



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

RECIBIDO EN LA  
SECRETARIA DE  
EDUCACION PUBLICA  
EL 22 DE  
MAYO DE  
2000

**“DISEÑO Y SELECCION DE UN SISTEMA  
DE HIDRANTES PARA UNA PLANTA DE  
MEZCLA DE POLVOS ALIMENTICIOS”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO QUIMICO**

**P R E S E N T A N :  
EDUARDO NIEVES GARAY  
RAFAEL RAZO DELGADILLO**

**A S E S O R :  
I.Q. ARIEL BAUTISTA SALGADO**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



LIBERTAD NACIONAL  
JUSTITIA DE  
MEXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN



Departamento de  
Exámenes Profesionales

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos:  
la TESIS:

" Diseño y Selección de un sistema de hidrantes para una planta  
de mezcla de polvos alimenticios "

que presenta el pasante: Eduardo Nieves Garay  
con número de cuenta: 8409502-4 para obtener el título de:  
Ingeniero Químico

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

**A T E N T A M E N T E**

**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 22 de Noviembre de 1999.

PRESIDENTE	<u>Dr. Adolfo Obaya Valdivia</u>	
VOCAL	<u>I.Q. Ariel Bautista Salgado</u>	<u>1599</u>
SECRETARIO	<u>I.Q. Fernando Orozco Ferreyra</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>M. en C. Eligio Pastor Rivero Martínez</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>M. en C. Ricardo paramont Hernández García</u>	

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos:

la TESIS:  
" Diseño y Selección de un sistema de hidrantes para  
una planta de mezcla de polvos alimenticios "

que presenta el pasante: Rafael Razo Delgadillo  
con número de cuenta: 8754043-7 para obtener el título de:  
Ingeniero Químico

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

**ATENTAMENTE**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 22 de Noviembre de 1999.

PRESIDENTE Dr. Adolfo Obaya Valdivia

VOCAL I.Q. Ariel Bautista Salgado

SECRETARIO I.Q. Fernando Orozco Ferreyra

PRIMER SUPLENTE M.en C. Eligio Pastor Rivero Martínez

SEGUNDO SUPLENTE M.en C. Ricardo Paramont Hernández García

*[Firma]*  
21.11.1999  
*[Firma]*  
*[Firma]*

AL ING. ARIEL BAUTISTA SALGADO Y M. EN C. RICARDO PARAMONT  
HERNÁNDEZ:

Por su apoyo y orientación en nuestra formación profesional.

EDUARDO NIEVES GARAY  
RAFAEL RAZO DELGADILLO

A DIOS:

A MIS PADRES NESTOR NIEVES ESQUIVEL Y JOSEFINA GARAY MUÑETON:  
Por inculcarme valores y principios, gracias por su apoyo, cariño y dedicación.

M en C. INES CLAUDIA JOSE SAUCEDO:  
Compañera, amiga y motor de mi vida, gracias por caminar junto a mi.

Eduardo Nieves Garay

A DIOS:

Por que separado de él nada soy.

A MI MADRE MARIA ELENA DELGADILLO GUERRERO

Por su incesante incondicional apoyo, así como su cariño y amor.

A MI ABUELO ELIAS DELGADILLO HERNANDEZ:

Por el ejemplo moral y espiritual.

A MIS TIOS JOSE ASENCION ESTRADA VIZCAYA Y REBECA DELGADILLO  
GUERRERO:

Por el amor y apoyo en todo momento.

ARACELI ALVAREZ ALCANTAR Y KAREN REBECA RAZO ALVAREZ:

Por la enorme satisfacción de ser padre.

RAFAEL RAZO DELGADILLO

## INDICE

<b>I</b>	
<b>CAPITULO I</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 GENERALIDADES	1
1.2 OBJETIVOS	3
<b>CAPITULO II</b>	<b>4</b>
<b>EL FUEGO, SU CARACTERIZACIÓN Y LOS AGENTES EXTINTORES.</b>	<b>4</b>
2.1 CARACTERIZACIÓN DE INCENDIOS.	4
2.2 DEFINICIONES	6
2.2.1 COMBUSTIÓN.	7
2.2.2 EXTINCIÓN.	8
2.2.3 EXTINCIÓN POR ELIMINACIÓN DEL COMBUSTIBLE.	8
2.2.4 EXTINCIÓN POR DESPLAZAMIENTO DE OXÍGENO	9
2.2.5 EXTINCIÓN POR ENFRIAMIENTO.	10
2.2.6 EXTINCIÓN POR INHIBICIÓN QUÍMICA DE LA LLAMA.	10
2.3 MATERIA Y ENERGÍA INVOLUCRADA EN UN INCENDIO.	11
2.3.1 GASES DE COMBUSTIÓN.	12
2.3.2 LLAMAS.	12
2.3.3 CALOR.	13
2.3.4 HUMO.	13
2.4 AGENTES EXTINTORES.	14
2.5 IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO	15
2.6 DESCRIPCIÓN DE ALGUNOS SISTEMAS FIJOS.	15
2.7 FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA DECISIÓN DE LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA.	17
<b>CAPITULO III</b>	<b>19</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO, PROCESO Y NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES</b>	<b>19</b>
3.1 CIRCUITO CERRADO PARA HIDRANTES	19
3.1.1. CÓDIGOS Y ESTANDARES.	21
3.2. SUMINISTRO DE AGUA Y SISTEMA DE BOMBEO.	21
3.2.1. SISTEMAS DE BOMBEO	23
3.3 DETECTORES DE HUMO Y TÉRMICOS.	24
3.3.1 DETECTORES DE HUMO.	25
3.3.2 DETECTORES TÉRMICOS.	27
3.3.3. DETECTORES DE FLAMA.	31
3.4 ESTACIONES MANUALES Y ALARMAS INTELIGENTES.	32
<b>CAPITULO IV</b>	<b>34</b>
<b>LEVANTAMIENTO.</b>	<b>34</b>
4.1 EMPRESA EN ESTUDIO.	35
4.1 ZONAS DE LA INDUSTRIA	35

## INDICE

II

4.1.1 PLANTA ALTA	35
4.1.2 PLANTA BAJA. ZONA DE EMPAQUE DE HARINAS Y GELATINAS.	35
4.1.3 PLANTA BAJA. ZONA TES.	35
4.1.4 PLANTA BAJA Y SUBALMACEN.	35
4.1.5 ALMACENES DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTO TERMINADO.	36
<b>4.2 NECESIDAD DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIO.</b>	<b>36</b>
4.2.1 PERDIDA MÁXIMA PROBABLE. (PMP).	37
4.2.2 PERDIDA MÁXIMA ESTIMADA.	38
<b>4.3 SISTEMA SELECCIONADO.</b>	<b>38</b>
<b>4.4 LEVANTAMIENTO.</b>	<b>39</b>
4.4.1. LEVANTAMIENTO DE DETECTORES DE HUMO Y TÉRMICOS.	40
<b>4.5 LEVANTAMIENTO DE ESTACIONES MANUALES, ALARMA CON ESTROBO Y PANEL DE CONTROL</b>	<b>48</b>
<b>CAPITULO V</b>	<b>49</b>
<b>DISEÑO HIDRÁULICO Y MECÁNICO.</b>	<b>49</b>
5.1 CAPACIDAD DE LA CISTERNA.	49
5.2 DIMENSIONAMIENTO DE LÍNEAS.	51
5.3 ACCESORIOS VARIOS.	53
5.4 MANÓMETROS.	54
5.5 DISEÑO MECÁNICO.	55
5.6 PRUEBA HIDROSTÁTICA.	56
5.7 HIDRANTES.	56
5.8 SISTEMA DE BOMBEO Y CUARTO DE BOMBAS.	57
<b>CAPITULO VI</b>	<b>61</b>
<b>DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA.</b>	<b>61</b>
6.1 RESUMEN DEL SISTEMA:	61
6.1.1 APROVISIONAMIENTOS DE AGUA:	61
6.2 EQUIPO DE BOMBEO:	61
6.2.1 CARACTERÍSTICAS DE TABLEROS DE CONTROL PARA AUTOMATIZACIÓN:	62
6.2.2 FUNCIONAMIENTO:	63
6.3 PROTECCIÓN A LOS EQUIPOS DE BOMBEO:	64
6.4 INSTALACIÓN HIDRÁULICA DE BOMBAS.	64
6.5 TUBERÍA MATRIZ Y RAMALES.	64
6.6. VÁLVULAS DE COMPUERTA.	64
6.7 BRIDAS.	64
6.8 SOPORTERÍA.	64
6.9 JUNTAS DE EXPANSIÓN (ANTIVIBRATORIAS).	65
6.10 TOMA SIAMESA.	65

## INDICE

### III

6.11 HIDRANTES DE 1 ½".	65
6.12 MANTENIMIENTO.	65
6.13 DESCRIPCIÓN DE LOS CONTROLES.	66
6.13.1 POSICIÓN AUTOMÁTICA.	66
6.13.2 POSICIÓN MANUAL.	66
6.14 CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA OPERACIÓN DE LA BOMBA CON MOTOR A COMBUSTION INTERNA.	67
6.15 CONTROL AUTOMÁTICO PARA EQUIPO CONTRA INCENDIOS, FORMADO POR BOMBA PILOTO A PLENA TENSIÓN Y BOMBA PRINCIPAL A TENSIÓN REDUCIDA.	68
6.15.1 LOS CONTROLES.	68
6.15.2 BOMBA PRINCIPAL.	68
6.16 CORRECCIÓN DE FALLAS QUE PUEDAN EXISTIR EN EL EQUIPO CONTRA INCENDIO, MOTOR ELÉCTRICO.	68
6.17 TABLAS DE VERIFICACION.	69
<b>CAPITULO VII</b>	<b>79</b>
<b>COSTOS DE IMPLEMENTACION</b>	<b>79</b>
<b>COSTO DE IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>79</b>
<b>7.1 PARTIDAS CONSIDERADAS</b>	<b>79</b>
7.1.1 APROVISIONAMIENTO DE AGUA	79
7.1.2 EQUIPO DE BOMBEO.	79
7.1.3 TABLERO DE CONTROL PARA EQUIPOS DE BOMBEO.	79
7.1.4 INSTALACIÓN HIDRAULICA DE BOMBAS.	80
7.1.5 COTIZACIÓN.	80
<b>7.2 COSTO DE ALARMAS, DETECTORES Y ESTACIONES MANUALES.</b>	<b>80</b>
7.2.2 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS COMPUESTOS.	81
7.2.2.1 PANEL DE CONTROL.	81
7.2.2.2 SONIDO POR ZONAS Y ALARMA GENERAL.	82
7.2.3 ESTACIÓN MANUAL DIRECCIONABLE.	83
7.2.4 ALARMA CON LUZ ESTROBOSCOPICA.	83
7.2.5 AJUSTES AL PROYECTO EN CAMPO.	83
7.2.6 RESUMEN DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.	83
<b>7.3 CISTERNA.</b>	<b>85</b>
<b>CAPITULO VII</b>	<b>86</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>86</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>87</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>89</b>
A1 RED DE HIDRANTES DE 1 1/2" CLASE II	89
A2 SISTEMA DE DETECCIÓN DE HUMO Y ALARMAS	91
A3 ISOMÉTRICO RED DE HIDRANTES	93
4A ITERACIÓN Y CURVAS DE LA BOMBA	95

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

### *1.1 GENERALIDADES*

Después de que el hombre descubrió el fuego y la forma de controlarlo, se dió cuenta que este hecho sería de gran utilidad. Actualmente el fuego controlado se utiliza en múltiples actividades reportando grandes beneficios a la humanidad. Desgraciadamente cuando se pierde el control, es alta la posibilidad de que cause grandes e irreparables pérdidas humanas y materiales.

El fuego es un elemento indispensable que se utiliza en la vida diaria; su aplicación va desde el encendido de las hornillas caseras, hasta calderas industriales para servicios en plantas de proceso y/o generación de potencia, es decir, que existe una amplia gama del uso del fuego para la existencia de la vida civilizada. Este uso de la energía en forma del fuego se realiza de manera totalmente controlada por el hombre, si el fuego está fuera de control, se afirma que ha empezado una crisis en sentido desfavorable a un equilibrio ya establecido.

Esta crisis se puede convertir en un **INCENDIO** de grandes magnitudes en unos cuantos minutos, por lo que es necesario evaluar la manera de cómo controlar el inicio de una crisis de esta naturaleza y corresponde a las personas involucradas en este campo, estudiar y dar soluciones a estos problemas, con el científico buscando innovaciones desde el origen y sobre todo para **PREVENIR**, para que el Ingeniero implemente las soluciones a un nivel industrial.

Es importante saber que los incendios y explosiones ocupan el tercer lugar en mortalidad, que un alto porcentaje de incendios se han iniciado por la noche y que el 70% han sido detectados en su etapa inicial por mujeres o niños. Muchos de esos incendios no se han suprimido por la carencia de adecuados sistemas de detección, alarma o extinción o por falta de capacitación de la gente para manejar esas emergencias.

También puede mencionarse que los incendios que han arrojado un gran número de víctimas son los sucedidos en lugares públicos, tales como centros de diversión, hoteles, hospitales y centros comerciales entre otros, pero una cantidad no menos importante de incendios se han dado en casas habitación y departamentos. Por fortuna en los incendios sufridos en el sector industrial, las pérdidas humanas no han sido altas, aunque las pérdidas materiales sí han llegado a ser cuantiosas.

En todo el ámbito de la sociedad, el Ingeniero Químico juega un papel importante y mucho más en las Industrias, donde su preparación y habilidades en materia de seguridad pueden prevenir siniestros y más específicamente incendios.

La Ingeniería Química es una carrera muy completa que proporciona al profesionalista una visión, criterio y conocimientos de gran utilidad.

La Ingeniería Química es en la actualidad una profesión que permite el fortalecimiento tecnológico y económico de los países, por lo que el Ingeniero Químico es un elemento muy importante desde el punto de vista económico y social.

Los Ingenieros Químicos desarrollan sus actividades en el campo de la industria de procesos en labores relacionadas tanto con la creación como con la operación y/o modificaciones de plantas principalmente. El trabajo de estos profesionistas tiene que ver, ante todo, con la creación y operación de equipos y plantas en las cuales se aplican procesos de transformación de propiedades físicas o químicas de los materiales.

Son los Ingenieros Químicos los responsables de que tanto la creación como la operación de las Plantas mencionadas sean adecuadas, técnica, económica, segura y ecológicamente óptimas.

Pero también, un Ingeniero Químico puede trabajar de lleno como responsable de LA SEGURIDAD INDUSTRIAL en una factoría, verificando, auditando y sobre todo implementando medidas de seguridad de la misma.

Tal es el caso de la implementación de un sistema contra incendios del tipo que se trate: extintores, sprinklers (rociadores), hidrantes etc.

El Ingeniero Químico debe aplicar el conocimiento científico al aprovechamiento de los recursos naturales en beneficio del hombre. No solo tiene que conocer la ciencia sino también al hombre y debe comprender la influencia social y económica de su labor. El Ingeniero Químico debe de ser responsable del uso de su juicio, talento y criterio para el bienestar y la seguridad pública anteponiéndolos a cualquier interés social.

Debe hacer útil el conocimiento científico, debe conocer la teoría científica que aplica, el por qué los materiales y energía se comportan como lo hacen, y también debe conocer las formas prácticas de aplicar esta teoría para el beneficio del hombre.

