionar el nivel de protección necesario al personal y al equipo, se requiere que los sistemas de detección y extinción de incendios sean diseñados para una operación automática y manual.

Como se ha mencionado en capítulos anteriores, el propósito principal de estos sistemas de protección contra incendio es el de lo-

calizar e identificar rápidamente la situación de riesgo en la plataforma, advertir a todo el personal ubicado en esta instalación y controlar el problema antes de que se presente un riesgo significativo al personal y a las instalaciones; para lograr lo anterior es necesario considerar los aspectos siguientes:

#### 4.1.1 Espacio.

Las limitaciones de espacio en la plataforma imponen ciertas condiciones de riesgo no comunes en instalaciones similares en tierra, es por esto que el equipo y las instalaciones deben seleccionarse y contar con un arreglo que cumpla rigurosamente con las Normas establecidas, tal como se mencionó en el Tema III, Sección 3.0.1.

#### 4.1.2 Rutas de Escape.

Debe haber como mínimo dos rutas de escape ubicadas en direcciones opuestas, extendiéndose desde el nivel o cubierta superior que contenga al módulo habitacional o que se encuentre continuamente ocupada, a cada nivel inferior, hasta llegar al nivel del mar. Estas rutas de escape deben ser localizadas en forma accesible para el personal, para una rápida y segura evacuación de la plataforma.

#### 4.1.3 Muros Contra Incendio.

Cuando por limitaciones de espacio no se puedan separar razonablemente equipos que así lo requieran, éstos deben separarse mediante barreras o muros contra incendio. Debido a que las viviendas son una fuente de ignición, éstas deben aislarse de las fuentes de combustible en la forma más práctica posible. Una distancia adecuada o muros contra incendio deben separar los cuartos habitacionales de otras áreas de la

plataforma. La pared o muro contra incendio puede ser una parte integral de la estructura de la vivienda, debiendo reducirse al mínimo - - cualquier tipo de abertura, tal como ventanas.

#### 4.1.4 Sistema de Bombeo de Agua Contra Incendio.

Se debe disponer de dos bombas del tipo turbina vertical, para manejar agua de mar y alimentar a la red de agua contra incendio.

Una bomba, la principal, debe ser accionada con motor eléctrico, y la otra, de apoyo, accionada con motor de combustión interna. Cada una de estas bombas debe ser capaz de proporcionar la máxima demanda de agua para el riesgo mayor. La máxima demanda de agua se define como la cantidad de agua requerida para la operación de los sistemas automáticos y manuales considerados para controlar el incendio que se presente en el área de mayor riesgo, incluyendo dentro de esta demanda la cantidad de agua necesaria para proteger el equipo adyacente a la exposición de un posible incendio.

Estas bombas deben contar con un sistema de arranque manual y secuencial automático debiendo seleccionarse de tal forma que proporcionen una presión mínima de operación al sistema de distribución así como al hidrante, monitor ó instalación más lejana, en condiciones hidráulicas más desfavorables.

#### 4.1.5 Red de Distribución de Agua Contra Incendio.

Esta red debe ser dimensionada y diseñada para proporcionar un sistema de distribución común para todos los niveles. La tubería principal debe formar anillos, de los cuales se conectarán las derivaciones para hidrantes y sistemas de rociadores; esta red debe estar normalmente presurizada.

La red de agua contra incendio debe además estar provista -- con líneas que podrán ser alimentadas desde los embarcaderos por bar--cos contra incendio y recibir apoyo en caso necesario.

#### 4.1.6 Sistemas de Rociadores.

En general todas las áreas que forman el módulo habitacional tales como comedor, cocina, dormitorios, pasillos, etc. deben ser protegidos por sistemas de inundación a base de boquillas rociadoras con ampolleta de cuarzo, los cuales operarán en forma automática en caso - de incendio. La densidad de diseño a aplicar en estas áreas será de 0.12 GPM/pie<sup>2</sup>.

#### 4.1.7 Helipuerto.

La protección al helipuerto debe consistir de equipos y agentes extintores capaces de controlar y extinguir un incendio ocasionado por el derrame accidental de combustibles líquidos. Para este caso, se recomienda el uso de al menos dos estaciones de mangueras para el su--ministro de solución de agua-espuma, localizadas en lados opuestos en el helipuerto. La determinación de la capacidad del sistema de espuma se hará considerando la operación continua de un número de estaciones de manguera disponibles por un tiempo mínimo de 10 minutos. En caso de tenerse un sistema fijo de espuma tal como monitores, el suministro a estos monitores y estaciones de manguera deberá proporcionarse por un período mínimo de 5 minutos. Como complemento al sistema de espuma anterior, se recomienda el uso de polvo químico seco compatible con dicha espuma.

#### 4.1.8 Sistema de Detección de Fuego y Alarma.

La detección de un fuego lo más pronto posible es muy importante, ya que los daños serán minimizados antes de que dicho fuego al-



cance proporciones incontrolables. Es por esto que se debe contar con un sistema de detección de fuego y alarma; esta detección puede realizarse por medio de detectores automáticos de fuego o en forma manual - por el personal, recibiendo esta señal de fuego en un tablero de control el cual iniciará las funciones de paro de equipos y alarma en la plataforma, de acuerdo con una secuencia de acciones predeterminada.

#### 4.1.9 Extinguidores Portátiles y Semiportátiles.

Los extinguidores se usarán como el primer equipo para atacar, controlar y extinguir un incendio, dependiendo esto de: la cantidad de agente o el tamaño del extinguidor, del tamaño del fuego esperado, de la efectividad del agente extintor y de la experiencia del personal que va a operar este equipo.

Una de las grandes ventajas que tiene este equipo de extinguidores es su característica de ser equipos "paquete" los cuales pueden usarse para protección sin depender de ninguna fuente externa de energía; por otro lado, una desventaja es que la cantidad de agente extintor está limitada a la capacidad de la unidad seleccionada. Este factor y los señalados anteriormente, además de la naturaleza de los fuegos potenciales deben ser considerados cuidadosamente al seleccionar el tamaño y número de extinguidores para proteger un área o equipo dado.

Los extinguidores portátiles son utilizados con más efectividad cuando están disponibles en número suficiente y capacidad de extinción adecuada para usarse por personas familiarizadas con su operación. Algunas recomendaciones para la localización de estos extinguidores son las siguientes:

- Los extinguidores deben ser fácilmente accesibles y estar inmediatamente disponibles en caso de un fuego.
- Los extinguidores deben ser instalados donde puedan ser fácilmente vistos y no deben estar obstruidos.

- Donde un extinguidor para un fuego específico es recomendado, se pueden usar extinguidores capaces para una o dos clases, su ministrando un rango para la clase especificada.
- La máxima distancia a recorrer desde cualquier punto de la plataforma a un extinguidor no debe exceder de 50 pies (15.2 m).
- Un extinguidor portátil Clase B debe ser localizado a no más de 10 pies (3.0 m) de distancia de cada escalera sobre cada cubierta que tenga posibilidades de un fuego potencial.
- Un extinguidor portátil Clase B debe ser localizado para cada máquina de combustión interna o turbina de gas instalada en alguna área cerrada.
- Un extinguidor portátil Clase B debe proporcionarse por cada tres máquinas de combustión interna o turbinas de gas instaladas en áreas abiertas.
- Un extinguidor portátil Clase C debe proporcionarse por cada dos generadores eléctricos y por cada dos motores eléctricos con capacidad de 5 H.P. o mayores.
- Un extinguidor portátil Clase A debe ser instalado en cada corredor principal del módulo de vivienda.
- Un extinguidor portátil Clase A debe ser instalado en cada dormitorio ocupado por más de cuatro personas.
- Un extinguidor portátil Clase C debe instalarse en el cuarto de radio u otras áreas cerradas conteniendo concentraciones significativas de equipo eléctrico o de control.
- Un extinguidor portátil de la clase apropiada debe instalarse en bodegas o almacenes.

#### 4.1.10 Equipo Menor de Seguridad y de Protección Contra Incendio.

Se debe contar en la plataforma con la cantidad suficiente de equipo de seguridad y de protección contra incendio para dotar a todo el personal y proporcionarlo al mismo tiempo, en caso de presentarse algún siniestro. Entre estos equipos se tienen los siguientes:

- Estaciones de Mangueras para Agua Contra Incendio.  
En plataformas tripuladas las 24 horas, como es el caso de -

esta plataforma habitacional marina, se deberá contar con equipo de extinción manual tal como estaciones de mangueras, las cuales deben ser localizadas de tal forma que se pueda atacar un posible incendio desde dos direcciones diferentes, además de considerar la facilidad de acceso desde pasillos o desde otras plataformas, la posibilidad de que estas estaciones sufran daños debido a un fuego cercano, ó a la distribución de otras estaciones cercanas.

Las mangueras usadas en estas estaciones no deben ser mayores de 1 1/2" de diámetro, debido a que este es el tamaño más grande que un hombre puede manejar con efectividad. En cuanto a su longitud deben ser de 100 pies (30.5 m) y almacenarse en carretes que además de permitir su rápido despliegue sirvan para protegerlas. Tanto los materiales del carrete como de la manguera deberán ser resistentes a la corrosión, ya que serán instalados en un ambiente marino.

- Anillos Salvavidas.

Se deben colocar anillos salvavidas en lugares fácilmente accesibles alrededor del perímetro de la plataforma y en los puentes de acceso a ésta. Por lo menos cuatro salvavidas deben ser colocados en retenes sobre los cuatro lados de cada cubierta de la plataforma.

- Chalecos Salvavidas.

Se debe contar con chalecos salvavidas de emergencia, los cuales se colocarán en contenedores junto a cada bote salvavidas y en todas las rutas de escape. La cantidad de chalecos salvavidas será igual al doble de la tripulación que se encuentra en la plataforma.

En lugares que se espere que estén normalmente ocupados como el cuarto de radio, habitaciones, etc., se deberá contar con dichos chalecos en forma permanente en número suficiente para la cantidad de personas que se encuentren en este local.

- Botes Salvavidas.

Se debe contar con botes salvavidas o cápsulas de escape en esta plataforma, localizadas cerca de las áreas donde el personal se encuentra normalmente ubicado, con capacidad suficiente para acomodar a todas las personas que se encuentran a bordo. Estas cápsulas de escape deben localizarse en lugares accesibles y montadas en los lados exteriores de las cubiertas, de tal forma que no obstruyan las áreas de trabajo y puedan ser además, rápidamente tripuladas o lanzadas al mar.

#### 4.2 SELECCION DEL TIPO DE DETECCION Y EXTINCION

Tomando en consideración los criterios y lineamientos anteriormente mencionados, a continuación se hará una descripción de los sistemas de detección y extinción propuestos para la protección contra incendio de esta plataforma habitacional marina, basados además en el análisis de riesgos y métodos de detección y extinción presentados en el punto 3.2 del Tema III.

4.2.1 Primer Nivel. Servicios.

AREA O LOCAL	EQUIPO LOCALIZADO EN ESTA AREA O LOCAL		NOTAS DE REFERENCIA
	DE DETECCION	DE EXTINCION	
Cuarto de Generación.	Se localizarán detectores térmicos calibrados a 190°F.	Se localizará en la puerta principal de acceso a este cuarto un extinguidor fijo de polvo químico seco tipo ABC con capacidad de 500 lbs. (Ver Nota 5).	1, 2 y 3
Cuarto de Control y Oficina.	Se localizarán detectores de ionización -- para detección automática de un fuego, y en el acceso principal a este cuarto una alarma manual. En esta puerta de acceso principal se colocará además una bocina para alarmar al personal en caso de fuego en este cuarto.	(Ver Nota 5)	1, 3 y 4
Cuarto de Baterías y Almacén.	Se localizarán detectores térmicos calibrados a 160°F. En la puerta de acceso principal se colocará una alarma manual.	(Ver Nota 5)	1, 2 y 3

4.2.2. Segundo Nivel. Comedor y Cocina.

AREA O LOCAL	EQUIPO LOCALIZADO EN ESTA AREA O LOCAL		NOTAS DE REFERENCIA
	DE DETECCION	DE EXTINCION	
Comedor, Cocina.	Se localizará un sistema del tipo tuberfa húmeda, a base de rociadores con bulbo de cuarzo, los cuales fundirán a una temperatura de 175°F (80°C) en caso de un incendio. En caso de romper cualquier bulbo - de cuarzo por la acción de un incendio, - se anunciará la operación de este sistema en el tablero correspondiente al sistema de detección, por medio de una alarma de flujo de agua, localizada en la alimentación a este sistema de rociadores.	El sistema de rociadores será capaz de proporcionar el agua suficiente para - el combate, control y extinción de un posible incendio en estas áreas. (ver Nota 5).	1 y 2.
Dispensa, Lavandería, Sala de Diversión, Oficinas, Enfermería.	En estas áreas también se hará la localización de un sistema del tipo tuberfa húmeda a base de rociadores con bulbo de cuarzo, los cuales en caso de operar enviarán una señal al tablero del sistema de detección. Por el tipo de materiales a localizarse en estas áreas se contará con detectores de humo tipo ionización, los cuales también enviarán una señal al tablero del sistema de detección.	El sistema de rociadores será capaz, como en el caso anterior, de proporcionar el agua suficiente para el combate, control y extinción de un posible incendio en estas áreas (Ver Nota 5).	1, 2, 3 y 5.
Pasillos	Al igual que en las áreas anteriores se hará la localización de un sistema de rociadores del tipo tuberfa húmeda y de detectores de humo tipo ionización, complementando ésto con estaciones de alarma manual, para que en caso de incendio se envíe una señal de alarma al tablero del sistema de detección.	De manera similar a los casos anteriores se proporcionará agua por medio del sistema de rociadores. (Ver Notas 5 y 6).	1, 2, 3 y 4.

4.2.2 Segundo Nivel (continuación).

AREA O LOCAL	EQUIPO LOCALIZADO EN ESTA AREA O LOCAL		NOTAS DE REFERENCIA
	DE DETECCION	DE EXTINCION	
Cuarto de Radio y estación Submaestra. Transformadores.	<p>Se hará además la localización de alarmas audibles en este pasillo, para prevenir al personal en caso de presentarse un incendio.</p> <p>Se hará la instalación de detectores de humo del tipo ionización, las cuales al presentarse un incendio enviarán una señal al tablero del sistema de detección.</p>	<p>Dentro de este cuarto se hará la localización de extinguidores portátiles de CO<sub>2</sub>, distribuidos en forma apropiada. (Ver Nota 5)</p>	1, 3 y 4.
Sanitarios y Gimnasio.	(No se requiere)	(No se requiere).	—

4.2.3 Tercer Nivel. Dormitorios.

AREA O LOCAL	EQUIPO LOCALIZADO EN ESTA AREA O LOCAL		NOTAS DE REFERENCIA
	DE DETECCION	DE EXTINCION	
Dormitorios	<p>Se localizará un sistema del tipo tuberfa húmeda, a base de rociadores con bulbo de cuarzo, los cuales fundirán a una temperatura de 175°F (80°C) en caso de un incendio, anunciando la operación de este sistema en el tablero correspondiente al sistema de detección, por medio de una alarma de flujo de agua, localizada en la alimentación a este sistema de rociadores.</p> <p>Adicionalmente se contará con detectores de humo tipo ionización los cuales accionarán en forma automática un foco de alarma localizado a la entrada de cada dormitorio, con lo que se identificará en forma rápida el dormitorio en el que se ha detectado la alarma, además de enviar una señal al tablero del sistema de detección mencionado anteriormente.</p>	<p>El sistema de rociadores será capaz de proporcionar el agua suficiente para el combate, control y extinción de un posible incendio en estas áreas. (Ver Nota 5).</p>	1, 2, 3 y 4.
Lavanderfa.	<p>Se hará la localización en esta área de un sistema del tipo tuberfa húmeda a base de rociadores con bulbo de cuarzo, los cuales en caso de operar enviarán una señal al tablero del sistema de detección. También se localizarán en esta área detectores de humo tipo ionización, los cuales a su vez enviarán, en caso de incendio, una señal de alarma al tablero de detección mencionado.</p>	<p>En forma similar al caso anterior se proporcionará agua por medio del sistema de rociadores. (Ver Nota 5).</p>	1, 2, 3 y 4.