El Ingeniero Químico es, ante todo, un profesionalista preventivo más que correctivo; la seguridad industrial debe de ser tratada del mismo modo.

El papel del Ingeniero Químico en la Seguridad Industrial es, muy grande, pues el correcto funcionamiento de muchos equipos y procesos en prácticamente toda Industria, independientemente del giro de ésta, depende o tuvo que ver en principio con un Ingeniero

Químico, el cual consideró los aspectos óptimos en cuanto a funcionalidad, productividad, calidad, economía y seguridad.

El Ingeniero de seguridad en cualquier empresa debe conocer, aplicar, y en su caso implementar sistemas contra incendio para el control de conatos de fuego, pero sobre todo prevenirlos.

Se define a la PREVENCIÓN como el hecho de evitar que un evento llegue a ocurrir. En este ramo el evento es un incendio, por lo tanto, prevenir un incendio se debe practicar desde la ignición hasta antes que sea una combustión macroscópica. Idealmente si un incendio se previene antes de la ignición, no sería necesaria la detección y la extinción, pero en la realidad son un complemento de la prevención.

### *1.2 OBJETIVOS*

- Diseñar una red de hidrantes típica para una planta alimenticia, respetando las diferentes normas y estándares nacionales e internacionales.
- Abarcar todos los aspectos de Ingeniería, desde el levantamiento preliminar hasta la generación de planos finales en planta pasando por el diseño hidráulico y mecánico.
- Proporcionar una herramienta útil para la Ingeniería en el área de Seguridad Industrial para implementar un sistema contra incendios a base de red de hidrantes, pues aunque el estudio está desarrollado para una planta alimenticia, las normas y diseños son aplicables a cualquier tipo de industria.

## CAPITULO II

### EL FUEGO, SU CARACTERIZACIÓN Y LOS AGENTES EXTINTORES.

El fuego es producto de una reacción química consecuencia de la presencia simultánea de tres elementos básicos que son:

**CALOR.-** Existe en forma latente en todo tipo de materia.

**OXÍGENO.-** Existe en buena porción en el aire.

**MATERIA COMBUSTIBLE.-** Generalmente se está rodeado por ella, sea o no destinada para ello, el hombre mismo puede ser materia combustible.

El eslabonamiento de estos tres elementos se conoce como triángulo del fuego.

Analizando el triángulo del fuego, se aprecia que el hombre siempre está rodeado de las condiciones necesarias para la iniciación de un fuego, solo falta un incremento de temperatura, tal que el calor alcance el punto de ignición de la materia combustible, para que el fuego se presente. La propagación se da porque cuando el fuego se presenta, genera más calor que hace incrementar muy rápidamente la temperatura de la materia cercana, logrando que en corto tiempo se encienda y creando fuego en forma creciente y en cadena.

Un incendio es pues un fuego fuera de control y generalmente de grandes dimensiones, que arrasa y consume toda la materia combustible que encuentra a su paso.

Es obvio entonces que si el fuego se da por la presencia simultánea de tres elementos, al separar por lo menos uno de ellos, el fuego desaparecerá; justamente este razonamiento es la base para la extinción de incendios. Los agentes de extinción que se encuentran en el mercado cumplen con el objetivo de aislar uno o más elementos del triángulo, tal separación se logra de la siguiente forma:

**AL CALOR:** Por efectos refrigerantes o absorción de calor (Agua en cualquier tipo de aplicación, espuma o agua ligera, gases inertes de efectos refrigerantes).

**AL OXÍGENO:** Por el desplazamiento o inhibición de oxígeno (Bióxido de carbono, y gases halogenados).

**AL MATERIAL COMBUSTIBLE:** Aislándolo por medio de agua, agua con efecto de niebla, agua ligera o espuma, polvos químicos, arena o tierra.

#### *2.1 CARACTERIZACIÓN DE INCENDIOS.*

Dependiendo de las características del material combustible los fuegos esperados se clasifican de la siguiente manera:

- CLASE A.-** Fuegos de materiales sólidos y celulósicos, como madera, cartón, papel, textiles, fibras, hule, plásticos, etc.
- CLASE B.-** Fuegos en líquidos y gases flamables como son la gasolina, aceite, grasa, pintura, éter, gas LP, gas butano, etc.
- CLASE C.-** Fuegos de maquinaria y equipos eléctricos energizados como transformadores, tableros, cables, motores, etc. Es importante señalar que cuando estos equipos están desenergizados se clasifican como A.
- CLASE D.-** Fuegos en determinados metales combustibles como el titanio, circonio, magnesio, sodio y potasio.

La extinción de un incendio tiene varias etapas en la relación "Magnitud de Combustión" Vs "Tiempo"

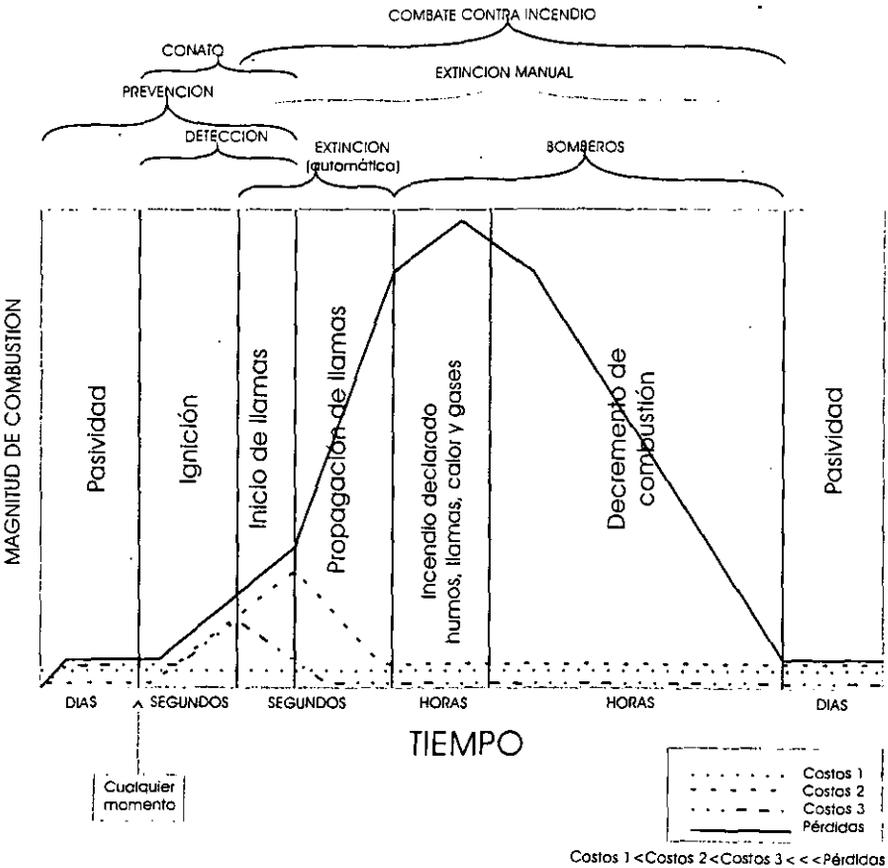


Figura 2.1 Campana de Incendio

1.- Inicio de llamas.- Se logra en pocos segundos generar el aumento del fuego.

2.-Propagación y llamas.- Es cuando se expande el fuego en grandes magnitudes y en poco tiempo, siendo el ejemplo típico el incendio en un edificio alto donde el incendio comenzó en un nivel bajo y se propaga rápidamente a los pisos superiores.

3.-Incendio declarado.- Es cuando el fuego llega a su pico máximo de combustión y se producen grandes cantidades de humo, calor, llamas y gases. La extinción automática aquí no siempre es suficiente, como en el caso de un edificio alto en el que se puede dar una explosión. Más sin embargo en un incendio que empieza lentamente un sistema automático bien diseñado y correctamente mantenido es 100% efectivo.

Los sistemas de protección contra incendio están estudiados por organismos mundialmente reconocidos, los cuales poseen Códigos y Normas para el desarrollo de la Ingeniería de Sistemas de Rociadores.

La organización científica, tecnológica y educacional que se ocupa de las causas, prevención y combate contra el FUEGO reconocida mundialmente es la National Fire Protection Association (NFPA), constituida en 1930 en Massachusetts, Estados Unidos de Norte América, cuya finalidad es promover la ciencia y mejorar los métodos de la protección y prevención de incendios, obtener y difundir información sobre estos asuntos y asegurar la cooperación de sus miembros y del público para establecer las protecciones adecuadas contra la pérdida de vidas y propiedades debidas a los incendios.

En la República Mexicana no hay normas o reglamentos para implementar Sistemas de Protección Contra Incendios Automáticos en sitios donde existen riesgos de incendio, esto se da porque no se ha entendido el significado dramático y real de este tipo de siniestros.

## 2.2 DEFINICIONES

-TEMPERATURA DE IGNICION. Es la temperatura mínima a la que una sustancia debe ser calentada en aire para que en ella se pueda iniciar y mantener una combustión independientemente de la fuente de calor.

-PUNTO DE DESPRENDIMIENTO DE VAPORES. También conocida como Flash-Point, es la temperatura donde los materiales líquidos inician el desprendimiento de vapores para propiciar la combustión continuada.

-COMBUSTIBLES. Son los materiales que poseen la característica de reaccionar químicamente con un agente oxidante, generando calor, gases de combustión, humo y llamas. A los combustibles se les considera sustancias reductoras por medio del mecanismo de uno o más electrones por cada molécula ante el agente oxidante; cabe aclarar que el

mecanismo de oxidación-reducción se da simultáneamente en forma aislada. Los combustibles se catalogan como:

- \* Carbono y otros no metales fácilmente oxidables, como el azufre, fósforo y el arsénico.
- \* Compuestos ricos en carbono e hidrógeno que son los hidrocarburos.
- \* Compuestos que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, como los alcoholes, aldehídos, ácidos orgánicos, celulosas y ligninas.

**-COMBURENTE.** Son los materiales de carácter oxidante que reaccionan con los combustibles.

**-REACCIÓN QUÍMICA EN CADENA NO INHIBIDA.** Es aquella que contiene alguna sustancia o medio para evitar que la reacción se lleve al cabo con alta velocidad dado que los gases, producto de combustión siguen reaccionando.

**-INFLAMABLE.** Se utiliza para describir un material combustible que entre en ignición con gran facilidad, arda intensamente, o tenga una gran velocidad de propagación de la llama.

### 2.2.1. COMBUSTIÓN.

En un incendio el FUEGO es un sistema complejo de reacciones de combustión, donde el oxígeno atmosférico se encuentra en cantidades enormes y el reactivo limitante son los materiales combustibles, que tardarán horas en consumirse.

La combustión es un conjunto de reacciones químicas con características exotérmicas y autocatalíticas, donde intervienen como reactantes agentes reductores (combustibles) y agentes oxidantes (comburentes).

Las reacciones de combustión se dividen en dos clases: combustión en fase condensada y combustión en fase gaseosa.

A) Combustión en fase condensada. Se caracteriza porque la combustión es superficial y sin llama. También conocida como combustión incandescente. Para llevarse al cabo necesita de la conjunción de tres elementos:

- 1.- Combustible.
- 2.- Comburente.
- 3.- Temperatura.

Esta combustión se representa como un triángulo, donde cada cara es uno de los elementos, como ya se mencionó anteriormente.

Un ejemplo de esta combustión es la brasa de material sólido combustible que arde sin llama y desprende gases de combustión, calor y humo, donde las caras del triángulo son:

- Cara #1.- El comburente es aire que contiene 21% de Oxígeno.
- Cara #2.- El combustible es la brasa ardiente.
- Cara #3.- Temperatura de ignición.

B) Combustión en fase gaseosa. La cual se caracteriza por llevarse a cabo con cuatro elementos:

- 1.- Combustible
- 2.- Comburente
- 3.- Temperatura
- 4.- Reacción química en cadena no inhibida

La representación gráfica de este tipo de combustión es un tetraedro; dado que es una figura de cuatro caras, cada una representa un elemento de la combustión en fase gaseosa.

El ejemplo de esta combustión es un líquido inflamable esparcido en una superficie, que en un día caluroso puede llegar a la temperatura de desprendimiento de vapores y de ignición, por lo que arderá generando llamas, calor, gases de combustión y humo. Después de la temperatura de ignición, la velocidad y cantidad con que se generan los productos de combustión es bastante rápida.

En un incendio se pueden presentar estas dos clases de combustión, las cuales combinadas o aisladas dan como consecuencia efectos nocivos en el hombre y bienes de capital, que al ser afectados causan conflictos al equilibrio del hábitat, con pérdidas de vidas y monetarias.

### 2.2.2 EXTINCIÓN.

La extinción es evitar que una combustión iniciada se complete al 100%. La combustión puede ser de pequeñas o grandes magnitudes.

Los elementos que dan lugar a los dos tipos de combustiones se encuentran presentes durante el incendio, resultando lógico que si se elimina uno en la combustión sin llama, o dos en la combustión con llama, se puede afirmar que se ha extinguido el fuego. Para abundar en este concepto se dan los siguientes casos:

La combustión en fase condensada (sin llama) .

La extinción se logra si se elimina cualquiera de los tres elementos.

### 2.2.3 EXTINCIÓN POR ELIMINACIÓN DEL COMBUSTIBLE.

La eliminación puede lograrse directamente apartando del fuego el material combustible, o indirectamente, separando por algún procedimiento los vapores del combustible en la

combustión con llama o, en la que se verifica sin llama, cubriendo el combustible incandescente.

Los ejemplos de extinción son:

- \* Se logran extinguir incendios en depósitos inflamables por el simple sistema de retirar los combustibles por bombeo a depósitos vacíos.
- \* En caso de que el punto de inflamación de un líquido sea más alto que la temperatura ambiente a que está almacenado y no fuera posible transportarlo, la solución es agitarlo adecuadamente para que la parte inferior del depósito, la cual tiene menor temperatura se desplace a la superficie, con lo cual se elimina la alimentación de vapores a las llamas.
- \* En el caso de incendios de gases, debidos a roturas de conductos, bridas, empalmes, etc.; solo se puede asegurar la extinción cortando la circulación del gas cerrando las válvulas.
- \* El único método práctico para extinguir los incendios en sólidos combustibles, consiste en eliminar el material combustible no afectado.
- \* Se logra extinguir un fuego de metales incendiados recubriéndolo con materiales inertes respecto al material como arena y sales inorgánicas.
- \* Otra posibilidad es el recubrimiento de los combustibles sólidos o líquidos, con una manta de espuma obtenida por la aeración de soluciones espumosas, con lo que se logra una capa delgada de espuma sobre los materiales ardientes, siempre y cuando la tensión superficial de la película sea superior a la suma de la tensión superficial de las dos interfaces.
- \* Un método empleado en fuegos de grasas líquidas no saturadas, es la aplicación de soluciones alcalinas en contacto con la superficie ardiente, que logra la extinción porque reacciona formándose una ligera espuma la cual flota por encima del aceite y separa el combustible del aire.

#### 2.2.4 EXTINCIÓN POR DESPLAZAMIENTO DE OXÍGENO

El oxígeno presente en el aire es el comburente natural que rodea todo lo existente en nuestro planeta, por lo que iniciar una combustión es algo muy sencillo; por ejemplo, al encender un cerillo el material combustible de la cabeza siempre se encuentra rodeado de aire y solo basta con lograr la temperatura de ignición para que de ahí en adelante se propague la reacción a toda la cabeza del cerillo.

El funcionamiento de la extinción por desplazamiento de oxígeno, consiste en rodear la base de un fuego con un gas no comburente. El ejemplo típico del empleo eficaz del principio del desplazamiento de oxígeno es la inundación total en espacios cerrados con dióxido de carbono para el combate de fuego.

En la aplicación a chorro directo de dióxido de carbono con extintores portátiles, además del desplazamiento de oxígeno se logra otro fenómeno, esto es, que la velocidad de

chorro supera dinámicamente la velocidad de crecimiento de la llama y como resultado una extinción rápida.

La combustión de compuestos que contienen oxígeno tales como hipocloritos, cloratos, percloratos, nitratos, óxidos, peróxidos, etc. desprenden oxígeno gaseoso como producto de una reacción, por lo que los fuegos de sustancias que contienen dichos compuestos, son de alto riesgo porque avivan el incendio, tal es el caso del nitrato de celulosa. En estos tipos de combustión el concepto de desplazamiento de oxígeno no tiene sentido.

### 2.2.5 EXTINCIÓN POR ENFRIAMIENTO.

El agua es el medio más eficaz para reducir la temperatura de los combustibles ordinarios, tales como la madera, la paja, el papel, el cartón y otros materiales usados en la construcción y mobiliario de edificios. Puede aplicarse en forma de chorro directo o de chorro difuso en ángulo abierto, con hidrantes o lanzas.

Este mecanismo de extinción depende del enfriamiento de los combustibles sólidos, reduciéndose la temperatura y al mismo tiempo deteniendo la liberación de vapores y gases combustibles.

Esta acción de enfriamiento utilizando agua, da como resultado vapor de agua, que cuando se utiliza pulverizada en fuegos de espacios cerrados sirve para diluir parcialmente la concentración de oxígeno ambiental debido a la baja densidad del vapor de agua. Este efecto es transitorio por lo que es de importancia secundaria en la extinción de incendios.

Como el calor se escapa continuamente por radiación, conducción y convección solo es necesario absorber una pequeña cantidad total del calor que está produciendo el fuego para extinguirlo por enfriamiento, sin embargo, el agua debe alcanzar directamente al combustible incendiado. Para conseguir esto, es necesario tener buena visibilidad en un incendio donde se generan grandes cantidades de vapores y humos, por lo que la extinción con hidrantes es una verdadera lucha donde va de por medio la vida del bombero.

### 2.2.6 EXTINCIÓN POR INHIBICIÓN QUÍMICA DE LA LLAMA.

Las extinciones por enfriamiento, por dilución de oxígeno y por separación del combustible son aplicables a toda clase de fuegos, mientras que la extinción por medio de inhibición química solo es aplicable a los casos de combustión en fase gaseosa. Aunque este método es eficaz, se conoce todavía en forma empírica, lo más sobresaliente es la gran rapidez con que llega a extinguir un fuego. Si se ejecuta adecuadamente, este tipo de extinción es el único capaz de impedir que se produzca una explosión en una mezcla de gas-aire, o inclusive en una mezcla de gas-oxígeno, una vez que ha ocurrido la ignición. Las formas de aplicación varían desde los más simples hasta los más complejos, usando en estos últimos aparatos de detección.

En incendios de este tipo, tras la división inicial de la molécula de hidrógeno, los distintos átomos de hidrógeno ( $H^+$  activos) interactúan con las moléculas de oxígeno para producir radicales activos  $OH^+$  y  $O^+$ . Las especies activas se forman como productos al mismo tiempo que se consumen como reactivos y por lo tanto tienen un doble efecto, por lo que se les denomina portadoras de cadena.

La extinción por inhibición de la llama sólo es posible cuando no se permite a las especies activas  $OH^+$ ,  $H^+$ , y  $O^+$  que cumplan su papel de mantener la llama.

Para lograr la extinción se emplean agentes extintores que son capaces de inhibir la acción doble de dichos radicales activos y aunque se desconoce el mecanismo exacto de esta extinción, se tiene la siguiente clasificación de agentes:

1.- Hidrocarburos halogenados líquidos y gaseosos, cuya eficacia aumenta con el empleo de halógenos del orden más alto, conocidos como Halones

Bromotrifluorometano	HALON 1301	$CBrF_3$
Bromoclorodifluorometano	HALON 1211	$CBrClF_2$
Dibromotetrafluorometano	HALON 2402	$CBrF_2CBrF_2$

2.- Sales metálicas alcalinas cuya parte catiónica es sodio o potasio y la parte aniónica es bicarbonato, carbonato o haluro:

- Bicarbonato de sodio conocido como "Polvo Químico Seco".
- Bicarbonato de potasio conocido como "Purple K"
- Carbonato de potasio conocido como "Monnex"
- Cloruro de potasio conocido como "Super K"

3.- Sales de amonio, la más importante es el monofosfato de amonio, en el que el radical catiónico amonio y radical aniónico fosfato se forman al absorber el segundo radical  $H^+$ , convirtiéndose en ácido ortofosfórico que se deshidrata y se convierte en ácido metafosfórico. Al colocarse estas sustancias sobre la llama, se disocian térmicamente en sus radicales libres, catalizando la unión de  $OH^+$  y  $H^+$  mitigando así su influencia sobre la producción de la llama.

### 2.3 MATERIA Y ENERGÍA INVOLUCRADA EN UN INCENDIO.

Los productos de combustión se dividen en cuatro grupos, de acuerdo a la clasificación NFPA.

- A.- Gases de Combustión
- B.- Llamas.
- C.- Calor.
- D.- Humo

### 2.3.1 GASES DE COMBUSTIÓN.

La mayor parte de las materias combustibles contienen carbono, y al quemarse forman dióxido de carbono, monóxido de carbono y otros subproductos. Entre otros gases los más comunes que se pueden formar dependiendo del tipo de fuente son: sulfuro de hidrógeno, amoníaco, cianuro de hidrógeno, óxidos de nitrógeno y cloruro de hidrógeno.

La toxicidad de los gases mencionados es distinta, depende de la concentración producida de cada uno de ellos al momento del incendio, así como el tiempo de exposición de las personas a los gases. A continuación se describen las características nocivas de estos gases.

- a) Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).- Se produce generalmente en grandes cantidades en los incendios y su presencia estimula el exceso en el ritmo de la respiración debido a que desplaza el aire por ser un gas más pesado.
- b) Monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ).- Envenena por asfixia combinándose con la hemoglobina de la sangre. Se produce en mayor proporción que el dióxido de carbono en un fuego cerrado.
- c) Trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ ).- Se produce por la combustión incompleta de materias orgánicas que contengan azufre. En concentraciones superiores a 0.07% en el aire es muy venenoso afectando el sistema nervioso causando parálisis respiratoria y muerte.
- d) Amoníaco ( $\text{NH}_3$ ).- Se forma durante la combustión de compuestos con nitrógeno. Tiene efectos irritantes en ojos, nariz, garganta y pulmones, cuando tiene concentraciones del 10.25% en el aire causa graves lesiones a las mucosas y muerte.
- e) Cianuro de hidrógeno ( $\text{HCN}$ ).- Es letal y se produce por la combustión de materias primas que contengan carbono y nitrógeno combinadas, tal es el caso de los plásticos fabricados con cianamidas. Su exposición a una concentración de 0.3% es irreversiblemente fatal en exposición de unos cuantos segundos, pues sustituye el hierro contenido en la sangre. Es el gas usado en la cámara de gases.
- f) Dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ).- Es tóxico, su presencia se oculta pues tiende a anestesiarse la garganta y tiene efectos tóxicos inmediatos. Si su exposición es tardada y en concentraciones de 200 a 700 ppm causa la muerte.
- g) Cloruro de hidrógeno ( $\text{HCl}$ ).- Es el gas que se forma de la combustión de materiales como el plástico PVC común en los aislantes de conductores eléctricos y en tuberías. La inhalación de este gas en concentraciones de 1500 ppm durante unos minutos es fatal.

### 2.3.2 LLAMAS

La combustión en un ambiente rico en oxígeno suele estar acompañado de las llamas, esto indica fuego; que tiende a extenderse por las corrientes de aire y provoca aceleradamente la combustión a los materiales combustibles que se encuentran a su paso. Aún sofocando las llamas, el calor, humo y gases pueden proporcionar sus efectos nocivos a lo que se encuentre, como puede ser el caso de un edificio a gran altura.

### 2.3.3 CALOR.

El calor producido en un incendio genera altas temperaturas causando dolor y en grandes tiempos de exposición la muerte. Si el calor se extiende a los materiales combustibles con puntos de inflamación bajos, ocasionará que el incendio se propague en cadena y pueda ser incontrolable. Hay que recordar que la temperatura máxima que soporta la piel humana es 60°C.

La transferencia de calor es el fenómeno que actúa en el comienzo o en la extinción de la mayor parte de los fuegos. El calor en los incendios se transmite por conducción, convección y radiación.

- a) **Conducción.-** En mayor o menor proporción todos los materiales sólidos son conductores del calor. En caso de un muro de tabique donde por un lado existe fuego, en el otro lado se sentirá caliente por la conducción y de encontrarse sustancias combustibles o inflamables, elevarán su temperatura hasta el grado de causar desprendimiento de vapores y de esta forma se transmite el fuego al lado opuesto del muro sin que exista contacto directo entre las llamas de un lado del muro y los materiales combustibles del otro lado.
- b) **Convección.-** Los gases de una combustión, por ser más ligeros que el aire, tienden a elevarse y entre mayor y más caliente sea un incendio, más ascenderán.  
Muchas veces cuando se ha extinguido un incendio en la primera planta de un edificio, los pisos superiores estallan por convección. Lo que sucede, es que los gases que ascienden incrementaron la temperatura de los materiales combustibles e inflamables hasta el punto de ignición.
- c) **Radiación.-** Aquí la fuente principal es la energía del sol. Un ejemplo de fuego por radiación es aquel que se presenta en el hogar, donde cerca de la generación de calor ya sea en una estufa, parrilla eléctrica, secadora, etc., se encuentran materiales inflamables o combustibles los cuales estallan en llamas después de cierto tiempo de estar expuestos.

### 2.3.4 HUMO.

Los gases ya mencionados vienen acompañados de humo, que es materia sólida formada por diminutas partículas y vapor condensado. Estos gases y vapores portan pequeñas gotas de brea flamable que dan lugar a partículas de carbón (hollín). Estos materiales son visibles y todo en conjunto forma parte del humo.

El control y confinamiento del humo es un problema muy serio en los incendios de edificios, especialmente en los de gran altura. En el humo, los productos gaseosos de la combustión y las partículas en suspensión, son las principales causas de las muertes que se producen en los incendios. El humo denso también afecta gravemente los esfuerzos de los bomberos para encontrar el foco del incendio y extinguirlo.

La toma de conciencia de la gravedad del humo por parte de los Ingenieros y Arquitectos integrándolo como un nuevo aspecto en sus proyectos, es relativamente reciente, aunque con tendencias a extenderse.

#### **2.4 AGENTES EXTINTORES.**

Existen varios agentes extintores cuya aplicación depende de la clase de fuego de que se trate, enseguida se mencionan los más comunes:

**AGUA.-** Es agente extintor por naturaleza y se utiliza principalmente en fuegos clase "A" pero NUNCA en clase "D". Para su aplicación se usan equipos como extintores, hidrantes, cañones monitores, sistemas de rociadores automáticos y sistemas de diluvio.

**ESPUMAS MECÁNICAS (Alta, Mediana y Baja Expansión).-** Se utilizan principalmente en fuegos clase "B", aunque para los de clase "A" también ofrecen muchas ventajas por su costo. Su aplicación se logra mediante extintores, hidrantes, cañones monitores y sistemas de diluvio, utilizando un dispositivo auxiliar (proporcionador) para mezclar adecuadamente el concentrado de espuma con agua para obtener la calidad deseada de espuma de aplicación.

**POLVO QUÍMICO SECO (PQS).-** Este agente es muy usual debido a sus varias ventajas que ofrece por su bajo costo, la posibilidad de encontrarlo en contenedores portátiles ligeros y hasta en sistemas fijos. Sus limitaciones son la necesidad de la sustitución periódica del agente en cada contenedor y la posibilidad de daño de equipos electrónicos. Pueden utilizarse para fuegos clases "A", "B" y "C".

**BIÓXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>).-** Se utiliza para fuegos clase "A", "B" y "C" y puede aplicarse en fuegos tipo "D" pero con ciertas condiciones y dependiendo del metal incendiado. Como ventajas pueden mencionarse: su costo relativamente bajo y su alto poder de extinción, pero presenta limitaciones debido a su alto grado de toxicidad, que se resuelven mediante dispositivos seguros de descarga y evacuación.

**HALON 1211.-** Se utiliza para las mismas clases de fuego que el CO<sub>2</sub> pero su poder de extinción es mucho más alto, por lo que la cantidad requerida es menor y por supuesto los volúmenes de almacenamiento disminuyen, no deja residuos de su descarga (como el CO<sub>2</sub> y el polvo químico) pero también es tóxico y requiere precauciones en su uso. Sin embargo, su eficiencia ha tenido mucho éxito en centros de computo, centros de control eléctrico y electrónico, etc., utilizándose adecuadamente en contenedores fijos y portátiles.

**HALON 1301.-** Reúne características similares al anterior, salvo que su nivel de toxicidad es extremadamente bajo, por lo que su utilización mediante sistemas de inundación total y aplicación local en centros de computo o control en hemerotecas, galerías de arte, bibliotecas, archivos, etc., ha llegado a ser común. Cabe aclarar que el uso de los halones, es cada vez

menor debido principalmente al manifiesto del protocolo de Montreal y a la conciencia ecológica de los países.

**POLVOS QUÍMICOS ESPECIALES.-** Son para utilizarse principalmente en fuegos clase "D" y se selecciona el tipo de polvo químico según el metal de riesgo, algunos son Pyromet, Tec y Dolomita, entre otros.

## *2.5 IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO*

**SISTEMAS PORTÁTILES.-** Son aquellos cuya característica es permitir su desplazamiento porque son ligeros para transportarse a cualquier lugar, (portátiles o sobre ruedas), los que además de clasificarse por su peso, se distinguen por el tipo de agente extintor contenido (distinción de norma, aparece en la etiqueta).

**SISTEMAS FIJOS.-** Son aquellos cuya característica principal, es su permanencia en un lugar para un riesgo específico del cual depende el agente extintor que se usa. Su operación puede ser manual, automática o combinada. Ofrece múltiples ventajas por su aplicación localizada sin poner en riesgo al personal.

**SISTEMAS FIJOS DE OPERACIÓN MANUAL.-** Son aquellos que necesariamente requieren de la acción de una persona para lograr su operación.

**SISTEMAS FIJOS DE OPERACIÓN AUTOMÁTICA.-** Son aquellos que no requieren de la intervención de alguna persona, ya que su operación depende del accionamiento automático de alguna válvula para permitir el paso del agente extintor. El accionamiento se logra a partir de alguna señal iniciadora (detección automática). Estos sistemas ofrecen definitivamente mayor seguridad al personal y a los bienes protegidos debido a que su operación es continua durante 24 h. de los 365 días del año.

**SISTEMAS FIJOS DE OPERACIÓN CONTROLADA.-** Estos evidentemente son los que cuentan con las dos formas de operación y características antes mencionadas.