4.2.3. Tercer Nivel. (continuación).

AREA O LOCAL	EQUIPO LOCALIZADO EN ESTA AREA O LOCAL		NOTAS DE REFERENCIA
	DE DETECCION	DE EXTINCION	
Pasillos	<p>En forma similar a las áreas anteriores, - se hará la localización de un sistema de - rociadores del tipo tubería húmeda y de de tectores de humo tipo ionización, complen- tado ésto con estaciones de alarma manual, para que en caso de incendio se envíe una señal de alarma al tablero del sistema de detección.</p> <p>Además se hará la localización de alarmas audibles, las cuales servirán para preve- nir al personal para realizar una evacua- ción programada de la plataforma, en caso de un incendio.</p>	<p>De manera similar a los casos anteriores, se proporcionará agua por medio del siste- ma de rociadores para combatir, controlar y extinguir un incendio. (Ver Notas 5 y 6).</p>	1, 2, 3 y 4.
Transformado- res.	<p>Se localizarán detectores de humo tipo ioni- zación, los cuales enviarán una señal al tá- blero del sistema de detección.</p>	(Ver nota 5)	1, 3 y 4
Sanitarios.	(No se requiere)	(No se requiere)	----

4.2.4. Cuarto Nivel. Dormitorios.  
(Descripción igual a la del Tercer Nivel).

4.2.5. Quinto Nivel. Equipo de Aire Acondicionado.  
(Equipo proporcionado en paquete por el proveedor. Ver nota 5).

4.2.6

Sexto Nivel. Helipuerto.

AREA O LOCAL	EQUIPO LOCALIZADO EN ESTA AREA O LOCAL		NOTAS DE REFERENCIA
	DE DETECCION	DE EXTINCION	
Helipuerto	Se hará la localización en esta área de - estaciones de alarma manual, las cuales - en caso de un incendio, servirán, para enviar una señal de alarma al tablero del sistema de detección, de donde se tomarán las medidas más convenientes para el control de esa situación.	Se localizará un equipo para extinción de incendios consistente en un monitor para la aplicación de solución de agua-espuma, apoyado éste por un sistema de polvo químico seco tipo ABC de 500 lbs., todo este equipo situado en la parte perimetral a este helipuerto; a manera de apoyo de los equipos anteriores se contará además con dos estaciones de mangueras en carrete para la aplicación de agua-espuma, localizados en los extremos de este sitio con lo que se tendrá una gran flexibilidad en el uso de los equipos de extinción en esta área.	

NOTAS:

1.- Los detectores automáticos (humo, calor y flama) serán localizados en áreas tripuladas y no tripuladas donde la detección de un fuego es requerida; además en forma complementaria serán localizadas estaciones de alarma manual en todas las rutas de escape del personal, dentro de edificios normalmente ocupados o en áreas abiertas de alto riesgo, donde el personal se encuentra presente durante las operaciones normales en las áreas mencionadas.

2.- El detector térmico es el más simple y confiable dispositivo de detección de fuego. Un detector de este tipo puede cubrir todas las partes de un área donde es esencial detectar calor radiante o por convección producido por un fuego, antes de alcanzar un nivel donde el equipo o estructura pueda sufrir daños serios. Este detector es capaz de ajustarse a variaciones de condiciones ambientales sin afectar su sensibilidad.

Debido a que solamente es sensible al calor, proporciona una detección efectiva con un mínimo de falsas alarmas. A pesar de lo anterior, una limitación para su uso es el tiempo que toma al detector calentarse en una situación de fuego. Se recomienda utilizar este tipo de detectores en todas las áreas expuestas a fuego o en cuartos con temperatura interior alta tal como: cuarto de incineradores, lavanderías, cocinas, cuartos de máquinas, cuartos donde existan aparatos que queman gas, o cuartos con maquinaria pesada.

3.- Estos detectores enviarán una señal de alarma al tablero del sistema de detección de fuego localizado en el cuarto de radio del módulo habitacional, desde donde se tomarán las medidas más convenientes para organizar al personal y controlar y extinguir ese conato de incendio en caso de que no hayan operado hasta ese momento los sistemas automáticos de extinción.

4.- Los detectores de humo ofrecen la mayor protección en cuanto a la pronta detección de humo y fuegos incipientes. Este tipo de detectores deben ser usados en todas las áreas de alto riesgo en lugar de detectores térmicos.

El detector de humo por ionización es usado en lugares donde el fuego se desarrollará gradualmente, primero emitiendo productos invisibles de combustión, luego humo visible, y finalmente flama visible. Un tiempo considerablemente largo puede pasar antes que un calor significativo o una flama visible sea generada. Sin embargo, este dispositivo es capaz de detectar los productos de la combustión emitidos en la etapa incipiente de un fuego.

NOTAS: (Continúa).

Un detector de este tipo es más efectivo en fuegos Clase A y fuegos eléctricos Clase C (tales como - los que se producirían en cuartos de control y de interruptores). Se recomienda utilizarse en dormitorios, hoteles, hospitales, cuartos de computadoras, filmotecas, bibliotecas, bóvedas, etc.).

- 5.- Adicionalmente se localizarán extinguidores portátiles de polvo químico seco tipo ABC, con capacidad de 30 lbs. instalados en el interior o exterior al local (cuarto, almacén, oficina, etc.) localizados en forma estratégica.
- 6.- Como medida de apoyo a los sistemas de extinción anteriores, se hará la localización de tres estaciones contra incendio, consistiendo de mangueras en gabinete para cada nivel del módulo habitacional, - localizando dos en cada una de las salidas principales y la tercera en la parte central del pasillo, junto a las escaleras.



## TEMA V

### DISERÑO DE LOS SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIO

#### 5.0 INTRODUCCION

Con base en el análisis y selección de los tipos de detección y extinción definidos para cada área o local en el Tema anterior, en este Tema se exponen los lineamientos y criterios específicos para el desarrollo de la ingeniería de detalle de los sistemas de protección contra incendio a ser instalados en esta Plataforma Habitacional.

#### 5.1. SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO

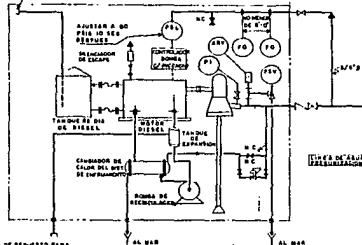
El equipo principal para el combate de un incendio está constituido por el sistema de agua contra incendio, el cual tiene como componentes principales: las bombas para manejo de agua contra incendio, la red de distribución, los sistemas de rociadores y la red de mangueras. (Ver Diagramas Nos. 1 y 2).

##### 5.1.1. Red de Distribución de Agua Contra Incendio.

El sistema principal de extinción de fuego lo constituye el sistema de agua, el cual proporciona una fuente de agua de mar presurizada a una red de mangueras, sistemas automáticos de rociadores y un monitor. El sistema de distribución de agua contra incendio está formado por un caudal principal de distribución localizado bajo la cubierta del segundo nivel, el cual es presurizado en condiciones normales a una presión mínima de 85 psi por un tanque hidroneumático, del sistema de agua de mar para servicios. Como respaldo este sistema dispondrá de una línea de 4"  $\emptyset$  proveniente del embarcadero para suministro por barcos contra incendio.

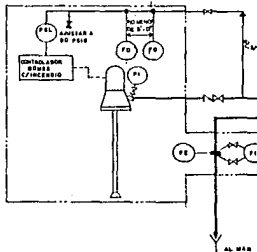
Esta red de distribución deberá ser hidráulicamente diseñada para proporcionar el volumen y presión especificada para operación de las boquillas, considerando la presión de descarga de las bombas, diámetros y

CONEXION PARA  
SOMERJIDOS DE  
PULVERIZACION

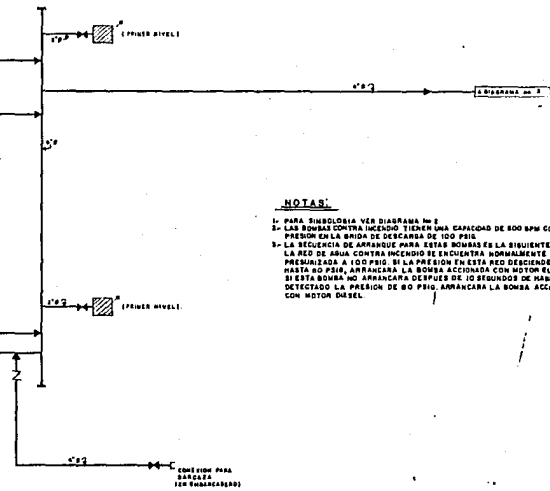


SEMA DE REPUESTO PARA  
EL BOMBA DE SECCIONAMIENTO

**BOMBA 1/ INCENDIO (ACCIONADA CON MOTOR DE COMB. INTERNA)**



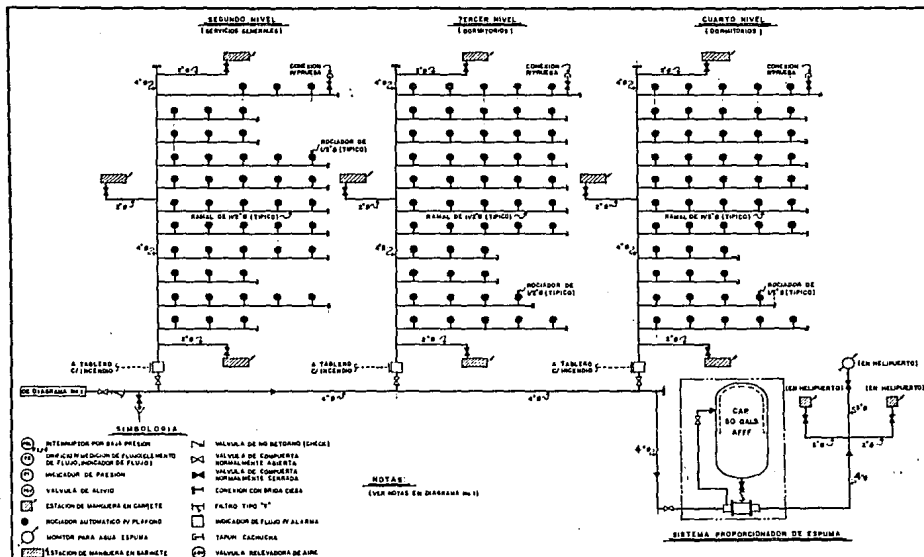
**BOMBA 2/ INCENDIO (ACCIONADA CON MOTOR ELECTRICO)**



**NOTAS:**

- 1- PARA SIMBOLOGIA VER DIAGRAMA Nº 2
- 2- LAS BOMBAS CONTRA INCENDIO TIENEN UNA CAPACIDAD DE 800 GPM CON UNA PRESION EN LA BANDA DE DESCARGA DE 100 PSI
- 3- LA SECUENCIA DE ARRANQUE PARA ESTAS BOMBAS ES LA SIGUIENTE: LA RED DE AGUA CONTRA INCENDIO SE ENCUENTRA NORMALMENTE PRESURIZADA A 100 PSI. SI LA PRESION FU ESTE PEO DESCENDE HASTA 80 PSI, ARRANCARA LA BOMBA ACCIONADA CON MOTOR ELECTRICO, SI ESTA BOMBA NO ARRANCARA DESPUES DE 10 SEGUNDOS DE HABERSE DETECTADO LA PRESION DE 80 PSI, ARRANCARA LA BOMBA ACCIONADA CON MOTOR DIESEL.

TESIS PROFESIONAL		UNIVERSIDAD NACIONAL	DIAGRAMA DE FLUJO DE SERVICIOS
HUGO SANCHEZ ENRIQUÉZ		AUTONOMA	SISTEMA DE BOMBEO
INC. ~ MEX. ~		DE MEXICO	AGUA CONTRA INCENDIO
			PLATAFORMA HABITACIONAL



TESIS PROFESIONAL		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	DIAGRAMA DE FLUJO DE SERVICIOS SISTEMA DE DISTRIBUCION AGUA CONTRA INCENDIO PLATAFORMA HABITACIONAL
HUGO SANCHEZ ENRIQUEZ	DIAGRAMA N° 2 100 % 100 %		



Longitudes de las mangueras contra incendio y características de las boquillas rociadoras.

En cuanto a los materiales utilizados para las tuberías y accesorios en esta red de distribución, consultar la Tabla I.

#### 5.1.2. Sistemas de Rociadores.

Considerando el tipo de instalación del módulo habitacional, - cada nivel es implementado con un sistema de inundación del tipo de tubería húmeda con rociadores con ampolleta de cuarzo, los cuales operan - - automáticamente cuando dicha ampolleta se funde a 175°F (80°C) en caso de absorber calor, debido a un incendio.

El sistema de rociadores de cada nivel incluye en su alimentación una alarma de flujo que anuncia su operación en el tablero de detección de fuego, localizado en el cuarto de radio.

Cada sistema es diseñado considerando una clasificación de - riesgo ligero, utilizando una densidad de cobertura promedio de 0.12 - GPM/pie<sup>2</sup> para todas las áreas, excluyendo de esta protección los baños, cuarto de congelación y cuarto de radio.

#### 5.1.3. Red de Mangueras.

En la cubierta de equipo de servicio, la protección de agua - contra incendio consiste en la distribución de mangueras con 50 pies de longitud, cada una con capacidad de 100 GPM, de 1 1/2 pulgadas de diámetro y con boquilla regulable chorro-niebla, enrollada en un carrete para su almacenamiento.

En los niveles del módulo habitacional se considera la instalación de mangueras en gabinetes, tres por cada nivel, una en cada extremo del pasillo principal y una en su punto medio, permitiendo hacer uso de dos de éstas en cualquier área del piso; estas mangueras tienen como fin el de apoyar a los sistemas de rociadores o extinguir un incendio - antes de la operación del sistema automático de rociadores.

TAMAGO (PULG.)		1/2	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3	4	6	8	10	12	14	16				
TUBERIA		CED. 80				CED. 40						CED. 20							
		A120 GALV.				A106 Gr. B. SIN COSTURA (2)													
ACCESORIOS		A105 GALV. ROSC. 3000 #				A234 WPB PARA SOLDAR A TOPE						(2)							
RAMIFICACIONES		(VER CARTA EN PARTE INFERIOR)																	
TUERCAS UNION		3000 #, ROSCADAS																	
TAPONES		A105 GALV. CABEZA HEXAGONAL																	
BRIDAS		A105 GALV. ROSC. 150 # CARA REALZADA(1)				A105, CUELLO SOLDABLE O (RESIZABLE, CARA REALZADA, 150 # (2)													
NO RETORNO	BLONDIDO	VC-1 VALVULA DE COMPUERTA, 150#, EXTREMOS ROSCADOS, CUERPO DE BRONCE ASTM B62, ASIENTOS DE BRONCE INTERIORES ROSCADOS DISCO SOLLDO, ASIENTOS INTEGRALES, MARCA CRANE FIG. 431UB O WALTHORTH FIG.11 O SIMILAR.				VC-2 VALVULA DE COMPUERTA, EXTREMOS BRIDADOS 150# R.F., CUERPO DE ACERO AL CARBON ASTM A216 WCB, VASTAGO ASCECHIDENTE, DISCO FLEXIBLE, ASIENTOS RENOVABLES, MARCA CRANE FIG. 47AF O PACIFIC FIG. 2155-B O SIMILAR.													
	OLEA	VNR-1 VALVULA DE NO RETORNO, EXTREMOS BRIDADOS 150#, R.F., CUERPO DE ACERO AL CARBON ASTM A216 WCB, TIPO OBLEA, ASIENTOS METAL A METAL, MARCA DANTEL FIG. 1601A1 O MISSION FIG. 15 SPF-177 O SIMILAR.				VNR-2 VALVULA DE NO RETORNO TIPO COLUMPIO, 300 #, EXTREMOS ROSCADOS, CUERPO DE BRONCE ASTM B61, ASIENTOS DE BRONCE, CUERPO CON TAPON ROSCADO, ASIEN TO INTEGRAL, MARCA CRANE FIG. 76E O WALTHORTH FIG. 428 O SIMILAR.						VNR-3 VALVULA DE NO RETORNO TIPO COLUMPIO, EXTREMOS BRIDADOS 150# R.F., CUERPO DE ACERO AL CARBON ASTM A216 WCB, ASIENTOS DE HONEL, TAPA CON PERNOS, MARCA CRANE FIG. 147A O PACIFIC FIG. 160-B O SIMILAR.							
TORNILLOS		A193 Gr. B7 CON TUERCAS HEXAGONALES A194-2H																	
EMPAQUES		ASBESTO COMPRIMIDO DE 1/16" DE ESPESOR, GARLOCK 900 O SIMILAR																	
NOTAS:		<p>1.- USAR BRIDAS ROSCADAS SOLAMENTE DONDE SEAN REQUERIDAS EN EL EQUIPO.  TUBERIA Y ACCESORIOS DE 4" DE DIAMETRO Y MAYORES SERAN INTERAMENTE RECUBIERTOS CON UN MINIMO DE 20 MILSIMAS DE PULG. DE ESPESOR DE PLASTICAP 600 O SIMILAR, DESPUES DE SU FABRICACION.  3.- LA LONGITUD Y ANCHO MAXIMOS DE CARRETES SERA DE 55"-0" X 7'-6".  4.- SE DEBERA INSTALAR SOLO UN CODO SOLL DADO POR CARRETE.  5.- TODOS LOS CARRETES DE 4" DE DIAMETRO Y MAYORES SERAN BRIDADOS.  6.- USAR CINTA DE TEFLON EN CONEXIONES ROSCADAS.  7.- DATOS DE DISEÑO:  PRESION MAX.: 225 PSIG  TEMP. MAX.: 150°F</p>																	
DIMETRO DEL RORNO (PULG.)		DIAMETRO DEL CABEZAL (PULG.)																	
		24	20	18	16	14	12	10	8	6	4	3	2 1/2	2	1 1/2	1	3/4	1/2	
		1/2																	
		3/4																	
		1																	
		1 1/2																	
		2																	
		2 1/2																	
		3																	
		4																	
		6																	
		8																	
		10																	
		12																	
		14																	
		16																	
ESPECIFICACION DE TUBERIA		SERVICIO: AGUA CONTRA INCENDIO				TABLA I													

TRR= TE REDUCCION ROSCADAS  
TR = TE ROSCADA  
VOL = WOLOLET  
TS = TE REDUCCION SOLDADA  
TS = TE SOLDADA

Las mangueras en gabinete son también para 100 GPM con boquilla regulable, conectadas al cabezal de rociadores, por lo que en caso de usarse, operarán la alarma de flujo anunciando con esto su operación en el tablero de detección de fuego.

#### 5.1.4 Determinación de las Características de las Bombas de Agua Contra Incendio.

La determinación de las características para las bombas de agua contra incendio tales como capacidad y presión de descarga, se hará en base a un análisis de riesgos y de las cantidades de agua requeridas para cada uno de estos riesgos, seleccionándose para la capacidad de estas bombas la demanda máxima de agua y como presión de descarga la requerida para llegar al equipo más alejado en las condiciones más desfavorables. En base a los criterios y lineamientos expuestos anteriormente, se muestra a continuación la secuencia de cálculo para el sistema de bombeo de agua contra incendio.

##### a).- Consideraciones Generales.

- Las mangueras a utilizar cuentan con boquillas capaces de proporcionar un flujo de 100 GPM con una presión de alimentación de 100 psi.
- El monitor cuenta con una boquilla capaz de proporcionar un flujo de 250 GPM con una presión de alimentación de 100 psi.
- Cada nivel del módulo habitacional es protegido con un sistema de rociadores del tipo de tubería húmeda, con ampolleta de cuarzo para fundir a 175°F.
- El rango para la presión normal de operación de los equipos anteriores fluctúa entre 60 y 100 psi.
- Se utilizarán boquillas rociadoras que operen a una presión aproximada de 75 psig, para los cuales  $K=1.39$ , en donde:

$$q = K \sqrt{P}$$

$$q = 1.39 \sqrt{75}$$

$$q = 12.0$$

q = gasto por boquilla en GPM  
 K = coeficiente de la boquilla (datos del fabricante)  
 P = Pres. de operación boquilla

## b).- Demanda Máxima de Agua.

En este inciso se hace la determinación de la demanda de agua contra incendio requerida para cada área crítica de la plataforma.

## - Primer Nivel.

En caso de un incendio en este nivel se tendría la operación simultánea de dos mangueras, por lo que:

$$Q_T = 100 \times 2 ; \quad Q_T = \underline{200 \text{ GPM}}$$

## - Segundo Nivel.

El área de riesgo crítica estará dada por el área del comedor, apoyada para el caso de incendio por dos de las tres mangueras localizadas en este nivel, teniéndose:

$$A = 40 \text{ pies} \times 20 \text{ pies}$$

$$A = 800 \text{ pies}^2$$

Considerando como una densidad de diseño  $d = 0.12 \text{ GPM/pie}^2$ , el gasto requerido será:

$$Q = (800 \text{ pies}^2) (0.12 \text{ GPM/pie}^2).$$

$$Q = 96 \text{ GPM}$$

De donde el número de rociadores requeridos para la protección de esta área será:

$$N = \frac{Q}{q} = \frac{96 \text{ GPM}}{12 \text{ GPM}} = 8 \quad N = 8 \text{ rociadores}$$

De lo cual el flujo máximo en caso de un incendio será:

$$Q_T = 96 \text{ GPM} + 200 \text{ GPM}$$

$$Q_T = \underline{296 \text{ GPM}}$$

## - Tercer Nivel.

Como caso crítico se considera el incendio simultáneo en tres dormitorios de este nivel. En apoyo a la actuación de los sistemas de inundación, en cada pasillo se localizarán tres mangueras, de tal forma que se pueden utilizar dos de ellas en caso de un incendio.

Area de los dormitorios:

$$A = 3 (10 \text{ pies}) (20 \text{ pies})$$

$$A = 600 \text{ pies}^2$$

$$\text{Si } d = 0.12 \text{ GPM/pie}^2$$

$$Q = (600 \text{ pies}^2) (0.12 \text{ GPM/pie}^2)$$

$$Q = 72 \text{ GPM}$$

$$N = \frac{Q}{q} = \frac{72 \text{ GPM}}{12 \text{ GPM}} = 6 \quad N = 6 (2 \text{ rociadores/dormitorio}).$$

De donde el flujo máximo para este caso será:

$$Q_T = 72 \text{ GPM} + 200 \text{ GPM}$$

$$Q_T = \underline{272 \text{ GPM}}$$

- Cuarto Nivel.

Este nivel tiene un arreglo de equipo similar al del Tercer Nivel, por lo que se tendrá también para este caso:

$$Q_T = \underline{272 \text{ GPM}}$$

- Helipuerto.

En el helipuerto se tienen localizadas dos mangueras y un monitor para la aplicación de solución agua-espuma, de 100 GPM cada manguera y 250 GPM el monitor, respectivamente.

Se considerará como caso crítico la operación simultánea - de estos equipos, es decir:

$$Q_T = 200 \text{ GPM} + 250 \text{ GPM}$$

$$Q_T = \underline{450 \text{ GPM}}$$

c).- Capacidad de las Bombas.

La capacidad de las bombas queda determinada en base a la - demanda máxima requerida para el riesgo mayor de incendio.

De acuerdo a lo desarrollado anteriormente, la demanda máxima será para un incendio en el helipuerto, para el cual

$Q_T = 450 \text{ GPM}$ . Con el fin de contar con algún margen de seguridad en el flujo a manejar (10% aprox.) y según el Códi

go NFPA No. 20, se selecciona una bomba para una capacidad nominal de:

$$Q_{nom.} = \underline{500 \text{ GPM}}$$

d).- Determinación de los Diámetros del Sistema

Para determinar los diámetros de las tuberías que componen el sistema de agua contra incendio se usará la Ecuación de Continuidad dada por:

$$d = \sqrt{0.4084 \frac{Q}{V}}$$

donde:

d = diámetro interior de la tubería, en pulgadas.

Q = flujo en GPM

V = velocidad del flujo, en pies / seg.

En la determinación de estos diámetros se considerarán los siguientes criterios de velocidades permisibles para el flujo:

- Para descarga de bombas, ramales principales y conexiones a mangueras y monitores, considerar de 6 a 12 pies/seg.
- Para sistemas de rociadores, ramales secundarios y balanceo hidráulico de los sistemas, hasta 20 pies/seg.

Una vez hechas las consideraciones anteriores se procederá a dimensionar el sistema de tuberías de distribución, tanto para rociadores como para los equipos interconectados a esta red.

+ Tubería de alimentación a mangueras

$$d = \sqrt{0.4084 \frac{100}{12}} = 1.84 \text{ pulg.}$$

De donde, se tendrá una tubería de 2 pulg. de diámetro

nominal, cédula 40, cuyo diámetro interior  $d = 2.067$  - pulg.

- + Tubería de alimentación al monitor.

$$d = \sqrt{0.4084 \frac{250}{12}} = 2.92 \text{ pulg.}$$

De lo cual, se tendrá una tubería de 3 pulg. de diámetro nominal, ced. 40, con diámetro interior  $d = 3.068$  - pulg.

- + Tubería de alimentación a 5 rociadores.

Cada rociador, como se indicó anteriormente proporciona un flujo de 12 GPM, por lo que el flujo a manejar en esta tubería es de:

$$Q_T = \text{No. rociadores} \times Q/\text{rociador}$$

$$Q_T = 5 \times 12$$

$$Q_T = 60 \text{ GPM}$$

De donde, considerando  $V = 16$  pies/seg.

$$d = \sqrt{0.4084 \frac{60}{16}} = 1.24 \text{ pulg.}$$

De lo cual,  $d_{\text{nom}} = 1 \frac{1}{2}$  pulg., Ced. 80,  $d = 1.5$  pulg.

- + Tubería de alimentación a 4 rociadores.

$$Q_T = 4 \times 12$$

$$Q_T = 48 \text{ GPM}$$

Obteniendo:

$$d = \sqrt{0.4084 \frac{48}{16}} = 1.11 \text{ pulg.}$$

De donde,  $d_{\text{nominal}} = 1 \frac{1}{2}$  pulg., Ced. 80,  $d = 1.5$  pulg.

- + Tubería de alimentación a cada rociador

$$Q_T = 12 \text{ GPM}$$

$$d = \sqrt{0.4084 \frac{12}{16}} = 0.55 \text{ pulg.}$$

De lo cual,  $d_{\text{nominal}} = 1/2 \text{ pulg.}$ , Ced. 80,  $d=0.546 \text{ pulg.}$

- + Tubería de alimentación al área de riesgo crítico en el helipuerto.

$$Q_T = 450 \text{ GPM}$$

$$d = \sqrt{0.4084 \frac{450}{12}} = 3.91 \text{ pulg.}$$

Obteniendo  $d_{\text{nominal}} = 4 \text{ pulg.}$ , Ced. 40,  $d=4.026 \text{ pulg.}$

- + Tubería de alimentación al área de riesgo en el comedor.

$$Q_T = 296 \text{ GPM}$$

$$d = \sqrt{0.4084 \frac{296}{12}} = 3.2 \text{ pulg.}$$

De lo cual,  $d_{\text{nominal}} = 4 \text{ pulg.}$ , Ced. 40,  $d=4.026 \text{ pulg.}$

- + Tubería Principal de Distribución.

Su diámetro se determinará considerando la operación de la bomba a condición nominal, es decir  $Q = 500 \text{ GPM}$  y  $V = 8 \text{ pies/seg.}$

$$d = \sqrt{0.4084 \frac{500}{8}} = 5.05 \text{ pulg.}$$

De donde,  $d_{\text{nominal}} = 6 \text{ pulg.}$ , Ced. 40,  $d=6.065 \text{ pulg.}$

Los resultados obtenidos anteriormente se pueden ver en forma global en el diagrama de flujo del sistema (Diagrama No. 2.).



e).- Presión de Descarga.

Para esta plataforma se tiene la instalación de dos bombas tipo turbina vertical, las cuales según el Código NFPA No. 20, deben cumplir con las siguientes características de -- operación: deben suministrar no menos del 150% de su capacidad nominal a una carga de no menos del 65% de la carga total. La carga al cierre no deberá exceder del 140% de la carga total.

La curva característica que muestra este comportamiento es la mostrada en la Figura 5.1.

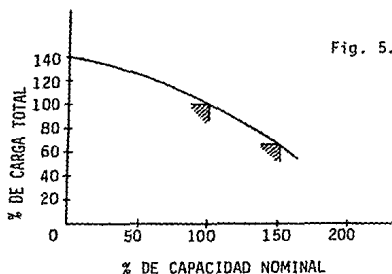


Fig. 5.1 Curva Característica para una Bomba Tipo Turbina Vertical, para servicio de Agua Conta Incendio.

Con la capacidad para las bombas definida en el inciso anterior de  $Q_{nom} = 500$  GPM, y asumiendo una presión en la -- brida de descarga ( $P_d$ ) a condiciones nominales de  $P_{d_{nom}} = 100$  psi, para la cual la Carga Total (CT) de la bomba es -- de 300 pies columna de agua aprox.

Con este dato, considerando el flujo de demanda máxima y -- trabajando con la curva de operación teórica de la bomba -- (según Código NFPA No. 20), se tiene que para el caso de --  $Q_{max.} = 450$  GPM se tendrá una CT  $\approx 310$  pies, a la cual co rresponde una presión de descarga de la bomba de  $P_d \approx 104.5$  psi.

Así también para  $Q = 272$  GPM la CT  $\approx 360$  pies para la que  $P_d \approx 126.8$  psi (ver Figura 5.2.).

e).- Presión de Descarga.

Para esta plataforma se tiene la instalación de dos bombas tipo turbina vertical, las cuales según el Código NFPA No. 20, deben cumplir con las siguientes características de -- operación: deben suministrar no menos del 150% de su capacidad nominal a una carga de no menos del 65% de la carga total. La carga al cierre no deberá exceder del 140% de la carga total.

La curva característica que muestra este comportamiento es la mostrada en la Figura 5.1.

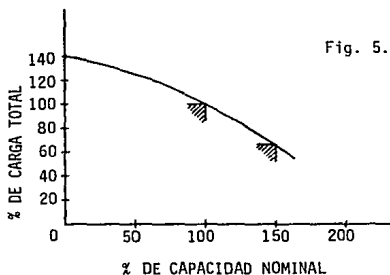


Fig. 5.1 Curva Característica para una Bomba Tipo Turbina Vertical. para servicio de Agua Conta Incendio.

Con la capacidad para las bombas definida en el inciso anterior de  $Q_{nom} = 500$  GPM, y asumiendo una presión en la -- brida de descarga ( $P_d$ ) a condiciones nominales de  $P_{d_{nom}} = 100$  psi, para la cual la Carga Total (CT) de la bomba es -- de 300 pies columna de agua aprox.

Con este dato, considerando el flujo de demanda máxima y -- trabajando con la curva de operación teórica de la bomba -- (según Código NFPA No. 20), se tiene que para el caso de --  $Q_{max.} = 450$  GPM se tendrá una  $CT \approx 310$  pies, a la cual co rresponde una presión de descarga de la bomba de  $P_d \approx 104.5$  psi.

Así también para  $Q = 272$  GPM la  $CT \approx 360$  pies para la que  $P_d \approx 126.8$  psi (ver Figura 5.2.).

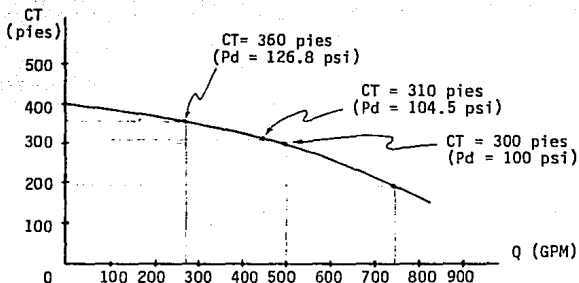


Fig. 5.2 Curva Característica para la Bomba a Instalar

f).- Verificación de la Presión de Operación Correcta en los Equipos.

En este inciso se procederá a verificar que la presión de descarga definida en el inciso e), es suficiente para proporcionar una presión de operación apropiada en las boquillas de los equipos. Para realizar lo anterior se harán las siguientes consideraciones:

- El flujo de demanda máximo es, como se definió anteriormente de 450 GPM y es cuando operan el monitor y las dos mangueras localizadas en el helipuerto.
- Los equipos anteriores según datos de proveedores tienen una condición de operación aceptable cuando trabajan entre 40 y 100 psig.
- Con la presión de descarga y el flujo máximo indicados anteriormente se harán los cálculos hidráulicos para conocer cuál es la presión de operación de los equipos mencionados.
- Se hará también la determinación de la presión de operación de la boquilla rociadora en la localización más desfavorable para asegurar su operación.