## *2.6 DESCRIPCIÓN DE ALGUNOS SISTEMAS FIJOS.*

### **SISTEMAS DE ROCIADORES (SPRINKLERS).**

Son aquellos integrados por válvula de control, una de alarma, rociadores automáticos y tuberías cargadas con agua a presión mantenida por algún equipo de bombeo automático y obtenida de alguna fuente de abastecimiento de capacidad suficiente. Los rociadores tienen la característica de ser elementos detectores y actuadores, cuentan con un elemento fusible a determinada temperatura que sirve de válvula, misma que cuando se funde libera su tapón permitiendo el paso del agua a presión contenida en la tubería.

Aunque exista agua en toda la red, únicamente será descargada por aquellos rociadores que necesariamente hayan actuado, haciendo al sistema muy eficiente en gasto y presión. En el mercado se encuentran rociadores de diferentes marcas y modelos, estos dependiendo del gasto y presión que se desea manejar, de la temperatura, de los materiales de construcción (cromados, bronce o recubrimientos anticorrosivos), de la posición (hacia arriba, hacia abajo o de pared), etc.

#### SISTEMAS DE DILUVIO Y PREACCION

Estos se integran también por una válvula de control, una de diluvio, tuberías secas, boquillas para aspersión o rociadores abiertos y la línea piloto de detección que puede ser:

Termoneumática.- Que es una tubería cargada con aire a cierta presión interconectando uno o más detectores termoneumáticos con la válvula de control. Los detectores al sentir un incremento de temperatura variarán la presión de dicho aire haciendo que la válvula de diluvio abra dejando pasar el agua a presión a todas y cada una de las boquillas.

Electromecánica.- Se trata de una instalación eléctrica que conecta uno o más detectores con un panel, mismo que al recibir la señal de detección enviará otra a la solenoide de la válvula para permitir el paso del agua a presión a todas las boquillas.

Hidroneumática.- Consiste en una tubería cargada con agua a cierta presión teniendo como dispositivos detectores a uno o más rociadores automáticos, estos al registrar un incremento de temperatura actuarán liberando agua y presión, Esta variación hará que la válvula de diluvio opere permitiendo el paso del agua para extinción.

#### SISTEMAS DE CO<sub>2</sub> Y PQS.

La diferencia entre cada uno de estos sistemas es solamente el agente extintor por utilizarse, ya que se integran por los mismos elementos como son; la tubería de descarga (seca); el o los cilindros de almacenamiento del agente, dispuestos con las válvulas de control y descarga necesarias y línea de detección.

Para su operación referirse a la descripción correspondiente a las líneas de detección termoneumática y electromecánica de sistemas de diluvio, esto por que el principio de funcionamiento es el mismo, salvo que el agente extintor en lugar de ser agua será CO<sub>2</sub> o PQS y el equipo de bombeo y fuentes de abastecimiento serán cilindros contenedores.

#### SISTEMAS DE GAS HALON.

Estos sistemas se integran por tuberías de descarga secas, uno o varios cilindros contenedores con válvulas de control y descarga, línea de detección y panel de control. Su operación es electromagnética a través de varios detectores que reportan a un panel el que a su vez se encarga de enviar las señales de operación a las alarmas audiovisuales y a la válvula de descarga de gas.

#### SISTEMAS DE HIDRANTES.

Son sistemas compuestos por varios gabinetes integrados por manguera, chiflón y accesorios conectados a tuberías cargadas con agua a presión mantenida por algún equipo de bombeo y obtenida de una fuente de abastecimiento de capacidad suficiente. Para la operación de cada hidrante definitivamente se requiere de la intervención de personal

debidamente capacitado, ya que la sujeción de la manguera, la apertura de la válvula, el direccionamiento y el control de flujo con el chiflón, es completamente manual y especializado.

#### **SISTEMAS DE BOMBEO.**

El alma de cualquier sistema hidráulico es su equipo de bombeo, principalmente importante si se trata de protección contra incendio, se componen generalmente de una bomba accionada por motor de combustión interna, de otra de igual capacidad pero accionada por motor eléctrico (opcional) y de otra de menor capacidad cuyo objetivo es mantener la presión en la línea, a ésta se le conoce como Jockey. Las tres bombas se deben conectar con el tablero de control y autoprotecciones automáticas, válvulas de succión y descarga, líneas piloto para el control, válvulas de seguridad y otros accesorios.

El dimensionamiento del equipo y de la capacidad de la fuente de abastecimiento de agua, dependerá del cálculo hidráulico correspondiente al sistema.

#### **SISTEMAS DE ALARMAS.**

Estos básicamente se componen de una instalación eléctrica para interconexión de dispositivos iniciadores de alarma con panel central y con dispositivos de alarma audibles o visibles. Los dispositivos iniciadores de alarmas pueden ser detectores de humos (fotoeléctricos o iónicos), de calor (de temperatura fija o de aumento brusco), de flama (infrarrojos o ultravioleta), de flujo (del agua en sistemas de rociadores o de diluvio), de chispas en ductos, de concentración de gases peligrosos, de estaciones manuales de alarma, de interruptores supervisores de apertura o cierre de puertas y válvulas (magnéticos, de límite, de palanca, etc.), de ruptura de vidrios (de alta vibración), detección de intrusos en áreas restringidas industriales o residenciales (fotoeléctricos, infrarrojos o ultrasónicos), de supervisores de operación adecuada de algún proceso o parte de él, etc.

Se han mencionado aspectos principales de cada uno de los sistemas, pero existen muchas ventajas más que muestran lo eficientes y seguros que son y de la facilidad de interactuar con otros sistemas o procesos, por lo que antes de proponer alguno se necesita conocer a fondo las necesidades del usuario para obtener el diseño de un sistema óptimo. Como un ejemplo se puede mencionar que un sistema hidráulico integral es aquel que se compone por fuentes de abastecimiento de agua, bombas, hidrantes, monitores, rociadores y diluvio en riesgos específicos, con las consecuentes tuberías de succión, de descarga de distribución principal (subterránea o aérea), alimentadores, cabezales principales (matrices), secundarios (ramales) y válvulas de seccionamiento.

#### ***2.7 FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA DECISIÓN DE LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA.***

- Conciencia de seguridad creada.
- Riesgo del personal.
- Riesgo por pérdida de materia prima, producto o bienes.

- Política de seguridad en la empresa.
- Evitar daños a terceros o contar con industrias de alto riesgo como vecinos.
- Requerimientos oficiales de cualquier índole.
- Tiempos fuera del mercado que se traducen en pérdida del mismo y de prestigio.
- Altos costos de inversión para reanudar operaciones.

Se debe recordar que los primeros minutos de un fuego son los más importantes para lograr su combate con éxito, por lo que un sistema automático de detección, alarma y extinción dará esa seguridad durante las 24 h. de los 365 días del año.

## CAPITULO III

### DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO, PROCESO Y NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES

El presente trabajo se centra en el diseño total de un sistema contra incendios a base de una red de hidrantes. En el capítulo II se mencionó de un modo breve, que es un sistema de hidrantes.

En este capítulo se menciona el alcance global del estudio y los lineamientos nacionales e internacionales que se recomiendan seguir.

El diseño integral del sistema contra incendios propuesto contempla:

- 1) Red de hidrantes con toma siamesa.
- 2) Suministro de agua y bombeo
- 3) Detectores de humo y térmicos.
- 4) Estaciones manuales y alarmas inteligentes

Se explica a continuación cada concepto:

#### *3.1 CIRCUITO CERRADO PARA HIDRANTES*

(Red de tuberías y Gabinetes)

Los circuitos cerrados con red de hidrantes son sistemas que contemplan una red de tubería con bajantes terminados en Gabinetes (Hidrantes) con mangueras y válvulas, con boquillas a alta presión de flujo de agua usualmente impulsada por bombeo desde algún suministro considerable del líquido, generalmente cisternas.

La red de hidrantes provee gabinetes a lo largo y ancho de una industria u oficinas, los gabinetes están localizados en puntos estratégicos de fácil acceso y usualmente existen en cada nivel de la planta, pueden estar dentro o fuera de las instalaciones. La gran mayoría de estos sistemas rematan en la parte exterior de la industria con una toma siamesa. La siguiente figura (Fig. 3.1) muestra una toma siamesa.

La toma siamesa es un accesorio que permite al cuerpo de bomberos introducir agua al sistema en caso de siniestro.

Existen 4 métodos para suministrar agua a la red de hidrantes.

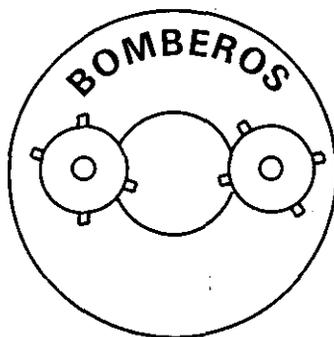
A. RED HÚMEDA.- El agua es suministrada directamente de una fuente basta (corriente principal, pozo, cisterna, etc.), a excepción de la corriente principal, en los demás casos debe bombearse a las presiones requeridas. La válvula de alimentación principal está abierta siempre y el sistema se encuentra siempre presurizado.

B. RED SECA.- No existe suministro permanente de agua. El agua debe ser suministrada por el departamento de bomberos.

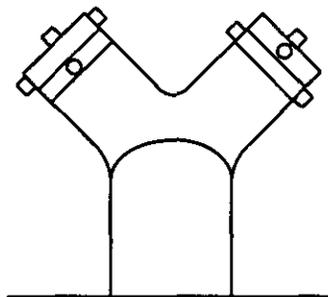
C. RED SECA.- La conexión a la toma principal de agua es un control manual cuya válvula está siempre cerrada, por lo que la red permanece seca hasta que se necesite.

D. RED SECA.- La válvula que controla el suministro de agua es automática, el agua es provista al sistema cuando una válvula de la manguera del hidrante es abierta y la presión del aire es liberada.

El método "A" es el más común y es el utilizado en el presente estudio. Red húmeda con suministro a base de cisterna y toma siamesa.



Vista frontal



Vista superior

Figura 3.1 Toma Siamesa

Igualmente hay 3 clasificaciones para las redes de hidrantes. Estas categorías están basadas en las recomendaciones por el cuerpo de bomberos o por la cantidad de ocupantes de una determinada empresa, estas clasificaciones son:

CLASE I: Red diseñada para el uso exclusivo del departamento de bomberos o brigada contra incendios entrenada en el uso de hidrantes menores ( $\phi_{\text{Tubería}}=2 \frac{1}{2}''$ )

**CLASE II:** Red diseñada para el uso exclusivo de los trabajadores de la empresa, mangueras pequeñas ( $\phi_{\text{Tubería}}=1 \frac{1}{2}"$ ). Juego de manguera y Boquilla-Chiflón listo para usarse.

**CLASE III:** Red diseñada para el uso de ocupantes ( $\phi_{\text{Tubería}}=1 \frac{1}{2}"$ ) o personas entrenadas para el uso de diámetros mayores ( $\phi_{\text{Tubería}}=2 \frac{1}{2}"$ ). La corriente de  $2 \frac{1}{2}"$  tiene una reducción a  $1 \frac{1}{2}"$  mediante una válvula o redes mixtas con hidrantes de  $2 \frac{1}{2}"$  y  $1 \frac{1}{2}"$ . Este trabajo contempla un diseño de CLASE II con hidrantes de diámetro de tubería= $1 \frac{1}{2}"$ .

### **3.1.1. CÓDIGOS Y ESTANDARES.**

Los requerimientos de diseño pueden encontrarse en los siguientes códigos y estándares:  
NFPA 14, Standard for Installation of Standpipe and Hose System.  
OSHA General Industry standards, Parte 1910.158.  
BOCA Basic Building Code, Artículo 7  
Standard Building Code Capítulo 9  
Uniform Building Code, Capítulo 38.

Nacionalmente no existe un código definido para diseño, sino más bien reglamentaciones gubernamentales para obtener licencia de funcionamiento como industria y visto bueno del H. Cuerpo de Bomberos de la zona, así como bases del reglamento AMIS (Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros).

En México como en muchos otros países, se adoptan las normas NFPA, este trabajo no es la excepción.

### **3.2. SUMINISTRO DE AGUA Y SISTEMA DE BOMBEO.**

Existen varios métodos para suministrar agua a un sistema contra incendio, usualmente es provista por la corriente municipal principal. Cuando no hay esta posibilidad las alternativas son:

#### **TANQUES DE GRAVEDAD:**

Son tanques de almacenamiento de agua elevados a cierta distancia arriba de la altura del piso más alto, la presión derivada del tanque es totalmente dependiente de su altura. Cada pie de elevación provee  $0.434 \text{ lb/ptg}^2$  (psi) de presión.

Este tipo de tanques son llenados por bombas. Pueden ser contruidos de madera, aunque estos son prácticamente obsoletos, la mayoría de los tanques actuales son de acero. El tanque debe ser diseñado con protecciones contra sismos. En climas con temperaturas de congelación, el tanque debe estar precalentado, una falla en el sistema de calentamiento puede causar un daño irreparable. Los tanques deben tener escaleras interiores y exteriores para mantenimientos. (Ver Fig. 3.2)

Otras formas de almacenamiento de agua contra incendio son tanques de succión (subterráneos), tanques a nivel de piso terminado y cisternas. Todas estas opciones requieren de bombeo para alcanzar la presión deseada del agua.

### CISTERNAS

Las cisternas son la forma de almacenamiento de agua más común para las redes de hidrantes y consisten en cavidades bajo tierra para formar un tanque de concreto reforzado,

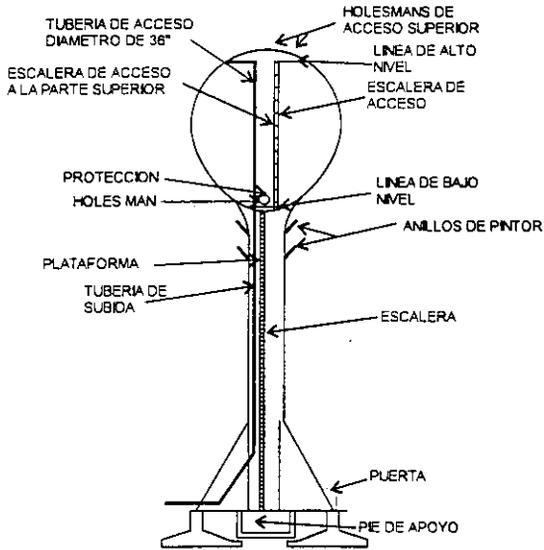


Figura 3.2 Tanque de Gravedad

es decir un cuarto de almacenamiento de agua disponible únicamente para el combate a incendios. Se requiere tener un cuarto de bombas lo más cerca posible a la cisterna.

### TANQUES PRESURIZADOS

Una opción más de suministro de agua, la constituyen tanques presurizados que son estructuras metálicas conteniendo 2/3 partes de agua y 1/3 de aire. El rango típico de estos sistemas es de 30,000 a 33,000 lts. de capacidad. Los tanques se llenan primero con agua y se presurizan al menos a 75 psi, la presión es mantenida por compresores, de este modo cuando se requiere agua, ésta es forzada por la presión del aire (Fig. 3.3)

Los requerimientos de diseño para suministro de agua contra incendio se localizan en: NFPA 22, Standard for Water Tanks for Private Fire Protection.

Para el presente trabajo, el método elegido es la construcción de una cisterna. Más adelante se explica ampliamente.