- Para calcular las pérdidas de presión por fricción se empleará la fórmula de Hazen-Williams dada por:

$$f = \frac{4.52 Q^{1.85}}{C^{1.85} d^{4.87}}$$

donde:

f = factor de pérdidas por fricción, en psi/pie.

Q = flujo, en GPM.

C = coeficiente de pérdidas por fricción (para este caso C= 120).

d = diámetro interior de la tubería, en pulg.

1) Equipo Localizado en el Helipuerto.

Para realizar el cálculo de las caídas de presión por fricción se tomarán como referencia los Isométricos Nos. 1, 2 y 3 de la Red de Agua Contra Incendio, en los que se indican las trayectorias de las tuberías en cuestión.

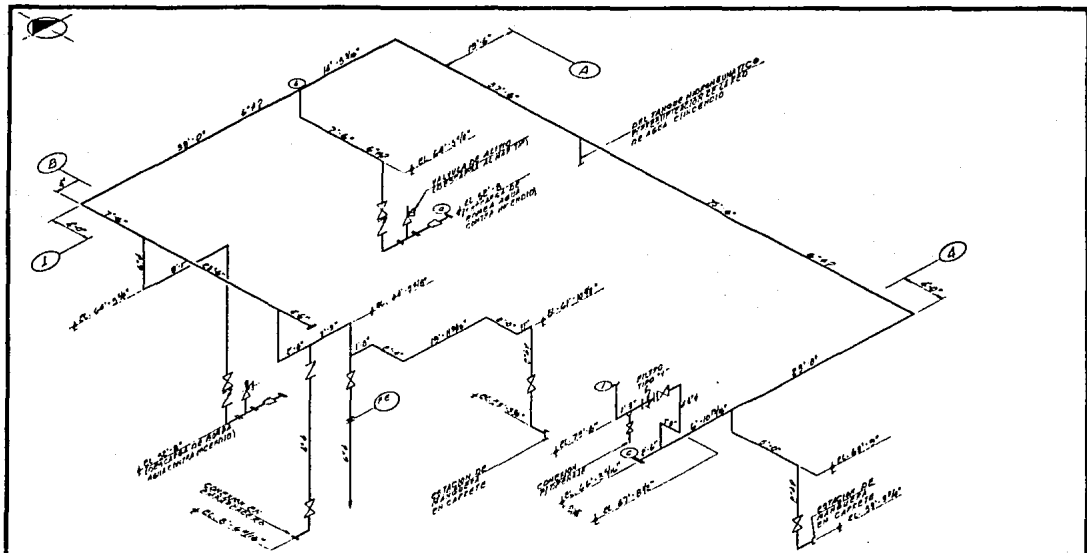
Para mayor facilidad del desarrollo de los cálculos, éstos se mostrarán en forma tabular, como se indica a continuación:

Tramo	Ø (pulg.)	Q (GPM)	Lacc. (pies)	Ltub. (pies)	L <sub>Tot</sub> (pies)	f (psi/pie)	P <sub>f</sub> (psi)	Pe (psi)	P <sub>Tot</sub> (psi)
a - b	6	450	104	21.1	125.1	0.008	1.004	+ 6.076	7.080
b - c	6	450	48	157.3	205.3	0.008	1.648	--	1.648
c - d	4	450	92	60.5	152.5	0.059	9.008	+23.465	32.473
d - e	4	450	38	112.3	150.3	0.059	8.878	+ 0.521	9.399
e - f	4	450	8.6	15.8	24.4	0.059	1.441	+ 4.613	6,054
f - g	3	250	15.8	20.8	36.6	0.074	2,737	+ 2.530	5,267

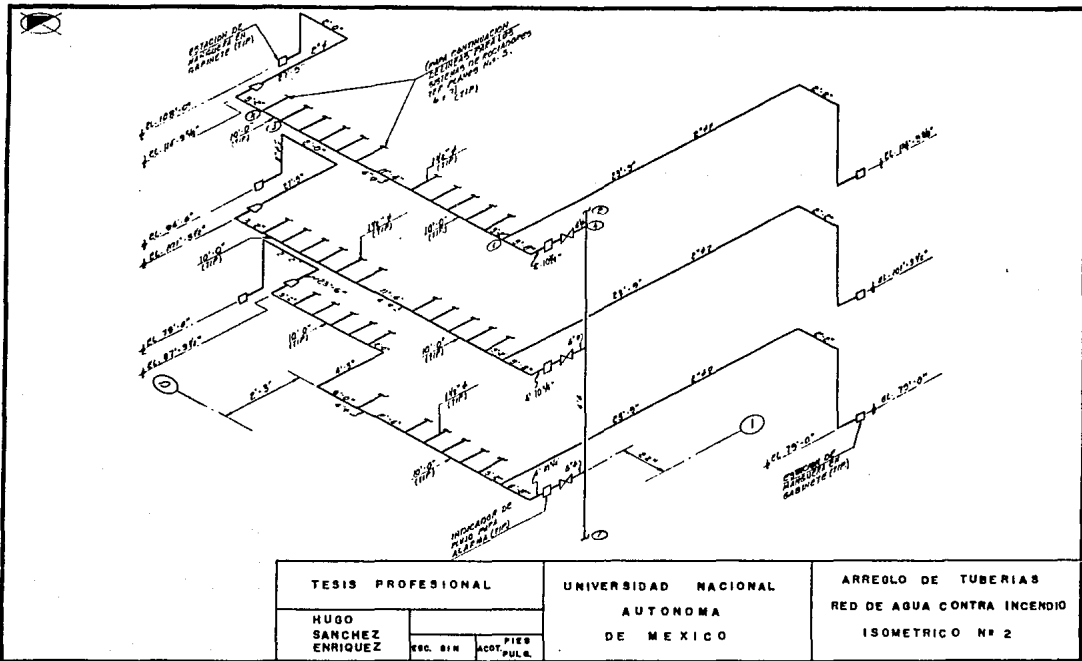
61.921

Donde, para la trayectoria considerada se tiene:

Ø = diámetro nominal de la tubería.



TESIS PROFESIONAL		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	ARREGLO DE TUBERIAS RED DE AGUA CONTRA INCENDIO ISOMETRICO N° 1
HUGO SANCHEZ ENRIQUEZ	ESC. BIR ADQ. PIES PULG.		



TESIS PROFESIONAL		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	ARREOLO DE TUBERIAS RED DE AGUA CONTRA INCENDIO ISOMETRICO N° 2	
HUGO SANCHEZ ENRIQUEZ	ESC. SIN ACOT. PIES PULG.			



$L_{acc}$  = longitud equivalente de accesorios,

$L_{tub}$  = longitud equivalente de la tubería.

$L_{Tot}$  = longitud equivalente total de accesorios y tubería.

$P_f$  = caída de presión por fricción en la sección o trayectoria considerada.

$P_e$  = presión estática.

$P_{Tot}$  = caída de presión por fricción  $\pm$  columna estática ( $P_e$ )

De donde obteniendo la presión de operación en este equipo que es el más alejado y en la localización más desfavorable se tiene:

$$\begin{aligned} P_{operación} &= P_{descarga \text{ de la bomba}} - \text{Caídas de Presión por Fricción.} \\ &= 104.5 \text{ psi} - 61.921 \text{ psi} \\ &= 42.579 \text{ psi} \end{aligned}$$

Por lo que la presión de descarga de la bomba  $P_d = 104.5$  psi con  $Q = 450$  GPM, es adecuada para la correcta operación del mencionado equipo.

## II) Rociador Localizado en el Cuarto Nivel.

Para realizar este cálculo se tomarán también de referencia los Isométricos Nos. 1, 2 y 3 anteriores.

Para este caso se tiene un flujo  $Q = 272$  GPM y -

$P_d = 126.8$  psi. Realizando los cálculos y presentándolos en forma tabular se tiene:

Tramo	$\emptyset$ (pulg)	Q (GPM)	Lacc. (pies)	Ltub. (pies)	$L_{Tot}$ (pies)	f (psi/pie)	$P_f$ (psi)	$P_e$ (psi)	$P_{Tot}$ (psi)
a - b	6	272	104	21.1	125.1	0.003	0.375	+ 6.076	6.451
b - c	6	272	48	157.3	205.3	0.003	0.616	--	0.616
c - h	4	272	71	50.8	121.8	0.023	2.801	+21.665	24.466
h - i	4	272	28	8.6	36.6	0.023	0.842	--	0.842
i - j	4	172	--	86.5	86.5	0.010	0.865	--	0.865
j - k	4	148	--	10.0	10.0	0.008	0.080	--	0.080



Tramo	$\emptyset$	Q	Lacc,	Ltub,	L <sub>Tot</sub>	f	P <sub>f</sub>	Pe	P <sub>Tot</sub>
(*)	(pulg)	(GPM)	(pies)	(pies)	(pies)	(psi/pie)	(psi)	(psf)	(psi)
k - l	1 1/2	48	8	2,1	10,1	0,115	1,161	--	1,161
l - m	1 1/2	36	--	6,0	6,0	0,068	0,408	--	0,408
m - n	1 1/2	24	--	24,2	24,2	0,032	0,774	--	0,774
n - O	1 1/2	12	--	6,0	6,0	0,009	0,054	--	0,054
(*) (Ver plano No. 7)									35,717

De los cálculos anteriores se obtiene la presión de operación del rociador más alejados, en la localización más desfavorable:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{operación}} &= P_{\text{descarga de la bomba}} - \text{Caídas de Presión por Fricción} \\
 &= 126.3 \text{ psi} - 35.717 \text{ psi} \\
 &= 91.083 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

De lo cual se concluye que la capacidad nominal de la bomba  $Q = 500 \text{ GPM}$  y la presión de descarga nominal  $P_d = 100 \text{ psf}$  para la bomba seleccionada, son adecuadas para la correcta operación del sistema.

## 5.2 PROTECCION A HELIPUERTO

De acuerdo a este tipo de instalación, el helipuerto es habilitado con un monitor y dos mangueras, con boquillas regulables chorro-niebla para la aplicación de agua-espuma y de un agente extintor a base de polvo químico seco.

El sistema de espuma contra incendio consiste de un tanque tipo diafragma con una capacidad de 50 galones de concentrado de espuma sintética AFFF, localizado a un lado del helipuerto, a un nivel inferior, de un monitor de 250 GPM y de dos mangueras de 100 GPM cada una, para la aplicación de agua-espuma a una concentración del 3%. En la estación contra in-

endio, en el helipuerto y junto al monitor, se localiza también un paquete de 500 libras de polvo químico seco tipo ABC, como apoyo al sistema de espuma.

La determinación de la capacidad para el tanque de concentrado de espuma para la protección a este helipuerto se hizo considerando los - criterios siguientes:

El rango de aplicación recomendado de solución agua-espuma AFFF para combatir un incendio en este helipuerto es de 200 GPM por un período continuo mínimo de 10 minutos con equipo portátil -- (mangueras) o un período de 5 minutos con equipo fijo (monitor) (clasificación del helipuerto H-3, Panfleto No. 418 del Código NFPA).

De lo anterior, se requiere un volumen de solución agua-espuma a aplicar de:

$$\begin{aligned} \text{Vol.} &= 200 \text{ GPM} \times 5 \text{ min.} \\ &= 1000 \text{ GALS.} \end{aligned}$$

De este volumen, el 3% corresponde al volumen del concentrado requerido:

$$\begin{aligned} \text{Vol. conc.} &= (1000 \text{ GALS.})(0.03) \\ &= 30 \text{ GALS.} \end{aligned}$$

De lo cual, el tamaño comercial del tanque de almacenamiento para el concentrado de espuma es para 50 GALS.

### 5.3 SISTEMA DE DETECCION DE FUEGO

En esta plataforma la instalación de este sistema es de primor-dial importancia, ya que la detección rápida de un fuego en su etapa inci-piente servirá para incrementar la seguridad del personal y reducir los da-ños a las instalaciones.

La detección de un fuego puede realizarse en forma automática o manual. La detección automática es llevada a cabo mediante detectores de humo, flama o calor, y la detección manual mediante el accionamiento por parte del personal, de las estaciones de alarma, a la presencia de un fuego.

Las acciones a seguir al detectar la presencia de un fuego pueden dividirse en tres fases: detección, respuesta y extinción. La fase de detección es variable y depende de cómo y cuándo el fuego es detectado; así mismo, depende de qué tan pronto es operada la alarma. Un operador puede ver un fuego pero tardar varios minutos en accionar la alarma. Un sistema de detección automática en cambio, puede en forma simultánea a la detección, enviar una señal de alarma.

La fase de respuesta cubre el tiempo desde la recepción de la alarma hasta que el fuego es localizado y tomada la acción de extinción; el tiempo variará con el tipo de instalación, teniéndose sistemas de extinción operados automáticamente o los que requieren la decisión del operador para su actuación. Durante esta fase de respuesta el fuego continúa amentando y su crecimiento es referido al tiempo de detección y al tipo de sistema de extinción.

En la fase de extinción el fuego quedará bajo control. El tiempo requerido para la extinción variará directamente a las dos primeras fases, las cuales son críticas si la vida y las pérdidas deben ser minimizadas. El equipo de detección y extinción defectuoso puede ser la causa de pérdidas extremadamente costosas, por lo que es recomendable contar con equipo de detección, extinción y mecanismos de relevo redundantes.

Para este sistema, las componentes principales son: el tablero de detección de fuego y el equipo de detección, interconectados éstos por medio de un alambrado arreglado para recoger y enviar señales de control de acuerdo a una cierta secuencia de operación pre-determinada.

### 5.3.1 Tablero de Detección de Fuego.

El tablero del sistema de detección de fuego está localizado en el cuarto de radio, en el segundo nivel del módulo habitacional.

Este tablero está constituido de una sección de monitoreo y supervisión eléctrica, de una lógica operacional y de una sección de anunciación sonora y visual.

La sección de monitoreo y supervisión eléctrica se compone de - módulos de detección de fuego con circuitos supervisados. Cada circuito es claramente identificado de acuerdo a la zona de detección asignada e - incluye anunciación visual para los estados de falla y alarma en el circuito.

Dependiendo de los estados de alarma registrados, el control lógico define la secuencia de alarma en el tablero y éste a su vez en la plataforma. En la Tabla II se definen las acciones de control y en la Tabla III las señales que las originan; también en esta última se definen implícitamente las zonas de detección y el tipo de elementos de detección o - alarma de fuego utilizados en cada zona.

TABLA II

ACCIONES DE CONTROL

ALARMA EN TABLERO	Alarma visual y audible, únicamente en el tablero de detección de fuego localizado en el cuarto de radio del segundo nivel.
ALARMA LOCAL	Alarma audible local en el nivel donde se origina la detección de fuego o donde es accionada una alarma manual. Esta alarma opera con un retraso de tiempo de 10 segundos, con opción a ser cancelada.
ALARMA EN PLATAFORMA	Alarma general en todos los niveles de la plataforma, accionada con llave en el tablero de detección, en función del estado de alarma registrado en dicho tablero y a juicio del operador.