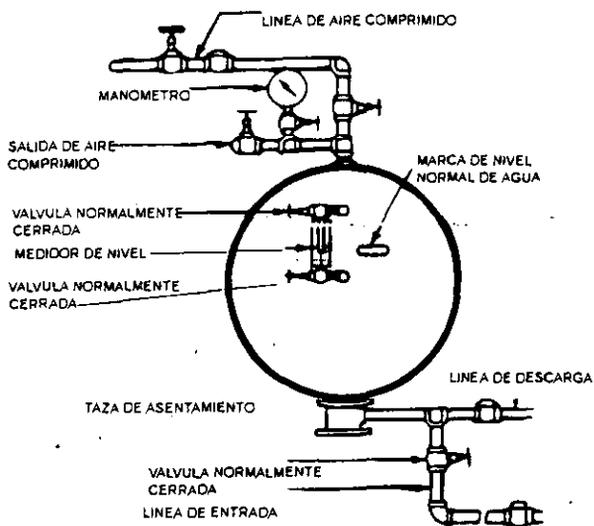


Figura 3.3 Tanque Presurizado

### 3.2.1. SISTEMAS DE BOMBEO

Las bombas en sistemas contra incendio son usadas para mejorar e incrementar la presión disponible de corrientes municipales, tanques de gravedad, reservorios, cisternas, etc.

Las primeras bombas contra incendio fueron del tipo reciprocante de Mill Machinery. Si las operaciones de la planta eran interrumpidas durante un incendio, la bomba no operaba por lo que este tipo de bombas se hicieron inadecuadas.

Con el surgimiento de los rociadores, se hizo necesario tener un sistema de bombeo más eficiente y las bombas Mill fueron sustituidas por bombas rotatorias o de desplazamiento positivo que durante muchos años se les consideró como el estándar a emplear en incendios.

Actualmente las bombas centrífugas son el estándar para los sistemas contra incendio. Su maniobrabilidad, fácil mantenimiento, características hidráulicas y variedad de impulsores: motores eléctricos, turbinas de vapor, combustión interna, etc. hacen que las bombas mencionadas previamente a las centrífugas sean obsoletas, aunque no totalmente extintas.

El estándar NFPA para bombas contra incendios es el panfleto 20 Instalation of Centrifugal Fire Pumps.

Otros panfletos con información al respecto son:

- NFPA 11 Low expansion foam and combined agent system
- NFPA 11A Medium-and-High-Expansion Foam System.
- NFPA 12 Installation of Sprinkler System in One-and two-Family walling and Mobile Hoses.
- NFPA 13 Fire Departament Operations in Properties Protected by Sprinkler and Standpipe System.
- NFPA 14 Installation of Standpipe and Hose System.
- NFPA 14A Testing Inspection, and Maintenance of Stand pipe and Hose System.
- NFPA 15 Water-Spray Fixed System for protection.
- NFPA 16 Deluge Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray System.

El sistema propuesto contempla el uso de bombas centrífugas.

### **3.3 DETECTORES DE HUMO Y TÉRMICOS.**

Tan pronto como un incendio se inicia produce una variedad de cambios en el ambiente que facilitan la detección. Los seres humanos son excelentes detectores de incendios, poseen los 5 sentidos que les permite esta detección, sin embargo, los sentidos humanos pueden no ser confiables y ser afectados.

Desde mediados del siglo XIX se crearon varios dispositivos mecánicos, eléctricos y electrónicos con el fin de imitar los sentidos humanos y detectar cambios ambientales provocados por el fuego.

Los elementos detectables más comunes son: Calor convectivo, humos (o partículas) y calor radiante. Complicando la situación, existen 2 factores a considerar:

- 1.- No todos los tipos de fuego producen todos los elementos.
- 2.- Una situación de no fuego puede producir condiciones similares.

La Ingeniería de Protección contra incendios debe decidir cuáles son los elementos producidos en un incendio; qué tipos deben esperarse y ser más fácilmente medibles; y cuáles pueden darse incluso en caso de no fuego.

Aun si todos los elementos (calor, humo y luz) estuvieran presentes en un determinado incendio, la magnitud de los mismos debe exceder alguno(s) de los niveles teóricos básicos durante el desarrollo del fuego. Es también de gran ayuda determinar qué elemento

aparecerá primero. Esto es especialmente importante al ser la vida humana lo más preciado que se debe proteger.

### 3.3.1 DETECTORES DE HUMO.

#### a) DETECTORES IONICOS DE HUMO

Los detectores de humo son dispositivos de tipo IONICO que contienen una pequeña cantidad de material radiactivo que ioniza el aire en una cámara sensitiva. La cámara conduce la electricidad a través del aire entre 2 electrodos cargados. Cuando las partículas de humo entran, reducen la conductividad del aire, cuando esta conductividad cae por debajo de un nivel predeterminado, el detector indica una condición de alarma (Fig 3.4.)

#### b) DETECTORES FOTOELÉCTRICOS DE HUMO.

Se utilizan en cualquiera de los siguientes principios de operación:

*i Obstrucción de luz.*- Cuenta con un haz de luz que golpea continuamente un sensor fotosensitivo. Una vez que las partículas entran en la cámara, la luz que toca el dispositivo fotosensible es reducida iniciándose así la señal de alarma.

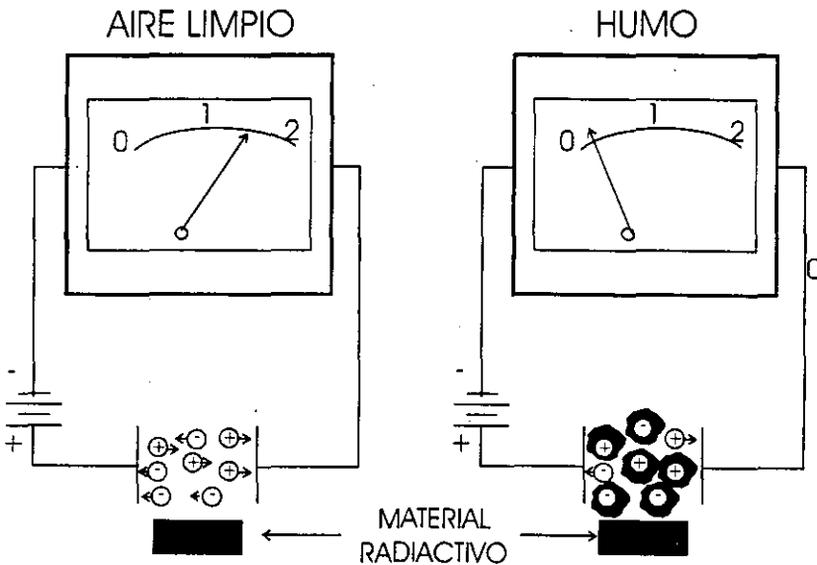


Figura 3.4 Detector iónico de humo

### ii Dispersión de luz.-

Contiene una fuente de luz fotosensible. Los cuantos de luz usualmente no golpean el dispositivo, sin embargo, una vez que el humo entra en la cámara, las partículas desvían la trayectoria de la luz ocasionado que toquen el fotosensor activando la alarma.

Los detectores de humo han tenido en su desarrollo una serie de problemas en cuanto a su activación. En los 80's los detectores de humo necesitaban probarse para ser más sensibles que los productos previos a la combustión. Esto ocasionaba que las alarmas sonaran con corrientes fuertes de aire, bajísimos niveles de humo y condiciones de polvo. En 1985 se les

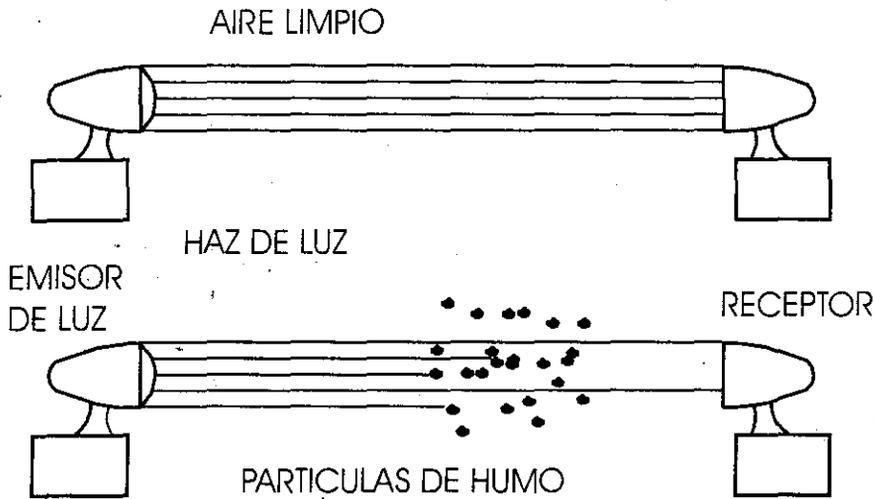


Figura 3.5 Detector fotoeléctrico de humo por obstrucción de luz.

permitió a los fabricantes incrementar el nivel de oscurecimiento de la cámara interna del dispositivo en un 50%, otra solución que empezó a utilizarse fue la instalación de módulos de reconfirmación adaptados a paneles de control.

Con estos módulos la señal de alarma recibida por un detector de humo es almacenada por un período determinado de tiempo, si en ese lapso se recibe una segunda señal, la alarma se activará, de no ser así la alarma no se activará. Estas innovaciones redujeron drásticamente los problemas de falsas alarmas.

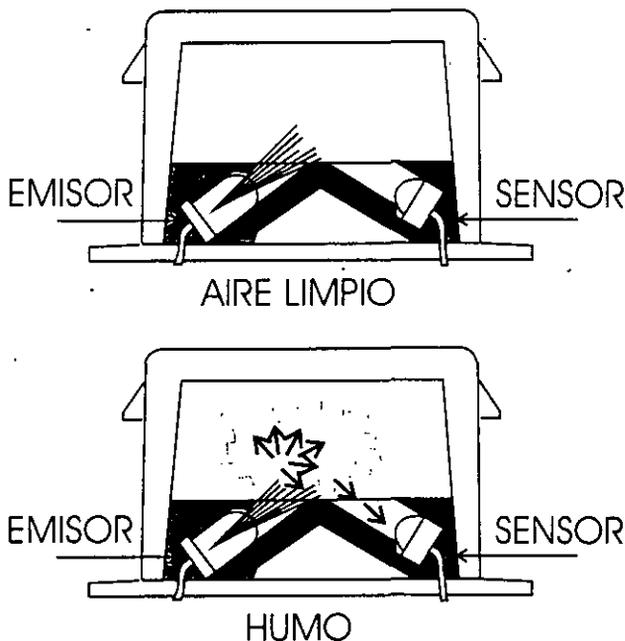


Figura 3.6 Detector fotoeléctrico de humo por dispersión de luz.

### 3.3.2 DETECTORES TÉRMICOS.

Los detectores de fuego térmicos son los más antiguos del tipo automático. Comenzaron a utilizarse con el desarrollo de los rociadores en el año 1860. En la actualidad aun se utilizan con una proliferación de varios tipos de dispositivos.

Estos aparatos son los detectores menos costosos y que además tienen el más bajo índice de falsas alarmas comparado con el resto de los dispositivos automáticos, aunque también son los dispositivos más lentos en la detección de un incendio.

Un detector térmico es útil en lugares pequeños y espacios confinados donde se esperen incrementos rápidos en la temperatura en casos de incendio, o bien en sitios en los cuales este dispositivo es prácticamente el único utilizable debido a la generación de humos, polvos o neblinas.

#### a) Detectores térmicos de temperatura fija.

Están diseñados para activarse cuando la temperatura de un determinado elemento operativo alcanza un punto especificado. La temperatura del aire al tiempo de sonar la alarma generalmente es más alta que la nominal por que toma tiempo elevar la temperatura del elemento operativo hasta su "Set-point".

Esta condición es llamada *Desfasamiento Térmico*. Se pueden emplear detectores térmicos a partir de set-points de 57°C hacia arriba.

Se mencionan a continuación los tipos más comunes de detectores térmicos:

*i Tipo fusible.-* Metales eutécticos y aleaciones de bismuto, plomo, estaño y cadmio funden rápidamente a temperatura predeterminada ocasionando la activación de la(s) alarma(s).

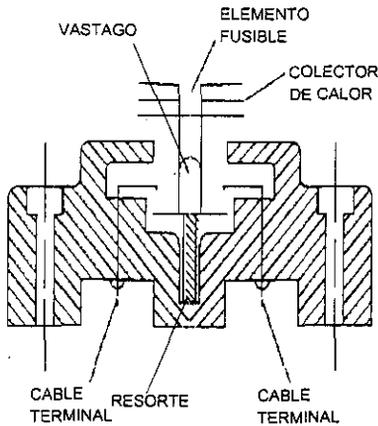


Figura 3.7 Detector térmico tipo fusible.

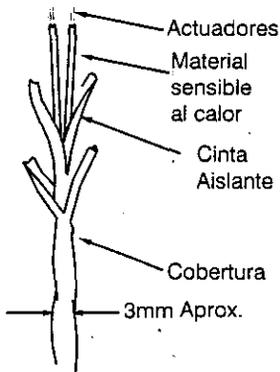


Figura 3.8 Detector térmico tipo línea continua.

*ii Tipo línea continua.*

Como una alternativa a los detectores del tipo fusible se han diseñado dispositivos de línea continua. El detector mostrado en la Fig. 3.8 utiliza un par de cables de acero con circuito normalmente abierto. Los conductores están unidos por un aislamiento sensible al calor. Cuando la temperatura de diseño es alcanzada, el aislamiento se funde y los cables entran en contacto iniciando la señal de alarma. El cable fundido debe ser reemplazado para restablecer el sistema.

Un dispositivo similar utiliza un material semiconductor y un tubo capilar de acero inoxidable

empleado como factor de estabilidad mecánica donde es necesario emplearlo.

El tubo capilar contiene un centro de conductor coaxial, separado de la pared del tubo por un material cristalino semiconductor sensible a la temperatura.

Bajo condiciones normales, una corriente pequeña (bajo el umbral de alarma) fluye en el circuito. Conforme sube la temperatura, la resistencia del semiconductor disminuye, permaneciendo un mayor flujo de corriente e iniciando alarma.

**iii Tipo Bimetálico.-** Cuando dos metales con diferente coeficiente de expansión térmica son unidos y calentados, la diferencia en expansión provoca una flexión hacia el metal de rango de expansión más bajo. Esta acción cierra un circuito normalmente abierto. El material frecuentemente empleado de bajo coeficiente de expansión es "Muar", aleación de 36% de níquel y 64% de hierro. Se pueden emplear también varias aleaciones de magnesio-cobre-níquel, níquel-cromo-hierro e incluso acero inoxidable como el componente de coeficiente de expansión alto.

Los detectores de tipo bimetálico generalmente son de dos formas:

1) Tira bimetálica.-Conforme se calienta la tira bimetálica, existe una deformación hacia el punto de contacto. Con un par bimetálico determinado, el intervalo entre los contactos determina la temperatura de operación: a mayor intervalo, mayor punto de operación (Ver Fig. 3.9)

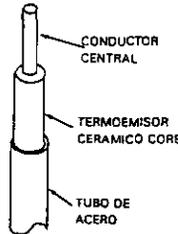


Figura 3.9 Detector térmico tipo tira bimetálica.

2) Disco-Broche bimetálico.- El disco permanece convexo en condiciones normales.

Generalmente un colector calorífico es colocado cerca del disco para acelerar la transferencia de calor hacia el mismo. Conforme el disco se calienta, repentinamente pasa de convexo a cóncavo cerrando los contactos de la alarma (Ver Fig. 3.10).

Todos los detectores bimetálicos se autorestabilizan después de actuar, cuando la temperatura ambiental cae por debajo del punto de operación.

Resumiendo tenemos tres tipos básicos de detectores térmicos: Temperatura fija, de rango creciente y de compensación.

a) Detectores de temperatura fija.- Es el más sencillo y consiste en materiales fusibles. La señal inicia hasta que la temperatura del aire excede la temperatura de operación.

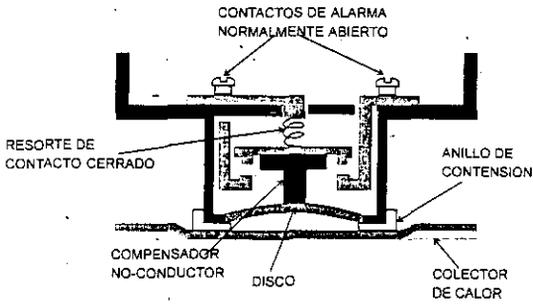


Figura 3.10 Detector térmico tipo Disco-Broche bimetalico.

b) Detectores de rango creciente.- Pueden ser eléctricos o neumáticos.

*i Los de tipo eléctrico.*

Consisten en pequeñas casetas con huecos de venteo pequeños también y un diafragma en la caseta. El calor generado por un incendio provoca que el aire dentro de la estación o cámara se expanda más rápido de lo que puede ventilarse, esta expansión crea una presión que activa el diafragma operando la alarma. Se activa al detectar un acelerado incremento de la temperatura de 7-8°C por minuto.

*ii Los de tipo neumático*

Consisten en un tubo metálico curvado continuamente, que generalmente tiene detectores conectados a él. El calor generado provoca que en el tubo el aire se expanda flexionándolo y activando el circuito de alarma.

c) Detectores de compensación.- Consisten en dos elementos metálicos que se expanden uno hacia el otro cuando detectan calor, una vez que se tocan, los contactos se activan. Responden cuando la temperatura de los alrededores alcanza un nivel determinado, sin hacer caso de la tasa de elevación de la temperatura (Ver Fig. 3.11).

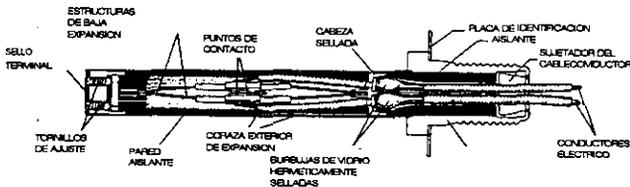


Figura 3.11 Detector térmico de compensación.

Existen por supuesto, combinaciones de sistemas para eficientar cada caso particular.  
Para el diseño e instalación de estos dispositivos, se requiere consultar:

NFPA 72E Standars on Automatic Fire Detectors.

NFPA 72H Guide for Testing Procedures for local, Auxiliar, Remote Station and Proprietary Protective Signaling Systems.

OSHA General Industry Standars, Part 1910.164 y 1910.165

BOCA Basic Cuilding Code, Artuculo 17

Standar Building Code, Cap. 9

Uniform Building Code, Cap. 38

### 3.3.3. DETECTORES DE FLAMA.

Un detector de flama responde a energía radiante dentro o fuera del rango de visión humana. Los detectores de flama son infrarrojos o ultravioletas, dependiendo del rango deseado. Este tipo de dispositivos son de gran utilidad cuando se manejan sustancias o productos flamables, pero que no desprendan humos o su flama no es detectable en el rango de la visión humana.

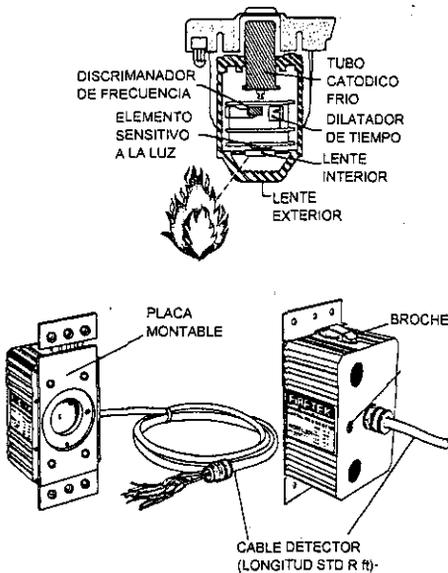


Figura 3.12 Detector de Flama.

### 3.4 ESTACIONES MANUALES Y ALARMAS INTELIGENTES.

Las estaciones manuales son dispositivos indispensables en todo sistema contra incendios que presuma de ser completo, son en realidad interruptores manuales de activación de alarmas y/o luces estroboscópicas. Lo ideal es acompañar cada estación de una alarma y una luz SIEMPRE.



Figura 3.13 Estación Manual

El armazón del equipo es rojo por norma, y puede ser metálico o plástico.

Cada estación consta de una manija, que al ser jalada hacia abajo causa que quede trabada en esa posición activando la alarma y el estrobo.

La manija se restaura manualmente usando una llave mecánica que permite que la parte superior de la caja, gire sobre el pivote hacia adelante y la manija con resortes regresará a su posición normal para asegurarla con llave.

Bien sea que el sistema sea completo o no, las estaciones manuales una vez activadas reportarán a un panel de control cualquier condición de falla activando el sonido y el estrobo.

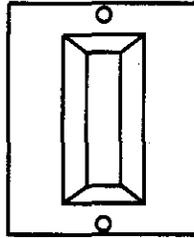


Figura 3.14 Estrobo

Las alarmas con estrobo son equipos de seguridad electrónicos utilizados para proporcionar alarma en forma visual y sonora.

Su funcionamiento depende exclusivamente del panel de control que les envía la orden de operación, por lo que en caso de emergencia funcionará siempre que una estación manual haya sido activada o que un detector de humo o térmico entre en funcionamiento.

La estroboscopia es el efecto oscilatorio de la luz y se recomienda en seguridad para que de aviso de alarmas en áreas de mucho ruido donde el sonido de alarma es difícil de escuchar o previniendo falla de alarma por lo cual ésta no sea escuchada en caso de incendio.

Se denominan alarmas de tipo inteligente porque están totalmente automatizadas para detectar, avisar, evacuar y en muchos casos sofocar un conato de incendio cuando están conectadas a rociadores. Además se puede controlar su funcionamiento general o zonificado.

A modo de resumen, la siguiente tabla (3.1) puede servir como ayuda inicial en la selección del detector óptimo.

Detector	Tipo de Fuego esperado*	Cantidad esperada de Humo	Incremento en la temperatura Ambiental	Lugares con humo o generalmente calientes**	Red de rociadores
Humo-Iónico	AB	Regular-Bastante	Lenta Regular		
Humo-Fotoeléctrico	AB	Regular-Bastante	Lenta Regular		
Térmico	CD	Poca	Rápida	X	
Fusible	CD	Poca	Rápida	X	X
Línea continua	CD	Poca	Rápida		
Bimetálico	CD	Poca	Rápida	X	
Flama	CD	Casi nulo	Rápida		X

Tabla 3.1 Tabla comparativa de detectores.

\*En realidad cualquier detector puede ser útil para todos los tipos de fuego pero se recomiendan más en estos casos.

\*\*Cocinas, talleres, fundidoreas, etc.

Los detectores de humo son ampliamente utilizados en fuegos de tipo A y B principalmente para fuegos humeantes de madera, papel, fibra o plásticos, se puede regular la sensibilidad para regular desde humo de cigarro hasta una neblina densa, obviamente no son útiles en fuego sin humo.

Los detectores térmicos se recomiendan en cocinas, talleres de mantenimiento y en general cualquier sitio caluroso y con humos propios de sus procesos; dependerá de la zona o equipo a proteger la variedad elegida, los de tipo fusible son muy utilizados en redes con rociadores.

Los detectores de flama, como se mencionó, son ideales para fuegos de flama con rango de visión fuera de la humana, pueden ser perfectamente funcionales en combinación de los térmicos.

El factor económico puede ser decisivo cuando dos o más alternativas parecen tener la misma ventaja.

## CAPITULO IV

### LEVANTAMIENTO.

En el presente capítulo se define el tipo de industria en que se desarrolló el estudio y las necesidades contra incendios empleados.

#### 4.1 EMPRESA EN ESTUDIO.

La fábrica considerada para el análisis es una planta industrial alimenticia, dedicada a la fabricación de postres en polvo, esto es: gelatinas, hot cakes, pasteles y tés básicamente.

La planta cuenta con 350 empleados distribuidos en tres turnos de producción, las instalaciones están divididas en 2 predios, uno de ellos dedicado a áreas productivas y oficinas y el segundo a bodegas de almacenaje, la figura A.1 "Red de Hidrantes de 1 ½" Clase II", muestra ambos predios y las distribuciones de áreas.

Se pueden describir y generalizar todos los procesos en dos etapas:

1) **PREPARACIÓN DE MEZCLAS.**- Se adicionan cada uno de los diversos ingredientes en polvo a la mezcladora para homogenizarlos y obtener un lote de producto listo para ser empacado.

Casi todas las materias primas son polvos, y en una proporción menor semi-sólidos y líquidos, tales como: mantecas, emulsificantes y sabores, pero estos son dispersados en el polvo para obtener solo productos en polvo.

Las materias primas principales son azúcar y harina ocupando aproximadamente el 80% de los ingredientes.

2) **EMPAQUE.**- Se cuenta con varias máquinas de empaque, donde se envasan los lotes previamente mezclados. Los polvos son llenados en un sobre al gramaje adecuado y posteriormente empacados en cajas plegadizas de cartoncillo couché que a su vez son empacadas en cajas de cartón corrugado.

Los materiales son:

a) Sobre.- Película de Papel Bond con polietileno.

Película de PEAD (polietileno de alta densidad)

Película de PEBD (polietileno de baja densidad)

Película de PP (polipropileno)

b) Caja plegadiza.- Cartón tipo couché.

c) Caja Corrugada.- Cartón corrugado Kraft.

El 95% de los materiales de empaque son plegadizos y cartón corrugado.

La planta cuenta con extintores distribuidos en todas las áreas.

## **4.1 ZONAS DE LA INDUSTRIA**

### **4.1.1 PLANTA ALTA**

La planta alta de esta empresa está dedicada casi exclusivamente a la mezcla de producto (Ver figura A.1 "Red de Hidrantes de 1 ½" Clase II), así como al almacenamiento en proceso de los lotes mezclados (todos polvos como ya se mencionó).

El producto mezclado se almacena en tolvas de plástico y en costales de polietileno, el riesgo de incendio en esta área es mínimo. Los productos mezclados en esta área son harinas preparadas y gelatinas cuyos ingredientes principales son: azúcar, harina de trigo, agentes leudantes, ácidos orgánicos, colores y sabores artificiales.

### **4.1.2 PLANTA BAJA. ZONA DE EMPAQUE DE HARINAS Y GELATINAS.**

Se cuenta con 11 máquinas llenadoras-encartonadoras para empaque de polvos, donde se utilizan películas de polietileno y polibond para la formación de bolsas, cajas plegadizas de cartón couché y cajas de cartón corrugado Kraft. Finalmente el producto ya empacado se coloca en tarimas de madera. El riesgo de chispa o combustibles es remoto, por lo que un conato de incendio es poco probable, y en caso de presentarse se esperaría un fuego tipo "A".

### **4.1.3 PLANTA BAJA. ZONA TES.**

Acondicionada con las siguientes máquinas:

- 3 máquinas para tes herbales en saquitos.
- 1 llenadora que utiliza película con película de aluminio.
- 1 llenadora de botes de hojalata
- 1 encelofanadora.

Zona con riesgos mínimos de incendio y fuego esperado tipo "A" y "B".

### **4.1.4 PLANTA BAJA Y SUBALMACÉN.**

En esta zona se tiene un subalmacén en proceso donde se cuenta con todos los materiales de empaques suficientes para un turno de producción, además se cuenta con un pequeño espacio de empacado manual.

A pesar de que el riesgo de incendio por proceso es mínimo, el conato de incendio sería mayor que en las áreas anteriormente descritas debido al volumen de materiales, y se esperaría un fuego tipo "A" y "B".

#### 4.1.5 ALMACENES DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTO TERMINADO.

Estos almacenes están descritos dentro de una misma área, solo divididos por una reja; el almacén de materias primas ocupa un 70% del espacio total. En este almacén existen 260 materiales diferentes distribuidos de la siguiente manera:

80% Materiales de empaque.- cartón, películas de polietileno y polibond

15% Materia primas:

Harina y azúcar.

Leudantes: carbonato de sodio, fosfatos, cremor tártaro, etc.

Ácidos y sales orgánicas

Aditivos químicos: lecitinas, gomas, etc.

5% Sabores y colores.

El almacén de producto terminado contiene tarimas con cajas de producto listo para su distribución de aproximadamente 75 productos diferentes.

El tamaño total de los dos almacenes es casi el 50% del total de la planta, y debido a la cantidad y tipo de materiales es donde un conato se podría convertir en un incendio de enormes magnitudes afectando al resto de la planta y aún a plantas aledañas. El tipo de fuego esperado es "A" y "B".

La planta en términos generales tiene un riesgo bajísimo de incendio por manejar procesos secos, y no requerir vapor ni combustibles.

Sobre la base de la descripción de la figura 3.1 se puede preseleccionar algún tipo de detector que como se ve preferentemente será de humo y térmico.

Una red de hidrantes cubrirá perfectamente cualquier necesidad de sofocación de fuego pues el agua en un buen extinguidor para fuegos tipo "A" y "B".

#### 4.2 NECESIDAD DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIO.

Una industria de este tipo necesita contar con un sistema contra incendios por varias razones:

- \* La cantidad de personal es considerable y los materiales de empaque empleados son altamente combustibles.
- \* Se deben salvaguardar los recursos humanos, los activos fijos de la planta y los recursos materiales.

- \* Se disminuirán los riesgos de incendio en áreas productivas y almacén.
- \* Un conato de incendio puede quedar simplemente en eso y no ser más grave.
- \* Se evitan riesgos de daños a empresas y zonas habitacionales aledañas.
- \* Se cumple con las normas oficiales del H. Cuerpo de Bomberos y, de igual manera, con la Secretaría del Trabajo y Previsión Social para obtener y/o renovar Licencia de Funcionamiento de Planta.

Actualmente este tipo de licencias se obtienen únicamente si se cumplen los requisitos necesarios de seguridad.

Además las primas de seguros son menores cuando se cuenta con sistemas de seguridad de este tipo, pues las estimaciones de pérdida se disminuyen.

#### 4.2.1 PERDIDA MÁXIMA PROBABLE. (PMP).

La pérdida máxima probable es aquella que resultaría de un incendio en las circunstancias normales previstas, en condiciones favorables para el ataque al fuego, considerando los extintores actuales instalados en planta (116 de diversos tipos).

Por otro lado, el tipo de construcción del edificio y de la nave industrial es importante a considerar para determinar el riesgo de pérdida. Para este caso, el edificio está constituido de block o tabique y techos de concreto; así mismo, la nave industrial incluye muros de block y tabique con techos de láminas de asbesto y translúcida acrílica.