TABLA III			ACCIONES DE CONTROL.					
NIVEL	ZONA	TIPO DE ALARMA	ALARMA EN	ALARMA LOCAL	ALARMA LOCAL	ALARMA LOCAL	ALARMA LOCAL	ALARMA EN
			TABLERO	PRIMER NIVEL	SEGUNDO NIVEL	TERCER NIVEL	CUARTO NIVEL	PLATAFORMA
PRIMER NIVEL (EQUIPO DE SERVICIO)	CTO. DE CONTROL Y GENERACION.	ALARMA MANUAL	X	X				X
	OFICINA	ALARMA MANUAL Y DETECCION DE FUEGO (IONIZACION)	X	X				X
	ALMACEN.	ALARMA MANUAL Y DETECCION DE FUEGO (TERMICOS)	X	X				X
	CUBIERTA	ALARMA MANUAL	X	X				X
SEGUNDO NIVEL (COMEDOR Y COCINA)	CTO. DE JUEGO Y TELEVISION.	DETECCION DE FUEGO (IONIZACION).	X		X			X
	CTO. DE RADIO Y BATERIAS.	DETECCION DE FUEGO (IONIZACION)	X		X			X
	OFICINAS	DETECCION DE FUEGO (IONIZACION)	X		X			X
	ENFERMERIA	DETECCION DE FUEGO (IONIZACION)	X		X			X
	LAVANDERIA	DETECCION DE FUEGO (IONIZACION)	X		X			X
	TRANSFORMADORES	DETECCION DE FUEGO (IONIZACION)	X		X			X
	DESPENSA	DETECCION DE FUEGO (IONIZACION)	X		X			X
	PASILLO	ALARMA MANUAL Y DETECCION DE FUEGO (IONIZACION)	X		X			X
	GENERAL	OPERACION SISTEMA DE ROCIADORES Y/O MANGUERAS	X		X			X
TERCER NIVEL (DORMITORIOS)	DORMITORIOS	DETECCION DE FUEGO (IONIZACION).	X			X		X
	LAVANDERIA Y TRANSFORMADORES	DETECCION DE FUEGO (IONIZACION).	X			X		X
	PASILLOS	ALARMA MANUAL Y DETECCION DE FUEGO (IONIZACION).	X			X		X
	GENERAL	OPERACION SISTEMA DE ROCIADORES Y/O MANGUERAS	X			X		X
CUARTO NIVEL (DORMITORIOS)	DORMITORIOS	DETECCION DE FUEGO (IONIZACION).	X				X	X
	LAVANDERIA Y TRANSFORMADORES	DETECCION DE FUEGO (IONIZACION)	X				X	X
	PASILLO	ALARMA MANUAL Y DETECCION DE FUEGO (IONIZACION)	X				X	X
	GENERAL	OPERACION SISTEMA DE ROCIADORES Y/O MANGUERAS	X				X	X

La sección de anunciación incluye un zumbador para anunciar falla en el sistema (corto circuito, circuito habierto o línea a tierra) y una corneta para el caso de alarma por detección de fuego. Para el caso de alarma por fuego, el tablero es provisto de cuatro luces que indican el nivel o cubierta de donde procede la alarma y cuya zona específica es indicada en los controladores de fuego.

El tablero incluye también provisiones para alarmar automáticamente cada nivel de la plataforma con un retardo de tiempo que permita, utilizando el sistema de voceo, dar instrucciones que eviten desconcierto y se tomen las medidas adecuadas. En caso necesario mediante un interruptor de llave, el operador del tablero puede emitir la alarma en toda la plataforma.

El tablero incluye así mismo anunciación de los estados de operación, falla y arranque remoto de las bombas de agua contra incendio. Este tablero es alimentado a 127 VAC a través de una fuente ininterrumpible de energía que en el caso de paro de generación, es capaz de mantener la alimentación durante 24 horas en condiciones normales de operación o 5 minutos en condiciones de alarma.

### 5.3.2 Equipo de Detección de Fuego.

La detección de fuego es lograda mediante la distribución en la plataforma de elementos de detección automáticos tales como: detectores de humo tipo ionización, detectores térmicos y alarmas de flujo (éstas últimas indican la operación de los sistemas de rociadores); además se han instalado estaciones de alarma manual como una medida redundante y de apoyo a los elementos de detección automáticos.

En general, cada área (comedor, radio, oficina, etc.) se representa en el tablero como una zona de detección, a excepción de los dormitorios a los cuales les han sido asignada una zona por cada nivel. Para poder saber cuál es el dormitorio donde se detecta la alarma, a la entrada de cada uno de ellos se ha instalado una lámpara de alarma que es accionada automáticamente por el detector de humo correspondiente al dormitorio

afectado.

Los detectores de humo tipo ionización son del tipo de doble cámara, de sensibilidad ajustable, con luz indicadora en su base en caso de alarma y capaces de restablecerse después de la operación. Los detectores térmicos son del tipo de rango compensado, combinación de temperatura fija e incremento de elevación, calibrados a 190 °F en el cuarto de generación y a 160 °F en el almacén y cuarto de baterías.

Las alarmas manuales que se encuentran distribuidas en la cubierta de equipo de servicios y en los pasillos del módulo habitacional, son para una clasificación de área no peligrosa.

Como se mencionó anteriormente, también se han instalado alarmas de flujo en las alimentaciones de agua contra incendio de cada nivel del módulo habitacional, las cuales proporcionarán una señal de alarma remota al tablero de detección de fuego en caso de que opere el sistema de rociadores o se utilicen las mangueras de agua contra incendio correspondientes a cada nivel.

#### 5.4 EQUIPO MISCELANEO DE SEGURIDAD Y PROTECCION CONTRA INCENDIO

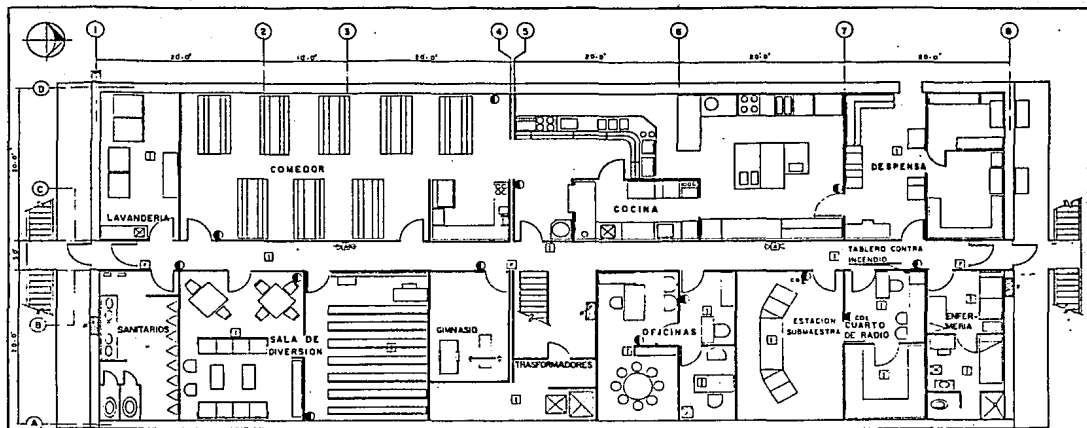
En apoyo a los sistemas de protección contra incendio mencionados con anterioridad, y para la seguridad del personal, se ha distribuido equipo menor de protección tales como: extinguidores portátiles y fijos, chalecos salvavidas y cápsulas de escape. (Ver Planos Nos. 1 al 4).

Los extinguidores portátiles que se han distribuido son: de polvo químico seco de 30 lbs, tipo ABC en la cubierta de equipo de servicio, de polvo químico de 20 lbs. tipo ABC en el módulo habitacional y de bióxido de carbono de 15 lbs. en el área de equipo electrónico como el cuarto de radio.

Debido al almacenamiento de diesel en la cubierta de equipo de

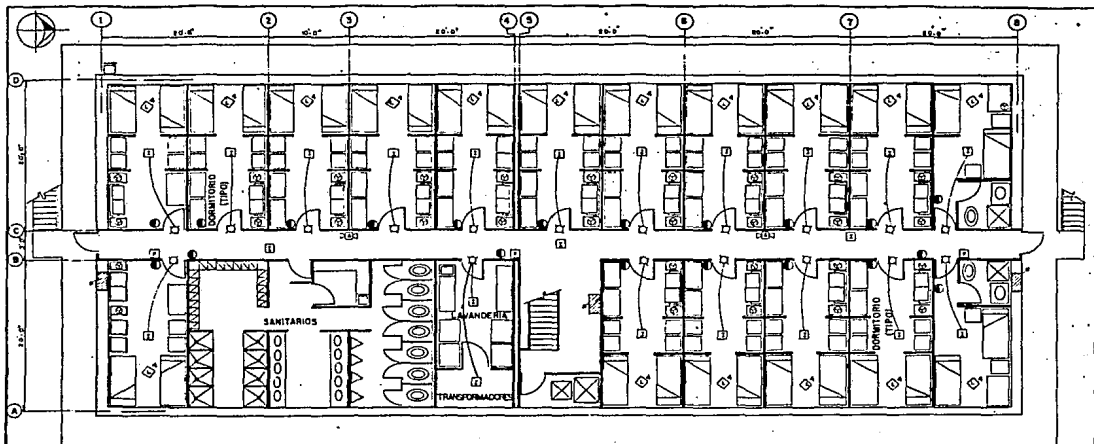






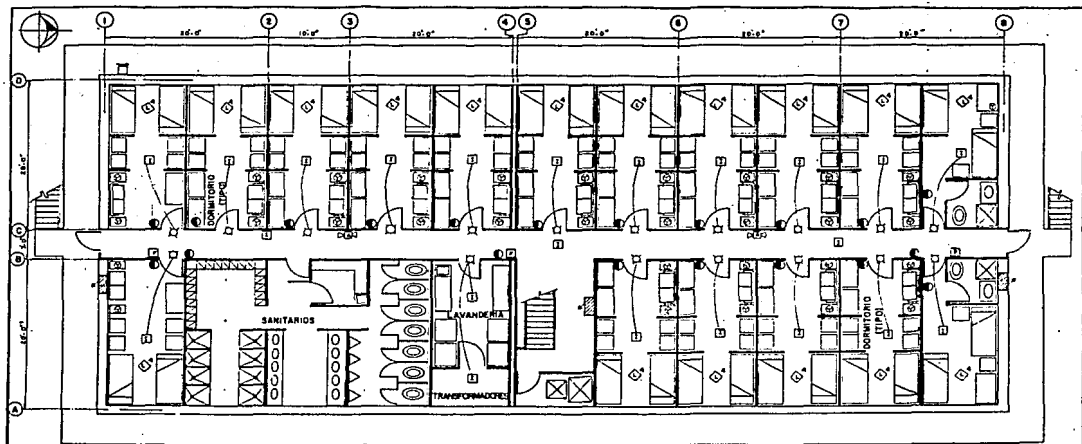
NOTA  
 PARA NOTAS Y SIMBOLOGIA  
 VER PLANO N.º 1

TESIS PROFESIONAL		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	ARREGLO GENERAL DE EQUIPO DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN C/INCENDIO SEGUNDO NIVEL, COMEDOR Y COCINA PLANTA
HUGO SANCHEZ ENRIQUEZ	PLANO N.º 2 ESE 316 PIER ACD1-2015		



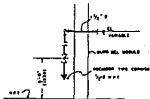
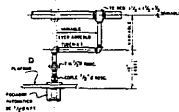
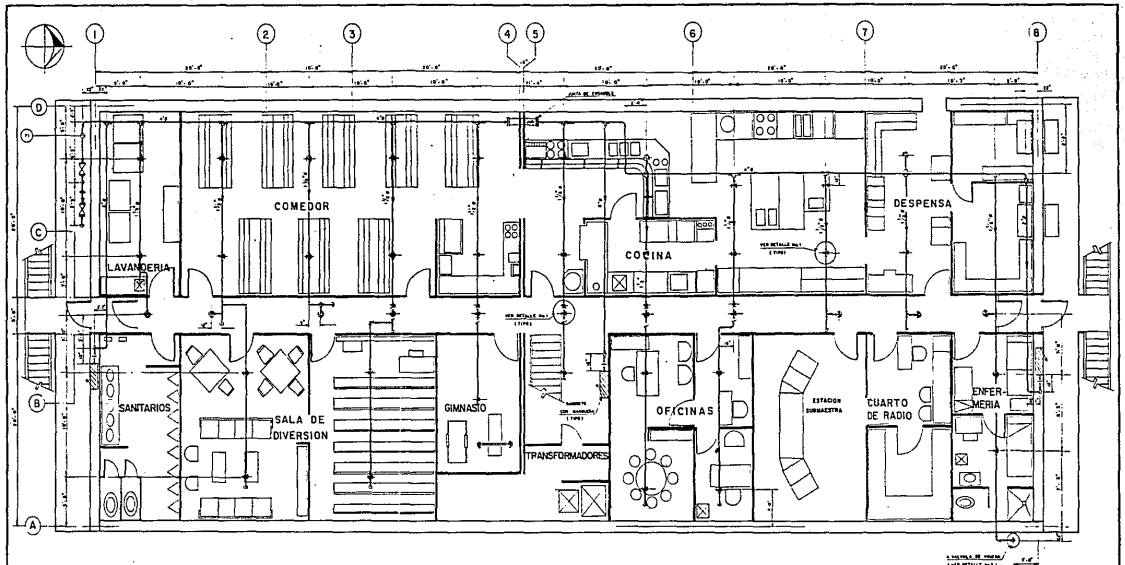
NOTA  
 PARA NOTAS Y DIMENSIONES  
 VER PLANO N.º 1

TESIS PROFESIONAL		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	ARREGLO GENERAL DE EQUIPO DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN C/INCENDIO TERCER NIVEL, DORMITORIOS PLANTA
RUBO SANCHEZ ENRIQUEZ	PLANO N.º 3 ESC. SIN ACOT. PUEB.		

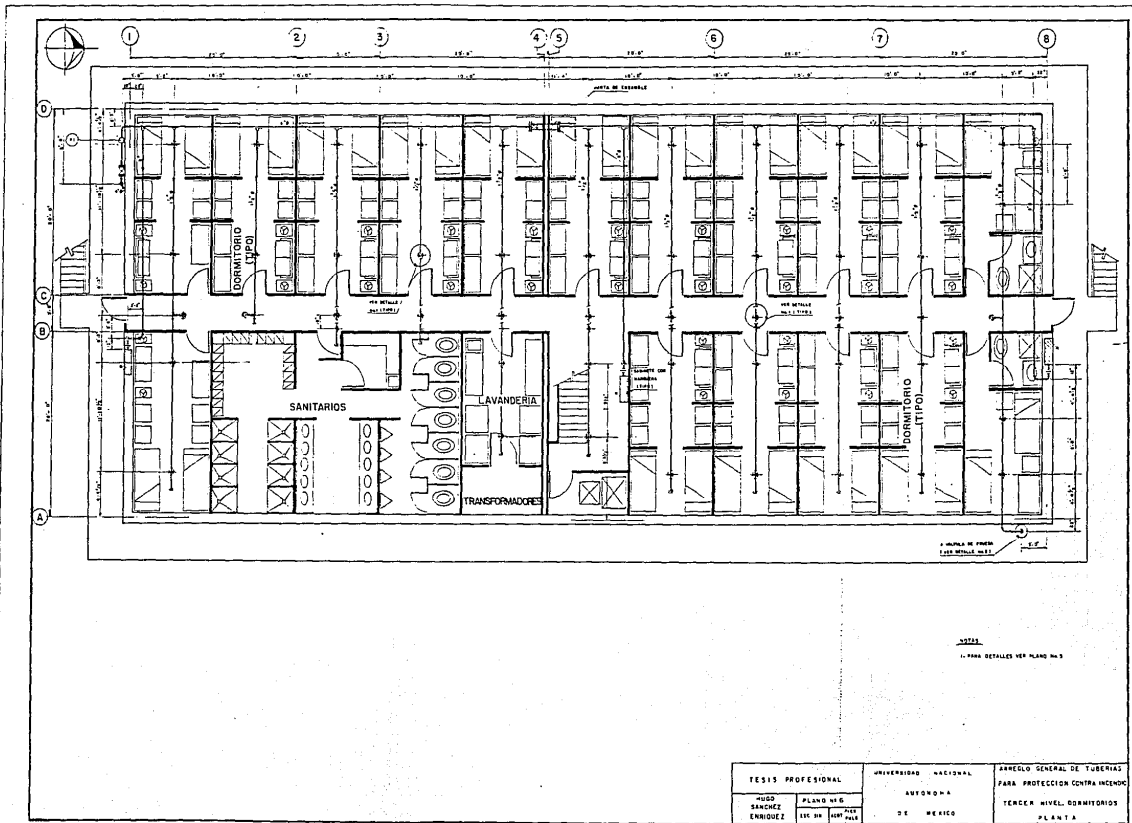


NOTA  
 PARA NOTAS Y SIMBOLOGIA  
 VER PLANO N.º 1

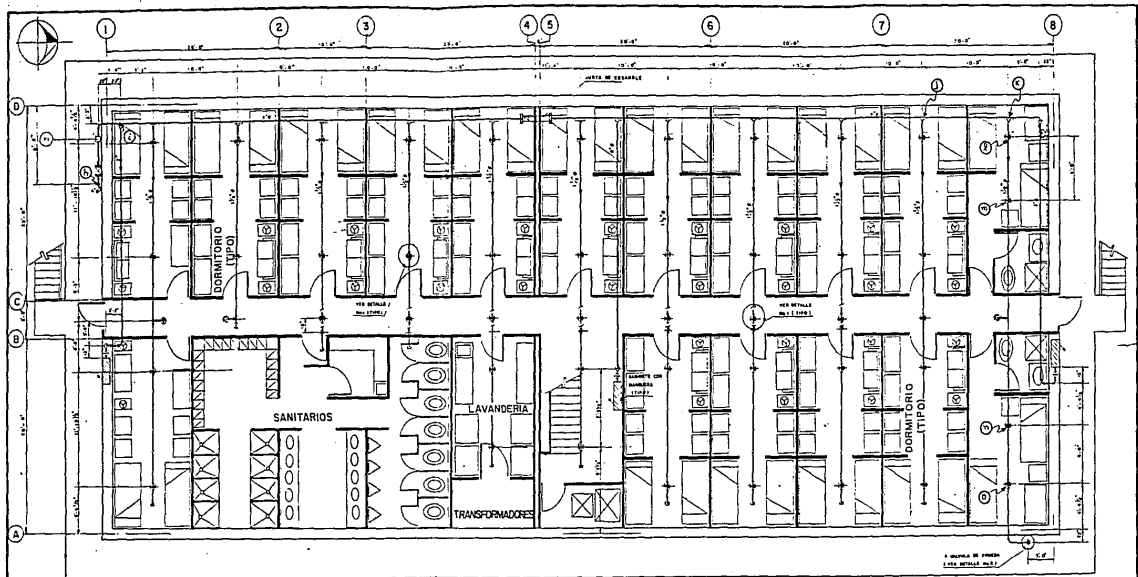
TESIS PROFESIONAL		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO	ARREGLO GENERAL DE EQUIPO DE SEGURIDAD Y PROTECCION C/INCENDIO  CUARTO NIVEL, DORMITORIOS PLANTA
HUGO SANCHEZ ENRIQUEZ	PLANO N.º 4 886-818 PIED PULC		