Dadas las condiciones físicas de esta planta, se estima en un 70% la Pérdida Máxima Probable (PMP), representada de la siguiente manera:

#### ESTIMACIÓN DE LA PERDIDA MÁXIMA PROBABLE EN RIESGO DE INCENDIO (\*)

ÁREA	(%) DEL TOTAL DE ÁREA OCUPADA	(%) P.M.P.ÁREA	(%) P.M.P. SOBRE/ÁREA TOTAL
ALMACENES	47.0	100.0	47.0
PRODUCCIÓN	35.0	48.0	16.8
OFICINAS	18.0	35.0	6.3
<b>TOTAL</b>	<b>100.0</b>		<b>70.1</b>

Figura 4.1 Estimación de la pérdida máxima probable.

\*Estimación por la Aseguradora.

La Pérdida Máxima Probable es pues del 70%, considerando las circunstancias más desfavorables y bajo el parámetro de que los extintores en la planta son insuficientes para controlar un incendio declarado.

#### 4.2.2 PERDIDA MÁXIMA ESTIMADA.

La Pérdida Máxima Estimada (PME) es la extensión del incendio probable para presentarse en condiciones normales de actividad, ocupación y combate de fuego. Así mismo, la aseguradora estima para este caso 90% como PME.

#### 4.3 SISTEMA SELECCIONADO.

A pesar de que existen muchos tipos de polvos altamente explosivos (acetato de celulosa, bisfenol A, aluminio extrafino, etc.), los polvos que se mencionan en la Industria alimenticia raramente llegan a ser explosivos.

De tal manera, en este estudio, el riesgo potencial más grande de combustión continua es en los almacenes.

Se cuenta con dos almacenes (Ver figura A.1 "Red de Hidrantes de 1 ½" Clase II), uno de materia prima y material de empaque, y otro para producto terminado. En conjunto ocupan el 47% del total de la superficie de la planta.

De estos almacenes de materia prima y material de empaque, el 80% del área es ocupada por materiales de empaque. (corrugados, plegadizos, cajas, etiquetas, películas de papel, etc.); todos ellos, combustibles perfectos para el fuego rápido.

No existe un almacén de reactivos peligrosos y, los que se manejan en laboratorio son en cantidades mínimas, los procesos son SECOS todos y no requieren por tanto agua ni vapor de proceso.

En conclusión, el proceso es relativamente muy seguro en cuestión de incendios. Dadas estas características el sistema ideal para un combate a incendios es UN SISTEMA DE RED DE HIDRANTES.

Los rociadores podrían funcionar perfectamente en ciertas áreas, pero dado el costo de uno contra otro no es justificable pues el sistema de hidrantes cumple sobradamente las expectativas.

El tipo de fuego esperado en mayor proporción es el "A": materiales combustibles sólidos, por lo que el agua es un extintor excelente.

#### 4.4 LEVANTAMIENTO.

Se denomina LEVANTAMIENTO a la selección física y gráfica (plano) de los sitios elegidos para la instalación de los hidrantes. Se empleará la norma NFPA 14, pues en México no existe reglamentación oficial o normatividad al respecto.

Se protegerá toda la planta mediante un Sistema de Red de Hidrantes CLASE II pues se pretende que el mismo personal de la planta opere los equipos. Debido al tipo de fuego esperado en un conato de incendio puede ser controlado por la brigada contra incendios o por personal capacitado.

El sistema clase II contempla mangueras de 1½" con exterior en tejido poliéster y manguera interior de Neopreno de 30 m. de longitud.

Con este dato, los gabinetes deben estar colocados a 60 m. entre centro de circunferencias a cubrir, el siguiente diagrama ejemplifica mejor (Fig. 4.2).

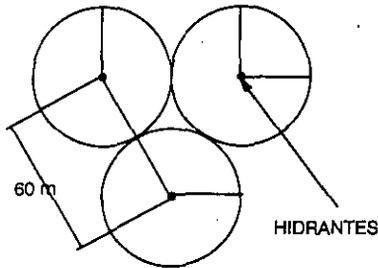


Figura 4.2 Posición entre hidrantes.

Cada gabinete cubre 30 metros a la redonda, La selección óptima de la ubicación de los hidrantes se muestra en la Figura 4.2.

Para la toma siamesa no existe problema para su localización pues siempre va ubicada hacia la calle o entrada principal para que el H. Cuerpo de Bomberos pueda suministrar agua en caso de ser necesario.

La norma NFPA 14 menciona que para un sistema Clase II se requiere un gasto de 379 l/min. para un período de al menos 30 min. en 2 hidrantes, esto da un requerimiento de agua de 22,740 l. como mínimo. La red municipal no da esta capacidad a la presión requerida (7 kg/cm<sup>2</sup>), por lo que se necesita de una fuente de abastecimiento de agua que en este caso será una cisterna.

Por las condiciones de la planta, el área ocupada y la facilidad de instalación y costo, una cisterna es el medio de suministro de agua adecuado para este estudio. En la figura A.1 "Red de Hidrantes de 1½" Clase II" se muestra la ubicación que tendrá la cisterna.

Esta industria cuenta con dos tanques estacionarios para almacenamiento de gas butano empleado en servicios menores: agua caliente para baños, estufas de comedores y mecheros de laboratorio.

Los tanques están ubicados en la azotea de la planta, por lo que para su protección se colocarán rociadores activados manualmente (si estos fueran automáticos serían rociadores sprinklers).

No se requiere de un sistema automatizado para este tipo de tanques pues en caso de siniestro, el fuego es inmediato pudiendo incluso ser explosivo y los sprinklers ya no funcionarían en este caso. Con rociadores manuales, en caso de un conato o incendio cercano a los tanques, se activan los rociadores manualmente mediante una válvula de mariposa colocada lejos de los tanques en la planta baja de la fábrica, para enfriarlos y evitar riesgos mayores.

El hecho de tener dos tanques con rociadores es como si se tuvieran dos hidrantes más. Como se puede apreciar en la figura A.1 "Red de Hidrantes de 1 ½" Clase II" el resultante del levantamiento fue de 14 hidrantes y 2 sistemas de rociadores.

#### 4.4.1. LEVANTAMIENTO DE DETECTORES DE HUMO Y TÉRMICOS.

La elección de cualquier tipo de detectores debe contemplar los siguientes factores:

- \* Tipo de fuego esperado.
- \* Factores principales de variación ambiental en caso de fuego:
  - Temperatura
  - Humo
  - Radiación
  - Emisión de partículas.
- \* Velocidad esperada de propagación de fuego.
- \* Corrientes de aires naturales o por ventilación.
- \* Temperatura promedio de las áreas a proteger en diversas épocas de año.

Como se explicó anteriormente, la planta alimenticia considerada en éste caso no es de alto riesgo en aspectos de siniestros esperados por fuego, el tipo de fuego predominante sería "A" (sólidos) y no existe vapor para procesos o servicios, por lo que no hay cuarto de calderas y por lo tanto no existen áreas de temperatura elevada por factores externos a los ambientales.

En caso de incendio, aunque la propagación sería bastante rápida, la emisión de partículas de humo sería instantánea también por los tipos de materiales combustibles. Así pues, prácticamente cualquier detector de humo se puede adecuar a las necesidades de esta planta.

Por razones de tiempo de respuesta, costo y mantenimiento, se prefieren los detectores de *Humo Iónicos*.

Por otra parte, existen 3 áreas de la planta con generación continua de humos: comedor 1, comedor 2 y taller de mantenimiento, por lo que en estos casos un detector de humo no es recomendable. En estos sitios se colocarán Detectores *Térmicos Bimetalicos* (tira bimetalica, ver capítulo III).

La decisión de este tipo de detectores se debe a que no requieren restablecerse una vez activados como los de tipo fusible por ejemplo.

Las normas NFPA para estos sistemas son: 72E Automatic Fire Detectors y 72H Guide for testing Procedures for local Auxiliary Remote Station and Proprietary Protective Signaling Systems.

De momento para el levantamiento se considerará la referencia del panfleto 72E, que menciona los requerimientos para el espaciamiento entre detectores.

La distancia entre detectores no debe exceder su rango de diseño para la detección.

Los detectores seleccionados tienen un rango de 7 m. a la redonda para detección a una altura máxima de 3 m. en techos planos.

Con techos de formas diferentes (cóncavos, dos aguas, etc.) los criterios cambian, así como si la altura es mayor a 3 m. El techo considerado es plano.

A continuación se analizará área por área para la ubicación de los dispositivos.

Partiendo de la figura A.1 "Red de Hidrantes de 1 ½" Clase II" de la planta se seccionarán las áreas para mayor entendimiento:

## PLANTA BAJA SECCIÓN 1

Contempla áreas de oficinas, comedores, taller de mantenimiento, baños, laboratorio de control de calidad, subestación eléctrica y caseta de vigilancia. La distribución de los detectores queda como se observa en la figura 4.2

Algunos detectores están a menos de 7 m. lineales uno de otro, esto se debe a que no existe espacio libre entre ellos, es decir hay muros, puertas o cubículos separando las áreas.

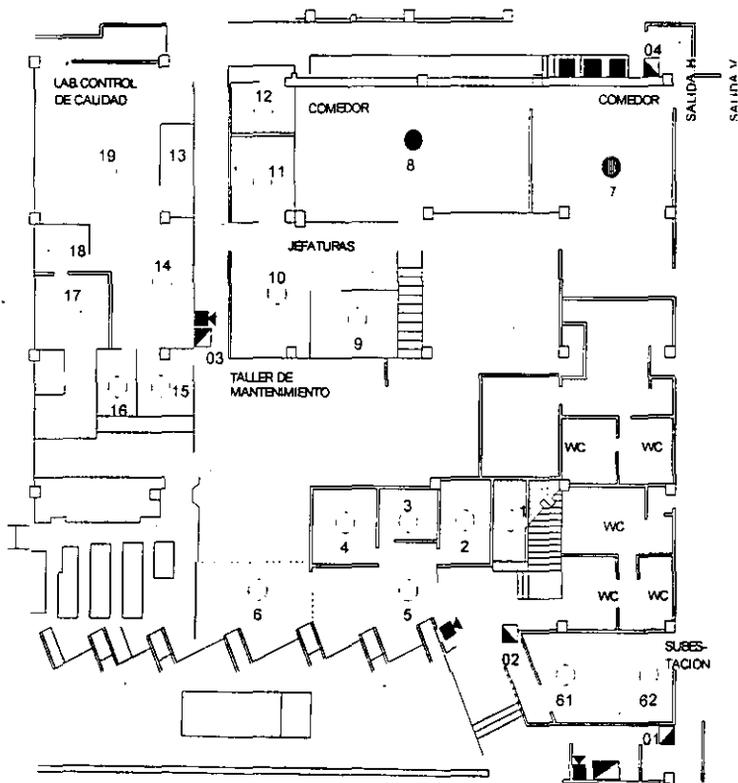


Figura 4.3 Planta baja sección 1



### SECCIÓN 3

Contempla los dos almacenes existentes en la planta, el de materias primas y material de empaque y el de producto terminado, son las áreas de mayor riesgo de incendio y las de mayor propagación. Como son bodegas, la altura del techo es mayor a 3 m. (12 m.) por lo que el área que cubre un detector es mayor debido a la expansión del humo conforme asciende, pero debido igualmente que al subir el humo se hace menos denso por "diluirse" en el aire se dejan a 7 m. los espaciamientos entre detectores. (Ver Figura 4.5)

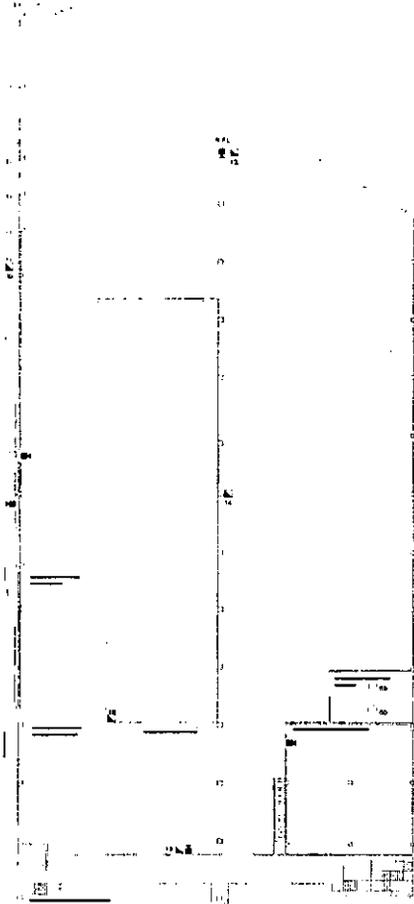


Figura 4.5 Planta baja sección 3

## PLANTA ALTA SECCIÓN 4

Es el complemento de las oficinas de la sección 1, y se toma el mismo criterio de levantamiento. La única diferencia en este caso es que existe una área reservada a equipos de cómputo con aire acondicionado y piso falso, en este piso falso se colocarán detectores también pues un corto eléctrico puede provocar un incendio debido a que aquí se encuentra instalación eléctrica y los ductos de ventilación del aire acondicionado. (Ver figura 4.6)

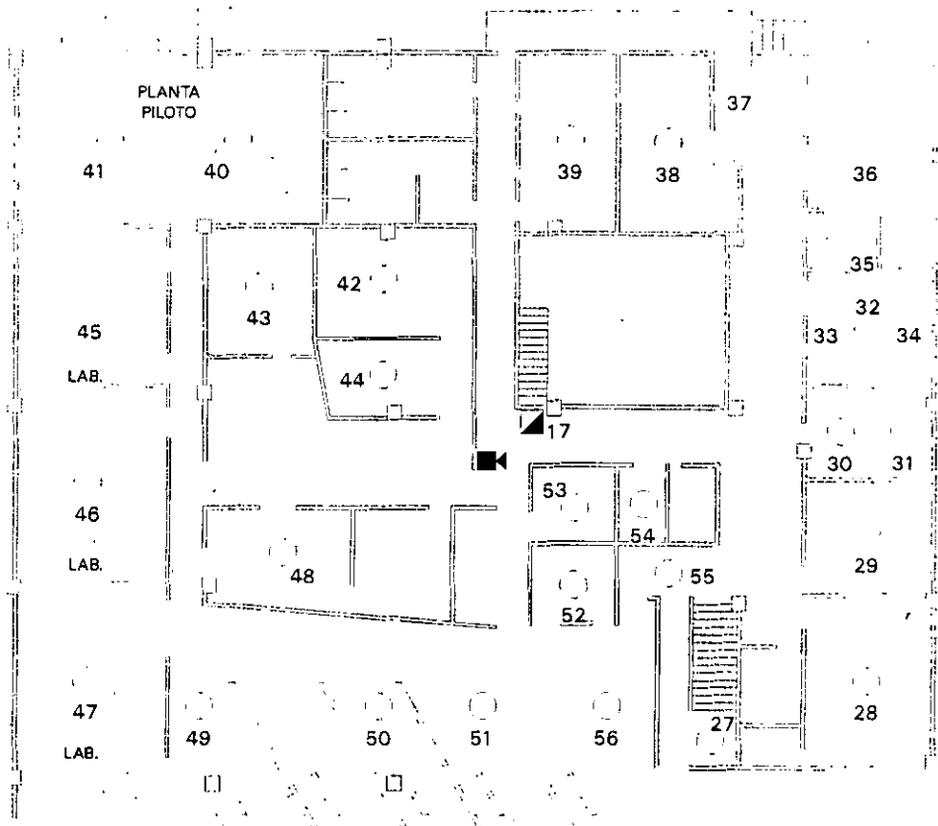


Figura 4.6 Planta alta sección 4

## SECCIÓN 5

Esta área corresponde a zona productiva, proceso de mezcla y a un almacén de sabores y colores artificiales. Prácticamente no hay material combustible por lo que sólo se colocarán detectores en áreas confinadas.