TESIS PROFESIONAL	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	ARRECO GENERAL DE TUBERIAS PARA PROTECCION CONTRA INCENDIO
HUGO SANCHEZ ENRIQUEZ	PLANO N.º 2 COCINA	SEGUNDO NIVEL: COMEDOR Y COCINA
		PLANTA



TESIS PROFESIONAL		UNIVERSIDAD NACIONAL	ARMILLO GENERAL DE TUBERIAS
ALONSO N.º 2		AUTONOMA	PARA PROTECCION CONTRA INCENDIO
RODRIGUEZ	ENRIQUEZ	DE MEXICO	TERCER NIVEL, DORMITORIOS
			PLANTA



1.- PARA DETALLES VER PLANO No. 1

TESIS PROFESIONAL		UNIVERSIDAD NACIONAL	ANEXO GENERAL DE TUBERIAS
MIGUEL ENRIQUEZ		AUTONOMA DE MEXICO	PARA PROTECCION CONTRA INCENDIO
PLANO No. 7	NOV. 1961	DE MEXICO	CUARTO NIVEL. DORMITORIOS
			PLANTA

servicio se han localizado dos paquetes de polvo químico seco tipo ABC de 500 lbs., con boquillas de alto flujo y 50 pies de manguera.

En el módulo habitacional cada dormitorio ha sido provisto de cuatro chalecos salvavidas y en el acceso a cada cápsula de escape se han localizado contenedores con 44 chalecos cada uno; también en las escaleras retráctiles que conducen a los embarcaderos se han colocado contenedores con 10 chalecos.

Alrededor de la cubierta de equipo de servicios se han distribuido boyas de anillo para ayuda en caso de hombre al agua.

Tres cápsulas de escape con capacidad de 44 personas cada una han sido instaladas en el segundo nivel del módulo habitacional. Estas cápsulas son del tipo cerradas, para operar con motor de combustión interna, contando con un sistema de auto-enfriamiento, un sistema mecánico de descenso por gravedad, alimentos enlatados, agua potable y con equipo de radio y de primeros auxilios.

## 5.5 PLAN DE EMERGENCIA

Para coordinar con efectividad las actividades esenciales encaminadas a combatir un fuego o en caso extremo a abandonar la plataforma, se ha desarrollado un plan de emergencia.

El plan de respuesta a un conato de incendio está desarrollado considerando el evento de que un fuego pudiera ocurrir en la plataforma. En este caso se designará en orden de sucesión a las personas en la plataforma que estarán obligadas a recurrir y extinguir ese fuego.

Por otro lado, en caso de un siniestro de gran magnitud, un plan de escape ha sido desarrollado, de forma tal que el personal puede abandonar la plataforma de una manera segura y rápida. En este plan se indican cuáles son las señales para abandono de la plataforma y la loca-

lización de los medios de escape.

Estos medios de escape están localizados y arreglados de manera que son rápidamente accesibles al personal de la plataforma.

Para que el personal a bordo de la plataforma se encuentre familiarizado con este Plan de Emergencia, se realizan simulacros en forma periódica, ya sea de extinción de fuegos o de abandono de la plataforma.

Así, el personal de operación, de nuevo ingreso y visitantes reciben instrucción y orientación acerca de los equipos y métodos de protección contra incendio y de los planes de emergencia para escape de la plataforma.



### CONCLUSIONES

La experiencia ha mostrado que el inicio de incendios en cualquier tipo de planta industrial, en un gran porcentaje, se debe a pequeños incidentes, aparentemente sin importancia. Estos incidentes generalmente no se reportan de inmediato ni se procede al combate del conato con la urgencia necesaria, por lo cual el incendio puede llegar a propagarse y ser de proporciones incontrolables.

En el caso específico del diseño de los sistemas de protección contra incendio para una plataforma habitacional marina, el arreglo de equipo que servirá para proporcionar los servicios y dar alojamiento al personal, debe ser hecho de tal forma que sirva para prevenir un fuego y que minimice los riesgos por posibles incendios aislando las fuentes de combustible de las fuentes de ignición, clasificando cada área o sitio de la plataforma de acuerdo al riesgo que representa el equipo contenido en dicha área. En base a esto, puede definirse el posible tipo de fuego que puede ocurrir, y con esto establecer el tipo de equipo de detección y extinción de incendio a utilizar.

Por lo anterior expuesto, se espera que los criterios de protección contra incendio indicados en esta Tesis en combinación con el diseño, la operación y el mantenimiento apropiados de las instalaciones, suministren una adecuada protección a este tipo de plataformas, pudiéndose complementar lo anterior con técnicas, métodos o nuevos agentes extintores que se descubran en el futuro.

APENDICE I

A P E N D I C E IPROTECCION CONTRA INCENDIOPRINCIPIOS BASICOSI.0 DEFINICIONESCombustión

La combustión es el proceso de reacción exotérmica, que involucra un combustible en su fase condensada o gaseosa, o ambas. El proceso es generalmente (pero no necesariamente) asociado con la oxidación de un combustible por el oxígeno atmosférico.

La combustión en la fase condensada es generalmente referida con una combustión incandescente, en tanto que la combustión en la fase de gas es requerida como una flama. Si el proceso está confinado en forma tal, que ocurre una elevación apreciable de presión, es llamada una explosión. Si la onda de combustión se propaga a una velocidad supersónica, este proceso es llamado detonación.

Combustible

Usado en el amplio sentido, es un material o substancia (sólido, líquido o gas) capaz de experimentar combustión y que sirve para alimentar un fuego.

Fuego.

El fuego o incendio es el fenómeno de combustión, que puede definirse como la oxidación rápida de un combustible, con desprendimiento de energía en forma de luz, flama y calor. Se puede decir que un fuego es además un incendio destructivo no controlado, de combustibles sólidos, líquidos o gaseosos.

Temperatura de Ignición

La temperatura de ignición de una substancia, sea sólida, líquida o gaseosa, es la mínima temperatura requerida para iniciar o causar combustión auto-sostenida independientemente de su calentamiento.

La temperatura de ignición observada bajo una serie de condiciones, puede ser cambiada substancialmente por un cambio de condiciones.

Por esta razón, las temperaturas de ignición deberán ser consideradas solamente como aproximaciones.

Algunas de las variables conocidas que afectan las temperaturas de ignición son el porcentaje de composición del vapor o mezcla gas-aire, configuración y tamaño del espacio donde ocurre la ignición, rango y duración del calentamiento, temperatura de la fuente de ignición, concentración de oxígeno, etc., además de verse afectadas por el método utilizado para su determinación.

#### Punto de Inflamación

El punto de inflamación de un líquido es la mínima temperatura a la cual ese líquido desprende suficientes vapores para formar una mezcla inflamable con aire. Muchos líquidos riesgosos tienen puntos de inflamación a la temperatura ambiente o un poco abajo, y normalmente están cubiertos en su superficie por una capa de vapores inflamables que se encenderán inmediatamente si una fuente de ignición se aproxima.

El rango al cual los diferentes líquidos vaporizan varía grandemente dependiendo de su presión de vapor. La vaporización se incrementa con elevaciones en la temperatura, de tal forma que un líquido inflamable a temperatura elevada es más riesgoso que el mismo líquido a temperatura ambiente.

#### Límites Inflamables o Explosivos.

En el caso de gases o vapores los cuales forman mezclas inflamables con aire u oxígeno, hay una concentración mínima de vapor en aire u oxígeno abajo de la cual la propagación de flama no ocurre al ponerse en contacto con una fuente de ignición. Hay así mismo una proporción máxima de vapor o gas en aire arriba de la cual la propagación de la flama no ocurre.

Estos límites para las mezclas de vapor o gas con aire, las cuales, si son encendidas, propagarán la flama, son conocidos como los "límites inferior y superior inflamables o explosivos" y son generalmente expresados en término de porcentaje por volumen de gas o vapor en aire.

Los límites inflamables no son apreciablemente cambiados por variaciones normales en la presión y temperatura atmosféricas. Los cambios en humedad resultan en el límite superior, siendo cambiado a un valor menor (debido al desplazamiento del oxígeno por vapor de agua) y el límite infe

rior es solo ligeramente cambiado. Sin embargo, a altas temperaturas el límite superior es elevado y el límite inferior bajado, resultando en un rango inflamable o explosivo más grande. El efecto de alta presión en estos límites es diferente para cada gas a vapor, dependiendo de su naturaleza.

#### Rango Inflamable o Explosivo.

El rango de vapor inflamable o mezcla aire-gas entre los límites inflamables superior e inferior es conocido como "rango inflamable", frecuentemente referido también como "rango explosivo". Por ejemplo, el límite inferior de inflamabilidad de la acetona a temperatura ambiente ordinaria es aproximadamente 2.1 por ciento vapor en aire por volumen en tanto que el límite superior de inflamabilidad es aproximadamente 13.0 por ciento. Todas las concentraciones por volumen de vapor de acetona en aire que se encuentren entre 2.1 por ciento y 13.0 por ciento están en el rango inflamable o explosivo.

#### Líquidos Inflamables y Líquidos Combustibles.

Líquidos inflamables son aquellos que tienen un punto de inflamación inferior a 100 °F (37.8 °C) y que tienen una presión de vapor que no excede de 40 lb/pulg<sup>2</sup>, abs. a 100 °F (37.8 °C). Los líquidos inflamables anteriores son también conocidos como líquidos Clase 1, los cuales se subdividen como sigue:

- a).- Clase IA que incluye aquellos que tienen puntos de inflamación inferiores a 73 °F (22.8 °C) y que tienen puntos de ignición abajo de 100 °F (37.8 °C).
- b).- Clase IB que incluye aquellos que tienen puntos de inflamación inferiores a 73 °F (22.8 °C) y que tienen punto de ignición igual o superior a 100 °F (37.8 °C).
- c).- Clase IC que incluye aquellos que tienen puntos de inflamación igual o superior a 73 °F (22.8 °C) e inferior a 100 °F (37.8 °C).

Líquidos combustibles son aquellos que tienen un punto de inflamación igual o superior a 100 °F (37.8 °C). Estos líquidos se subdividen como sigue:

- a).- Clase II que incluyen aquellos que tienen puntos de inflamación igual o mayor a 100 °F (37.8 °C) e inferior a 140 °F (60 °C)
- b).- Clase IIIA que incluye aquellos que tienen puntos de inflamación igual o mayor a 140 °F (60 °C) e inferior a -- 200 °C (93.4 °C).
- c).- Clase IIIB que incluye aquellos que tienen puntos de inflamación igual o mayor a 200 °F (93.4 °C).

#### I.1 TRIANGULO DEL FUEGO.

Los tres componentes que deben estar presentes para iniciar un fuego son:

- 1.- Combustible: El cual para poder quemarse se debe encontrar en forma de vapor cuando se trata de un líquido, o en forma de neblina finamente dividida en caso de tratarse de un sólido.
- 2.- Oxígeno: El cual será proporcionado por el aire del medio ambiente y que mezclado en la proporción adecuada con el vapor combustible formará la mezcla que podrá ser incendiada.
- 3.- Calor: El cual será suministrado por una fuente de energía y que aplicado al combustible eleva su temperatura con el consecuente desprendimiento de vapores combustibles, hasta alcanzar una temperatura y energía suficientes para iniciar

el proceso químico de la combustión.

Estos tres componentes son frecuentemente representados por medio de un triángulo, en el cuál cada componente está representado por uno de sus lados (Fig. I.1).

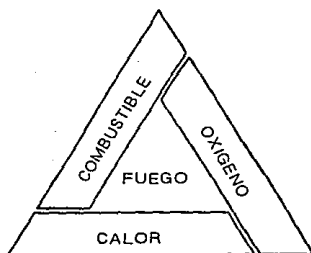


Fig. I.1 Triángulo del Fuego

Si el Triángulo está incompleto no podrá producirse el fuego, siendo ésta la base sobre la que se apoya la prevención y extinción de incendios: la lucha contra los mismos consiste en romper el triángulo del fuego. Se cuenta con los siguientes métodos para la extinción de incendios:

a).- Extinción por Enfriamiento.

Este método es el más usado en la extinción de incendios de materiales combustibles ordinarios y consiste en la eliminación del calor generado por el incendio evitando que continúe la combustión, y reducir la generación de vapores inflamables, logrado esto mediante la aplicación de algún agente que absorba este calor.

Existen diversos agentes, pero el más comunmente usado es el agua, ya que además de ser económico se puede obtener en cantidades suficientes, y su capacidad para absorber calor, cuando cambia de estado líquido a vapor es diez veces mayor que la de cualquier otro agente extintor (1 GPM absorbe aproximadamente 10,000 Btu/min cuando se aplica a 60 °F y es totalmente vaporizada y sobrecalentada hasta - 500 °F). Además cuando esta agua así aplicada se sobrecalienta a 500 °F, se expande aproximadamente a razón de - 2500: 1, reduciendo grandemente el oxígeno en espacios cerrados, ayudando con ello a la eliminación de la combustión.

b).- Extinción por Sofocamiento.

Este método de extinción consiste en cubrir el fuego y evitar que entren en contacto el oxígeno del aire con los vapores inflamables; esto se logra en dos formas: la primera se basa en crear una atmósfera inerte (excenta de oxígeno) por medio de agentes extintores como el bióxido de carbono, los polvos químicos secos y líquidos vaporizantes. La otra forma es aislar la superficie expuesta del combustible, que es de donde se están desprendiendo los vapores inflamables, por medio de una capa o película intermedia, como es el caso de la espuma química, la espuma mecánica y el agua ligera.

c).- Extinción por Eliminación del Combustible.

Este método consiste en retirar el material combustible de la proximidad del fuego, lo cual puede resultar difícil y peligroso, sin embargo se puede realizar, tal es el caso de un tanque que almacena productos combustibles. Este tanque puede ser arreglado de tal forma que al presentarse un incendio en él, el producto almacenado puede ser bombeado a otro tanque localizado lejos del siniestro.



## I.2 TIPOS DE FUEGOS.

Los tipos básicos de fuegos han sido clasificados en clases A, B, C y D, haciéndose necesaria esta clasificación, ya que los principios para evitar, controlar y extinguir los incendios dependen de los materiales combustibles que los ocasionan, teniéndose:

### a).- Fuegos Clase A.

Son fuegos en materiales combustibles ordinarios, tales como madera, telas, papeles, caucho, plásticos, etc. y se caracterizan porque se van formando grietas en los materiales, dejando residuos tales como brasas y cenizas. El agente extintor más usado para la extinción de estos fuegos es el agua, o alguna solución que la contenga en grandes porcentajes, tal como soluciones de agua-espuma. La utilización de polvos químicos secos para la extinción de estos fuegos es también efectiva.

### b).- Fuegos Clase B.

Son fuegos que se presentan en las mezclas de vapor inflamable-aire que se encuentran sobre la superficie de un líquido inflamable, tales como aceites, grasas, alquitrán, pinturas, lacas y en general combustibles líquidos y gases inflamables derivados del petróleo.

Para lograr la extinción de este tipo de fuegos es necesario lograr un efecto de sofocamiento e inhibidor de combustión. Para esto se puede usar polvo químico seco, espuma, líquidos vaporizantes, bióxido de carbono, HALON o agua aplicada en forma de neblina fina, dependiendo de las características del fuego (medio ambiente, área abierta o cerrada, magnitud, equipo circundante, etc.).

### c).- Fuegos Clase C.

Son fuegos que involucran equipo eléctrico energizado y donde la no conductividad eléctrica del medio extintor es de importancia por el peligro que representa la energía

eléctrica. La extinción de estos fuegos se logra usando - polvos químicos secos, bióxido de carbono, HALON y líquidos vaporizantes.

d).- Fuegos Clase D.

Son fuegos en metales combustibles, tales como magnesio, - titanio, circonio, sodio, litio y potasio. Para el control y extinción de este tipo de fuegos se han desarrollado técnicas, agentes extintores y equipos de extinción especiales. La eficacia de los extinguidores portátiles especiales para este tipo de fuegos es particularmente importante, ya que aún tratándose de extinguidores para uso en fuegos clase D, éstos no son igualmente efectivos en fuegos con diferentes metales combustibles.

### 1.3 FUENTES DE IGNICION.

Una fuente de ignición sirve como el elemento iniciador para el proceso de incendio, siempre y cuando se cuente con una mezcla apropiada - de vapor inflamable-oxígeno. Después de iniciado dicho incendio, el calor generado en el mismo proporcionará la energía requerida para continuar con la reacción química considerando que el combustible y el aire se encuentran presentes en la proporción adecuada. Como ejemplos de los tipos generales de fuentes de ignición se tienen los siguientes:

1).- Arcos y Chispas Eléctricas.

Una chispa eléctrica es la descarga de una corriente eléctrica a través de un espacio entre dos cuerpos cargados. Aunque la electricidad estática y el relámpago son formas de chispas eléctricas son listadas como fuentes de ignición separadas para enfatizar su importancia. Las chispas eléctricas ocurridas en las instalaciones de su ministro eléctrico están por arriba de la temperatura

de flama y generalmente encenderán una mezcla inflamable, - porque la intensidad de la chispa y duración produce suficiente calor para iniciar la combustión.

Un arco eléctrico aparece cuando un circuito eléctrico que conduce corriente es interrumpido, ya sea por causas intencionales o por accidente. La corriente eléctrica la cuál - está fluyendo a través de un contacto, tratará de mantenerse fluyendo, por ejemplo cuando ese contacto es roto. La - misma carga viajará más a través de un espacio como un arco que como una chispa, por esta razón la apertura de interruptores es más peligrosa que cerrarlos. Algunas fuentes de - chispas y arcos eléctricos pueden ser las siguientes: motores eléctricos y generadores; interruptores, relevadores y otros componentes que abran y cierren circuitos eléctricos bajo condiciones normales de operación; alambrado y equipo eléctrico defectuosos; soldadura con arco eléctrico; baterías; motores de combustión interna con sistema eléctrico para arranque; instalaciones de alumbrado.

## 2).- Rayos

El rayo es la descarga de una carga eléctrica de una nube a una carga opuesta, ya sea con otra nube o con la tierra. Los rayos pueden alcanzar muy altas temperaturas en cualquier material de alta resistencia que se le interponga. Dichos rayos tienden a descargar en puntos altos tales como antenas y quemadores elevados.

## 3).- Chispas eléctricas estáticas.

Si dos objetos están en contacto físico y posteriormente - son separados, éstos algunas veces acumulan una carga eléctrica ocasionada por fricción o inducción. Cargas eléctricas similares pueden ser generadas por flujo rápido de gases o líquidos . Si los objetos no están aterrizados, pueden acumular suficiente carga eléctrica de tal forma que - un chispazo puede ocurrir. Estas chispas eléctricas estáticas son normalmente de muy corta duración y no producen

suficiente calor para incendiar materiales combustibles o dinarios, tal como papel. Sin embargo algunos chispazos son capaces de incendiar vapores inflamables y gases. Esta situación es más común en una atmósfera seca. Las chispas eléctricas estáticas, pueden ser un problema en situaciones como las siguientes: Manejo de combustibles; lleno de contenedores, tanques y recipientes a presión; velocidades altas en la salida de fluidos; transmisiones con - banda; operaciones de limpieza con chorros de arena; limpieza con vapor.

#### 4).- Flama

Cuando los combustibles comunes son quemados, se desprende energía en forma de calor. Este fenómeno es generalmente acompañado por una luminosidad llamada flama. Algunos -- ejemplos de flamas que pueden estar presentes en una plata forma marina son las siguientes: quemadores, calentadores de fuego directo, soldadura y corte con soplete de oxígeno, personal fumando, calentamiento y preparación de alimentos.

#### 5).- Superficies Calientes.

Las superficies calientes son una fuente de ignición si su tamaño y emisión de calor son suficientes. Algunas superficies calientes consideradas como fuentes de ignición incluyen las siguientes: escorias de soldadura, chimeneas de escape de gases calientes, equipo de proceso y tuberías calientes, dispositivos eléctricos de alta temperatura tales como lámparas incandescentes, calor debido a fricción tal como rodamientos no lubricados, calentamiento y preparación de alimentos, partículas de metal caliente en forma de chispas.

#### 6).- Calor de Compresión

Si una mezcla inflamable es comprimida rápidamente se incendiará cuando el calor generado por la acción de compresión sea suficiente para elevar la temperatura del vapor a su -- punto de inflamación.

#### 7).- Reacciones Químicas.

Una reacción química puede producir calor y este calor incendiar a las sustancias que reaccionan o a algún material que se encuentre en la vecindad, teniéndose una combustión espontánea.

### I.4 SISTEMAS DE DETECCION Y ALARMA DE INCENDIOS.

Los sistemas para detectar un fuego y controlar los componentes de actuación y alarma de los sistemas de extinción de incendios son elementos importantes de un plan completo de protección contra incendio. A continuación se hará una descripción de los tipos y principios de operación de equipo para detección y control de fuegos.

#### I.4.1 Detección. Los Cuatro Pasos de un Fuego.

Para entender como operan los diferentes tipos de detectores, - es importante conocer las varias etapas de un fuego. Un fuego se desarrolla en cuatro etapas básicas (Ver Fig. I.2).

##### 1.- Etapa Incipiente.

La combustión de un combustible sólido produce grandes cantidades de partículas invisibles. Estas son partículas sólidas y líquidas (en forma de aerosol) compuestas de carbono, vapor de agua y otros gases. Esta etapa del fuego involucra solamente materiales sólidos.

##### 2.- Etapa de Humo.

Cuando un fuego en un combustible sólido continúa hasta de desarrollarse, alcanza la etapa de humo. La combustión se incrementa hasta un punto donde el volumen y masa reunidos - de las partículas son visibles. En esta segunda etapa de desarrollo, el calor generado puede ser insuficiente para mantener una combustión continua.

### 3.- Etapa de Flama.

La etapa de flama es alcanzada cuando una cantidad suficiente de calor es generada para incendiar los gases y partículas combustibles liberadas por la descomposición térmica del sólido. En esta etapa, un fuego se vuelve auto-sostenido. Debido a que los líquidos inflamables y gases son volátiles, la primera y segunda etapas no ocurrirán y las flamas se desarrollarán inmediatamente.

### 4.- Etapa de Calor.

La cuarta y etapa final de un fuego es la etapa de calor -- que rápidamente sigue a la etapa de flama. Este calor es el resultado de la energía liberada por la reacción exotérmica del fuego.

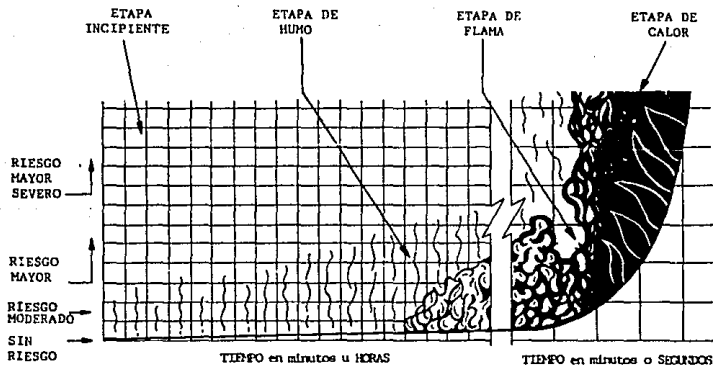


Fig. 1.2. Las cuatro etapas de un fuego.

#### 1.4.2 Tipos de Detectores.

Para seleccionar apropiadamente un detector, es necesario familiarizarse con los tipos de detectores disponibles:

##### Detectores de Calor o Térmicos.

- 1.- Tipo temperatura fija. (Fixed temperature Type)  
Son aquellos que responden cuando el elemento de detección alcanza una temperatura predeterminada.
- 2.- Tipo rango de elevación (Rate-of-Rise Type)  
Son aquellos que responden a un incremento en calor a un rango mayor que algún valor predeterminado.

Algunos detectores de calor combinan ambos de los tipos anteriores y son llamados detectores de calor de temperatura fija y rango de elevación. (Rate-Of-Rise Fixed Temperature Detector).

##### Detectores de Humo.

- 1.- Detectores de Humo Fotoeléctrico (Photoelectric Smoke - - Detectors).  
Contienen una fuente de luz y una fotocelda arreglado de tal manera que los rayos de luz normalmente no inciden sobre la fotocelda mencionada. Cuando las partículas de humo entran a la cámara del detector, reflejan los rayos de luz haciéndolos incidir sobre la fotocelda, causando la actuación del detector.
- 2.- Detector de Ionización (Ionization Detector)  
Consiste de una o dos cámaras de ionización y los circuitos necesarios de amplificación. La cámara de ionización es empleada como el elemento sensor y contiene una pequeña cantidad de material radiactivo el cual ioniza el aire, volvién-

dolo conductivo y permitiendo un flujo de corriente a través del aire entre dos electrodos cargados. Cuando las partículas de humo entran al área de ionización, la conductancia del aire decrece. Cuando la conductancia es menor que un nivel predeterminado, el detector responde.

### 3.- Detectores por Punte Resistivo (Resistance Bridge Detectors).

El incremento de partículas de humo y humedad presente en los productos de combustión caen sobre una rejilla eléctrica del puente incrementando la conductancia eléctrica de ésta, con lo que se tiene una señal de alarma.

### Detectores de Flama

#### 1.- Detector de Flama Infrarojo (Infrared Flame Detector):

El elemento sensor responde a energía radiante fuera del rango de visión humana, superior aproximadamente a 7,700 Angstroms.

#### 2.- Detector de Flama Ultravioleta (Ultraviolet Flame Detector)

En este tipo de detector, el elemento sensor responde a energía radiante fuera del rango de visión humana, inferior aproximadamente a 4,000 Angstroms.

### I.4.3 Sistema de Detección de Incendios, Control y Alarma.

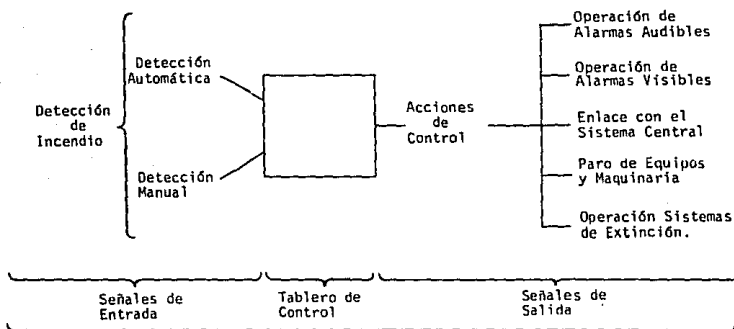
Este sistema estara formado principalmente por un tablero de control y equipo de detección de incendios automático y manual (ver Fig. I.3) y su función principal será la de mantener continuamente vigilados los lugares o sitios más probables en los que puede presentarse un incendio y detectar cualquier posible fuente de ignición. Este sistema alamará la plataforma y realizará accionamientos de sistemas, además de reportar este evento a un sistema central localizado en tierra. El funcionamiento de este sistema es como sigue:



La presencia de un incendio se podrá detectar por medio de un - equipo automático de detección, tales como detectores de humo, flama, de calor y de flujo, o una combinación de éstos, ubicados en zonas de la plataforma donde exista el riesgo de una posible fuente de ignición. La característica principal del sistema es detectar un incendio, de tal forma, que puede ser puesto bajo - control o ser extinguido en el tiempo más corto posible.

Una vez hecha la detección de un incendio, los detectores enviarán una señal de alarma de fuego al tablero de control. Esta se ñal de fuego también podrá ser enviada mediante el accionamiento de estaciones de alarma manual colocadas en todas las puertas -- que comunican al exterior de espacios cerrados, así como en áreas abiertas de la plataforma.

El tablero de control, el cual estará instalado en el cuarto de control o cualquier otro local que esté continuamente ocupado, - recibirá y tomará acciones de respuesta a estas señales de fuego.



Sistema de Detección de Incendio, Control y Alarma.

Fig. 1.3 Sistema de detección de incendio, control y alarma.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Dependiendo de la señal de fuego recibida, en el tablero se procesará dicha señal y de acuerdo con una lógica predeterminada se realizarán acciones de control desde dicho tablero, tales como paro de equipos o paro de proceso, operación de sistemas de extinción, cierre de compuertas del sistema de ventilación de aire acondicionado. Así también se tendrán acciones de alarma, las cuales harán sonar cornetas o campanas y activarán luces de estado en la plataforma, que serán localizadas en todos los niveles de la plataforma en número suficiente para asegurar que todas las partes de la plataforma sean prevenidas y alertadas.

## I.5 EQUIPOS Y SISTEMAS DE EXTINCION

Habiendo visto anteriormente los conceptos fundamentales referentes a la combustión, los tipos de fuegos, las fuentes de ignición, así como los sistemas de detección y control de incendios, es posible ahora examinar los equipos y sistemas de extinción con que se cuentan para el combate de éstos.

### I.5.1 Agentes Extintores

#### I.5.1.1 Agua

El agua es el agente más comúnmente usado debido a su costo, disponibilidad e importante efectividad en fuegos clase A. Como característica importante se tiene que una libra de agua a 32°F para convertirla a vapor a 212°F absorbe 1,150 Btu, sufriendo además una expansión volumétrica de 1,700 veces. Estos dos factores justifican el mecanismo de extinción, por ejemplo enfriamiento del combustible y dilución de la concentración de oxígeno. La cantidad de agua requerida para extinción dependerá de la cantidad de calor que deba ser absorbido.

#### I.5.1.2 Espumas

La espuma para extinción de incendios es una masa estable de pequeñas burbujas más ligeras que el aceite o el agua, siendo una mezcla de concentrado de espuma, agua y un gas, que generalmente es aire.

Existen dos tipos de espumas: la espuma química y la espuma mecánica.

La espuma química es producida por una reacción química entre sustancias tales como el bicarbonato de sodio y el sulfato de aluminio; este tipo de espuma es obsoleto actualmente.

La espuma mecánica es producida mecánicamente, más que por reacción química, siendo creada por la mezcla de un concentrado líquido con agua; esta solución es pasada por un dispositivo denominado "generador de espuma" en el cual un gas (generalmente aire) es inyectado dentro de la solución mencionada, obteniéndose ésta en forma de burbujas y aplicándose así al incendio que se tenga.

Se cuenta con varios concentrados de espuma mecánica, basados en diferentes sustancias, teniéndose:

1. Espuma Protéica
2. Espuma Fluoroprotéica
3. Espuma Formadora de Película Acuosa (Aqueous Film-Forming Foam, AFFF).
4. Espuma de Alta Expansión
5. Espuma Tipo Alcohol

Estos concentrados de espuma mecánica son mezclas químicas de sustancias, los cuales diluidos producen la solución de espuma o espuma no expandida. Mezclados con aire en el equipo apropiado, la solución de espuma se transforma en una espuma extintora de incendios.

#### Espuma Protéica

El concentrado de espuma protéica básicamente es obtenido de proteína hidrolizada, normalmente de procedencia animal, tal como plumas o huesos en polvo. Este concentrado de espuma incluye además aditivos, los cuales estabilizan la espuma, impiden la corrosión y el crecimiento de bacterias, además de hacer que su punto de congelación sea más bajo.

La espuma protéica extingue los fuegos de la forma siguiente: una vez obtenida la espuma en forma de burbujas de baja densidad es aplicada a la superficie del líquido que se está incendiando, fluyendo libremente sobre ésta, formando una densa capa de espuma que evita la formación de vapores inflamables, además de no permitir el acceso de oxígeno a la superficie mencionada, proceso conocido con el nombre de Efecto de Sofocación. Debido al contenido de agua que posee esta espuma, se produce un enfriamiento, causado por la evaporación de esta agua; la energía requerida para esta evaporación proviene de la superficie del líquido que se está incendiando, proceso conocido con el nombre de Efecto de Enfriamiento.

#### Espuma Fluoroprotéica

El concentrado de espuma fluoroprotéica es similar al concentrado de espuma protéica, excepto que un aditivo sintético sulfatado es adicionado, el cual mejora principalmente la habilidad de extenderse sobre la superficie del líquido. Este concentrado es diluido con agua para formar soluciones del 3% al 6% de concentración, y su poder de extinción es similar al de la espuma protéica. La diferencia principal es que su distribución sobre el combustible es más rápida que la de la espuma protéica.

#### Espuma Formadora de Película Acuosa (Aqueous Film-Forming Foam, AFFF).

Este tipo de espuma es obtenida de sulfatos sintéticos de flúor, estabilizadores y solventes. La espuma ya formada actúa a la vez como una barrera para excluir el aire u oxígeno y para formar una película acuosa sobre la superficie del combustible capaz de suprimir el desprendimiento de vapores combustibles. Este concentrado puede diluirse con agua para formar soluciones del 3% al 6% de concentración.

Este tipo de espuma es un excelente agente para la extinción de incendios. Dependiendo del rango de aplicación y otros factores, esta espuma ha controlado en pruebas, fuegos en un 36% a un 60% del tiempo requerido para otras espumas, para controlar el mismo fuego.

### Espuma de Alta Expansión

Los concentrados de espuma de alta expansión son obtenidos generalmente a base de alcoholes grasos sulfatados. Así como su nombre lo indica, posee relaciones de expansión desde 1:101 a 1:1,000. (La mayoría de las espumas anteriormente mencionadas tienen una relación de expansión de 1:10). Este tipo de espuma requiere equipo especial para su aplicación y rangos más altos que la espuma protéica o la AFFF.

### Espuma Tipo Alcohol

Técnicamente hablando, los concentrados de espuma tipo alcohol son obtenidos de polímeros sintéticos. Estas espumas son usadas para la extinción de fuegos en ciertos solventes y líquidos combustibles o inflamables solubles en agua tales como alcoholes, éteres, acetonas, etc. las cuales se disuelven o mezclan con el agua, destruyendo las espumas regulares.

#### I.5.1.3 Polvos Químicos Secos

Existen sólidos inorgánicos que forman un grupo de agentes los cuales inhiben químicamente el fuego. Puesto que la mayoría de estos materiales son higroscópicos, son empleados generalmente varios aditivos y tratamientos para mejorar sus propiedades.

Estos agentes químicos secos están compuestos de un material pulverizado, finamente dividido que ha sido especialmente tratado para repeler el agua y ser capaz de fluir libremente cuando es expulsado. Existen varios tipos de agentes extintores de polvo químico seco, cada uno con características particulares, siendo algunos de los más comúnmente empleados los siguientes:

1. Polvo Químico Seco, Base Bicarbonato de Sodio.

Es un agente a base de bicarbonato de sodio y es aplicable para usarse en todos los fuegos de líquidos y gases inflamables (Fuegos Clase B) y para fuegos que involucren equipo eléctrico energizado (Fuegos Clase C), ya que es un agente

no conductor de energía eléctrica. Generalmente no es recomendado para la extinción de fuegos Clase A, ya que su efecto de extinción es transitorio sobre la superficie de esos materiales.

2. Polvo Químico Seco, Base Sales de Potasio.

Los agentes de este tipo son esencialmente a base de bicarbonato de potasio, cloruro de potasio y urea. Estos tres agentes son aplicables para usarse en todos los tipos de fuegos en líquidos y gases inflamables (Fuegos Clase B), así como para fuegos que involucran equipo eléctrico energizado (Fuegos Clase C).

Es reconocido que las sales de potasio son más efectivas en términos del mecanismo de extinción química, que las sales de sodio en la extinción de incendios Clase B, retardando la reignición del combustible más que el bicarbonato de sodio.

3. Polvo Químico Seco, Base Fosfato Monoamónico.

Este agente tiene como base el fosfato monoamónico y es similar en sus efectos sobre fuegos Clase B y C a los mencionados anteriormente, siendo su característica más importante su considerable efecto de extinción sobre fuegos Clase A. Este agente cuando es calentado se descompone para formar ciertos residuos, los cuales se adhieren a las superficies calientes; en fuegos sobre superficies sólidas combustibles (Clase A) esta característica excluye el oxígeno necesario para la propagación del fuego, con lo que éste es extinguido, siendo mucho más efectivo que el agua sobre este tipo de fuegos. Por lo anterior, este agente también se le conoce con el nombre de agente para usos múltiples.

#### I.5.1.4 Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)

El dióxido de carbono es un gas químicamente neutral, incoloro, inodoro y eléctricamente no conductivo, capaz de diluir o formar una atmós

fera inerte cuando es aplicado en concentraciones apropiadas. Como el  $\text{CO}_2$  es 1 1/2 veces más pesado que el aire, se desplaza hacia abajo, llenando un espacio por inundación desde el piso hacia arriba. El efecto de extinción del  $\text{CO}_2$  corresponde básicamente al efecto de desplazamiento del oxígeno del aire, separándolo del foco del incendio. Este tipo de agente es el más ampliamente usado, ya que tiene ventajas tales como:

- Es un agente limpio que no deja residuos.
- Es de bajo costo y de rápida obtención.
- Puede ser usado en equipo eléctrico energizado
- Es descargado bajo su propia presión de vapor

Asimismo tiene algunas desventajas tales como:

- Requiere de altas concentraciones para extinguir.
- Estas altas concentraciones impiden su uso en áreas normalmente ocupadas en las cuales las salidas estén limitadas.

En general se puede decir, que el  $\text{CO}_2$  es utilizado como agente de extinción en todos los casos donde la extinción del fuego tiene que ser instantánea y donde los daños subsecuentes a la extinción deben ser nulos.

#### I.5.1.5 Compuestos Halogenados.

Otros tipos de agentes en forma de gases licuados son los compuestos halogenados, los cuales son materiales que químicamente inhiben la combustión en cadena. Los más representativos de estos compuestos son:

##### Halón 1301 (Bromotrifluorometano, $\text{CBrF}_3$ )

Este es un gas incoloro, inodoro y eléctricamente no conductivo que es un medio efectivo para la extinción de incendios. El Halón 1301 extingue el fuego inhibiendo la reacción química del combustible y el oxígeno; el efecto de extinción es debido al enfriamiento, la dilución del oxígeno y la disminución de la concentración de vapores inflamables.

Generalmente se usan en casos donde un medio eléctricamente no conductivo es necesario y donde no es deseable que queden residuos después de su aplicación. Algunos de los riesgos más importantes y equipos en los

que los sistemas de Halón 1301 pueden proteger en forma satisfactoria son los siguientes:

- Líquidos y gases inflamables.
- Equipo eléctrico tal como transformadores, interruptores y equipo rotatorio.
- Máquinas que utilicen gasolina y otros combustibles inflamables.
- Computadoras electrónicas, equipo de procesamiento de datos y cuartos de control.
- Combustibles ordinarios como papel, madera y textiles.

Asimismo, el Halón 1301 no es efectivo en los siguientes riesgos:

- Ciertos químicos o mezclas de químicos como nitrato de celulosa y pólvora, los cuales son capaces de oxidación rápida en la ausencia de aire.
- Metales reactivos tales como sodio, potasio, magnesio, titanio, circonio, uranio y plutonio.
- Metales hídridos.

Cabe mencionar que las personas pueden ser expuestas a los vapores de Halón 1301 en bajas concentraciones por breves períodos de tiempo sin sufrir daños serios; la exposición a altas concentraciones o por períodos prolongados, puede producir desvanecimiento, pérdida de coordinación y perturbar el ritmo cardíaco.

Halón 1211 (Bromoclorodifluorometano,  $\text{CBrClF}_2$ )

El Halón 1211 es un gas incoloro, con olor ligeramente dulce y eléctricamente no conductivo, el cual es un agente efectivo para la extinción de incendios; este gas extingue los fuegos inhibiendo la reacción química del combustible y el oxígeno. El efecto de extinción es debido al enfriamiento, la dilución del oxígeno y la disminución de la concentración de vapores inflamables.

Al igual que el Halón 1301, se utiliza en el mismo tipo de riesgos con limitantes similares, siendo su diferencia principal su alta toxicidad y alto riesgo al personal cuando es aplicado en sistemas para inundación total de cuartos de control, salas de cómputo o locales similares.



### I.5.2 Extinguidores Portátiles y Unidades Móviles.

Para cada uno de los agentes extintores mencionados anteriormente existen dispositivos especiales que además de almacenarlos sirven para lograr su aplicación denominados extinguidores portátiles o unidades móviles. Los extinguidores portátiles son unos dispositivos que como su nombre lo indica se pueden transportar fácilmente por una persona y que contienen el agente extintor, el cual puede ser expelido a presión con el propósito de suprimir o extinguir un incendio. Del mismo modo, una unidad móvil, es un dispositivo con mayor capacidad de agente, por lo que cuenta con ruedas para poder desplazarse de un lado a otro y que al igual que el extinguidor portátil contiene el agente extintor a presión.

Algunas veces debido a que el riesgo se encuentra totalmente de finido y localizado, en vez de utilizar unidades móviles, se utilizan uni dades fijas, las cuales son idénticas a las primeras pero sin ruedas.

La selección del tipo de extinguidor y su localización dependerán del tipo del posible incendio que se pudiera presentar (Clase A, B, C ó D) y del arreglo físico del local a proteger, considerando accesos, muros, ventanas, posibles objetos colocados en el área, pasillos, etc.

### I.5.3 Sistemas de Extinción.

Además de existir extinguidores portátiles y unidades móviles para la aplicación de los agentes extintores, existen sistemas fijos denominados Sistemas de Extinción, compuestos normalmente por los siguientes elementos:

1. Detectores de fuego automático, los cuales detectan el fuego en forma instantánea y transmiten una señal a una unidad de control.
2. Unidad de Control, la cual recibe la señal y actúa el equipo que contiene el agente extintor además de operar alarmas, cerrar puertas, - suspender el suministro de energía eléctrica en el área, etc.
3. Equipo Contenedor del agente Extintor, el cual como su nombre lo indica, sirve para almacenar el agente extintor mencionado y expulsarlo en cuanto se reciba una señal proveniente de la unidad de control.
4. Tuberías de Distribución, las cuales conducen el agente extintor desde el equipo contenedor hasta el área donde se localice el posible incendio.

5. Boquillas, las cuales sirven para descargar y distribuir en forma - apropiada el agente extintor sobre el área donde se localiza el incendio, para lograr su extinción.

Estas sistemas fijos de extinción deben ser considerados en los siguientes casos:

- Cuando el área donde pueda ocurrir el incendio no se encuentre normalmente ocupada, por ejemplo una subestación eléctrica.
- Cuando el área del riesgo sea demasiado grande, compleja o - inaccesible, por ejemplo una bodega.
- Cuando cerca del área de riesgo se encuentran normalmente la borando personas, por ejemplo una área extensa de almacenamiento de líquidos inflamables dentro de un laboratorio,
- Cuando el área del riesgo es inaccesible, tal como en ductos de colectores de grasa domésticos.
- Cuando el equipo en el que puede presentarse un posible incendio es demasiado costoso, además de causar éste pérdidas irreparables, como por ejemplo un cuarto de procesamiento de datos con computadoras.
- Cuando por lo peligroso y/o costoso del equipo a proteger se quiere eliminar el error humano.

## BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAFIA

1. Criterios de Diseño de los Sistemas de Protección Contra Incendio para Plataformas Marinas  
Petróleos Mexicanos  
México, D.F., 1979
2. Bases de Diseño de Seguridad Industrial para Plataformas Marinas Tipo Habitacional  
Desarrollo de Ingeniería Integral, S.A. de C.V.  
México, D.F. 1980
3. American Petroleum Institute RP 14G  
Fire Prevention and Control on Open Type Offshore Production Platforms  
September, 1978
4. American Petroleum Institute RP 2G  
Production Facilities on Offshore Structures  
January, 1975
5. American Petroleum Institute RP 2001  
Fire Protection in Refineries  
March, 1974
6. National Fire Protection Association  
Portable Fire Extinguishers  
NFPA No. 10  
U.S.A. 1982
7. National Fire Protection Association  
Foam Extinguishing Systems  
NFPA No. 11  
U.S.A. 1982

8. National Fire Protection Association  
Carbon Dioxide Extinguishing Systems  
NFPA No. 12  
U.S.A. 1982
9. National Fire Protection Association  
Halon 1301 Fire Extinguishing Systems  
NFPA No. 12A  
U.S.A. 1982
10. National Fire Protection Association  
Halon 1211 Fire Extinguishing Systems  
NFPA No. 12B  
U.S.A. 1982
11. National Fire Protection Association  
Standard For Installation of Standpipe and Hose Systems  
NFPA No. 14  
U.S.A. 1982
12. National Fire Protection Association  
Uniform Coding for Fire Protection  
NFPA No. 901  
U.S.A. 1982
13. Manual de Sistemas Anti-incendio para Proyección y Montaje  
SIEMENS
14. Instalaciones Fijas MINIMAX a Base de Espuma Mecánica  
Grupo Industrial GALINSA
15. La Espuma Mecánica y su Aplicación Mediante Líneas de Agua  
GALIMEX INDUSTRIAL, S.A.

16. Apuntes sobre "Seguridad Industrial"  
Ing. Enrique Galván Arévalo  
Facultad de Ingeniería  
U.N.A.M.
17. Apuntes de Seguridad Industrial Aplicada a la Ingeniería Petrolera  
Facultad de Ingeniería  
U.N.A.M.
18. Ansul Fire Training Manual  
The Ansul Company  
Part of Wormald International Group
19. Regulation for Production and Auxiliary Systems on Production Installations  
Norwegian Petroleum Directorate, 1980
20. A Reprint from Fire Protection of Offshore Platforms-1  
Edited by R.G. Gowar  
Published by Applied Science Publishers Ltd.  
Riple Road, Barking, Essex, England
21. Fire Design and Protection of Offshore Structures  
by Olav Furnes and Arne Sele  
Det Norske Veritas
22. Petróleo Internacional  
Exploración. Perforación. Producción. Oleoductos. Procesos.  
Pennwell Publishing Company
23. Gulf of México  
Outer Continental Shelf Orders  
United States Department of the Interior

24. Open Offshore Platform  
Mobil Engineering Co.  
U.S.A. 1977
25. Sistemas para Agua de Servicio Contra Incendio (2.607.21)  
Petróleos Mexicanos  
México, D.F., 1974
26. Sistemas de Aspersores para Protección Contra Incendio (A VII-18)  
Petróleos Mexicanos  
México, D.F. 1978
27. Developments in Fire Protection of Offshore Platforms  
R.G. Gowar  
Applied Science Publishers Ltd.  
England, 1978
28. Sistemas Fijos para Protección Contra Incendio  
Boletín de Seguridad Industrial Número 27  
(Segunda Edición)  
Petróleos Mexicanos  
México, D.F. 1977