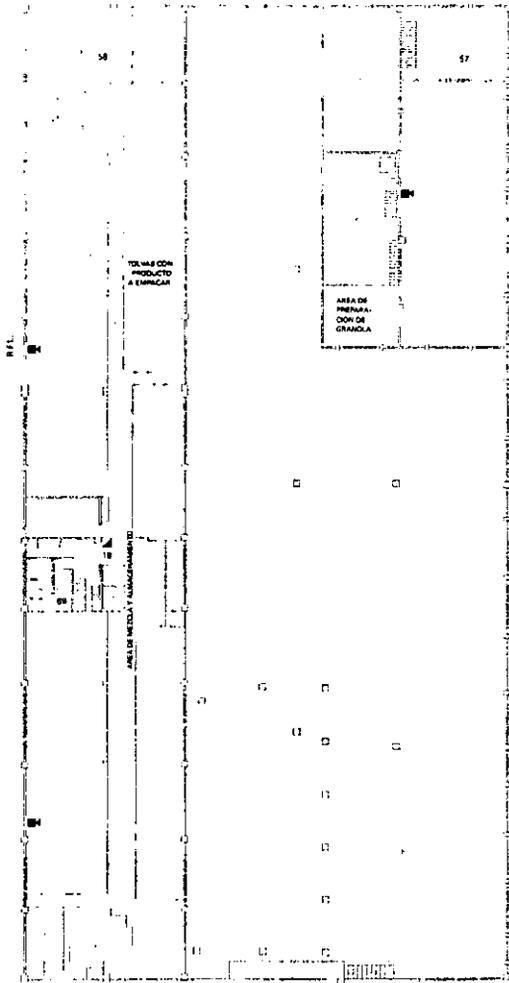


Figura 4.7 Planta alta sección 5

## SECCIÓN 6

Zona dedicada a labores administrativas, sólo las oficinas que aparecen en el diagrama con detectores de humo están ocupadas, el resto están en total desuso y vacías por lo que no requieren detectores.

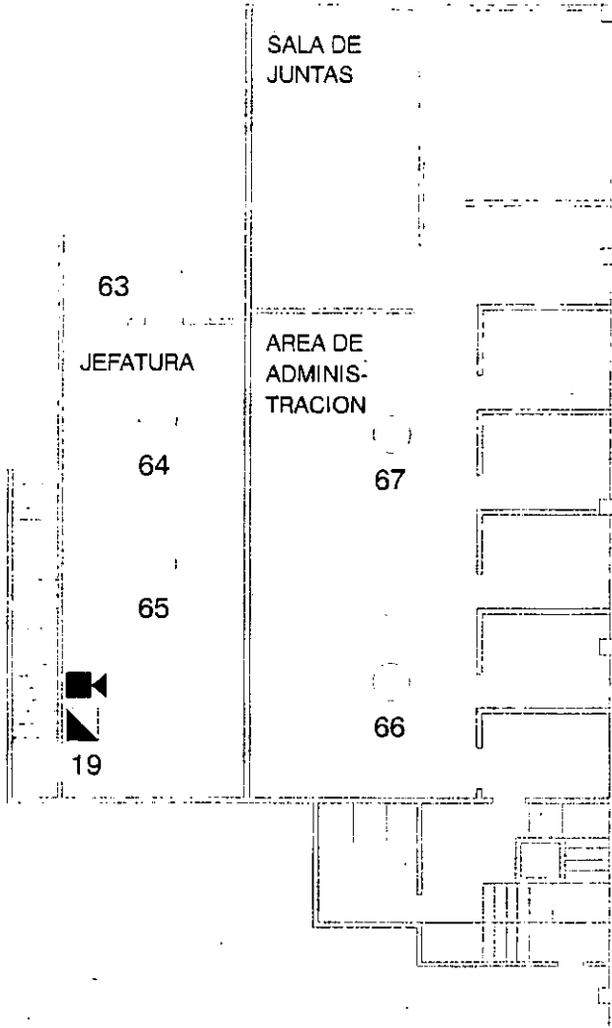


Figura 4.8 Planta alta sección 6

#### **4.5 LEVANTAMIENTO DE ESTACIONES MANUALES, ALARMA CON ESTROBO Y PANEL DE CONTROL**

La instalación de estaciones manuales con estrobos, es el complemento ideal para un sistema contra incendios que cuenta además con detectores de humo y/o térmicos, ya que el factor humano es siempre decisivo en la prevención, detección y control de un incendio.

Puede darse el caso que una persona active la señal de alarma contra incendio mediante una estación manual antes de que algún detector lo haga, con lo cual se ganan segundos muy valiosos para la sofocación del fuego.

Las estaciones manuales y los estrobos se colocan juntos o muy cercanos siempre.

Deben estar en lugares estratégicos y visibles, generalmente junto a la salida o escaleras de acceso para que en caso de conato, se pueda dar alerta al evacuar.

Toda la planta debe contar con estos dispositivos para que desde cualquier área se pueda dar aviso. Localizando los puntos estratégicos, el levantamiento de estaciones manuales y estrobos (Sirenas) quedan como se muestra en la figura A.2 "Sistema de Detección de humo y Alarmas (Localización)".

Se muestra en el mismo diagrama, la ubicación del panel de control, que es donde se reciben las señales de alarma de cualquier estación manual y/o detector térmico o de humo.

El lugar elegido es la caseta de vigilancia frontal de la entrada principal, pues es el único sitio en donde siempre hay alguien a cualquier hora de los 365 días del año.

Desde este panel, se puede ubicar el sitio de alarma, silenciar uno o más detectores o activarlos todos para evacuar.

Los detalles y especificaciones se analizarán en el capítulo VI, de momento solo se mencionará que el trabajo se basa en la Norma NFPA panfleto 72H Testing Procedures for Local Auxiliary, Remote Station, and Proprietary Protective Signaling Systems.

## CAPITULO V

### DISEÑO HIDRÁULICO Y MECÁNICO.

En el levantamiento (Capítulo IV), no se profundizó en aspectos de diseño a pesar de que en todos los casos se mencionan las normas, códigos o reglamentos utilizados.

En el presente capítulo, basados en el levantamiento se contemplará el diseño hidráulico y mecánico del sistema propuesto; es decir se considerará el dimensionamiento de líneas, selección de bombas, capacidad de la cisterna y en términos generales todos los detalles para el óptimo funcionamiento del sistema.

#### 5.1 CAPACIDAD DE LA CISTERNA.

Se considera el panfleto 14 de la NFPA (Standpipe and Hose Systems) que especifica un flujo mínimo por hidrante de 379 l/min para sistemas de Clase II como es este caso, se puede calcular la capacidad mínima de cisterna si se sabe que en plan de contingencia es necesario diseñar para mantener dos hidrantes abiertos a este flujo y que en condiciones extremas el sistema debería trabajar a cuatro hidrantes abiertos durante media hora.

Dadas las características de la planta en cuestión, se diseñará para sostener este flujo durante una hora, debe recordarse que las especificaciones de NFPA son la mínimas requeridas.

$$379 \frac{l}{min} * 60 \frac{min}{hr} * 4 \text{Hidrantes} * 1 \frac{m^3}{1000l} = 91 m^3$$

La cisterna del sistema debe ser de 91,000 l. de capacidad.

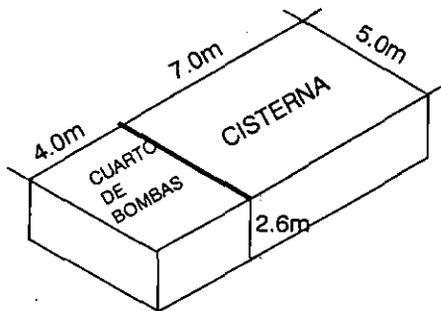


Figura 5.1 Cisterna

La figura 5.1 muestra las dimensiones de la cisterna que será subterránea.

Las dimensiones de la cisterna son de  $7 \times 5 \times 2.6$  m.

Deberá ser construida de concreto y recubierta con pintura fungicida para evitar hongos en el agua, igualmente debe llevar una entrada de hombre de al menos  $0.8 \text{ m.} \times 0.8 \text{ m.}$

Inmediatamente junto a la cisterna se colocará el cuarto de bombas donde se localizará:

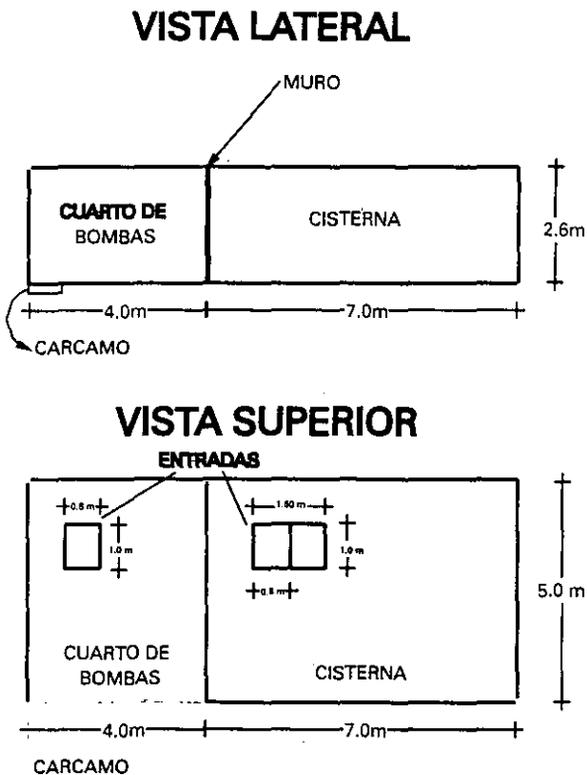


Figura 5.2 Vista lateral y superior de la cisterna

- 1 Bomba Jockey para mantener presurizada la línea a  $8 \text{ kg/cm}^2$
- 1 Bomba centrífuga accionada por motor eléctrico (bomba principal)
- 1 Bomba centrífuga accionada por motor de combustión interna
- 1 Tableros de control

La vista lateral y superior se observa en la figura 5.2

## CUARTO DE BOMBAS

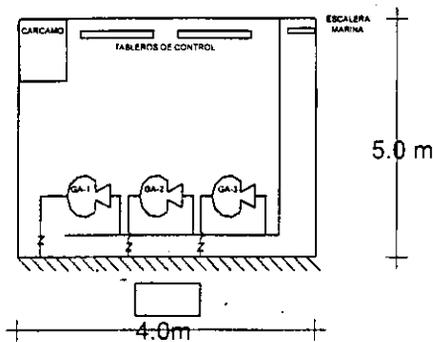


Figura 5.3 Cuarto de Bombas.

GA 1 Bomba motor de combustión Interna

GA 2 Bomba motor eléctrico

GA 3 Bomba Jockey

### 5.2 DIMENSIONAMIENTO DE LÍNEAS.

Se sabe hasta ahora, que las redes de hidrantes Clase II emplean mangueras de 1 ½" de diámetro, lo cual no significa que los ramales principales y la tubería matriz del circuito cerrado deberá ser del mismo diámetro.

Así pues se calcularán los diámetros adecuados de tubería para la red. Del levantamiento (Capítulo IV), se tiene ya la ubicación exacta de hidrantes, estaciones manuales, sirenas, detectores, etc., con estos datos se dibujará el ISOMÉTRICO correspondiente a la red de hidrantes incluyendo los accesorios correspondientes (Ver figura A.3 "Isométrico Red de Hidrantes")

En este plano se observan ya las ubicaciones exactas de todos los accesorios. A continuación se muestra como se obtuvo el dimensionamiento de diámetro de tubería y se explica el por que de algunos accesorios.

Se sabe que en caso crítico debe funcionar el sistema con cuatro hidrantes abiertos al 150% de su capacidad de diseño. Cada hidrante tiene un flujo de 379 l/min, así pues:

$$379 \frac{lt}{min} * 1000 \frac{ml}{lt} * 1 \frac{g}{ml} * 1 \frac{lb}{454g} * 60 \frac{min}{hr} = 50089 \frac{lb}{hr}$$

Para la selección de diámetros, se necesita

W= Flujo másico [lb/hr]

$\phi$ = Densidad agua [lb/pie<sup>3</sup>]

m= Viscosidad agua [cp]

k= Rugosidad tubería

W= 50089 lb/hr

$\phi^{60^{\circ}F} = 62.4 \text{ lb/pie}^3$

$m^{60^{\circ}F} = 1 \text{ cp}$

$k_{\text{Ced. } 40} = 0.00015$

Únicamente como referencia se colocará una iteración para la memoria de cálculo. El proceso completo de cálculo se realizó mediante un programa de cómputo para selección de diámetros a una fase (Ver A4 "Iteración y Curvas de la Bomba").

Se supone un diámetro y se calcula  $\Delta P_{100}$  y velocidad; se va iterando hasta obtener  $\Delta P < 3$  psi y  $4 < V < 10$  pie/s.

El diámetro adecuado para éste caso es:

$$\phi_{\text{tub}} = 2.5''$$

Obteniéndose:

$$V = 6.54 \text{ pie/s}$$

$$Re = 126,424$$

$$\Delta P_{100} = 2.83 \text{ psi}$$

La memoria de cálculo para la 1ª iteración es la siguiente:

Para la selección óptima de diámetro se emplea un método iterativo conociendo la velocidad recomendada para el agua a  $DP_{100}$  recomendada también.

Vel. recomendada 8-10 fts/seg.

$\Delta P_{100}$  max, 2.0 psi

Fórmulas empleadas (Crane)

$$V = 0.0509 \frac{W}{\mu d^2} [=] \text{fts} / \text{seg}$$

$$Re = 6.31 \frac{W}{d\mu}$$

$$\Delta P_{100} = 3.36 * 10^{-4} \frac{fw^2}{d^5 \rho} [=] \text{psia}$$

Datos:

W=lb/hr

$\phi = \text{lb/pie}^3$

d= plg

$\mu = \text{cp}$

Para Reynolds menores a 2100  $f=64/R$  y para

$Re > 2100$  obtener f de tablas.

Para el caso que se trata

W= 50,088

$\phi=62.4 \text{ lb/pie}^3$

$\mu = 0.47 \text{cp}$

Suponiendo un  $\phi=2.5''$

V=6.54 pie/s

Re= 268,983

$\Delta P_{100} = 2.69 \text{ psi}$

### 5.3 ACCESORIOS VARIOS.

Así pues como se ve en la figura A.3 "Isométrico Red de Hidrantes", el diseño total quedó del siguiente modo:

tubería matriz de 2 ½" de diámetro.

Longitud total de tramo recto  $L_{TR} = 514.85 \text{ m}$ .

$L_{TR} = 1690.25 \text{ pies}$ .

5 Válvula de compuerta de vástago saliente de 2 ½"

1 Válvula check de 2 ½"

1 Válvula de mariposa 2 ½"

1 Junta de expansión 2 ½"

14 Gabinetes para hidrantes estratégicamente ubicados cubriendo la totalidad de la planta.

$\phi_{int} = 1 \frac{1}{2}''$  (Mangueras)

6 Juegos de bridas roscadas  $\phi_{int} = 2 \frac{1}{2}''$

2 Juegos de rociadores manuales

### VÁLVULA DE COMPUERTA Y JUEGOS DE BRIDAS:

El propósito de estos accesorios es no dejar sin funcionamiento el sistema en caso de descompostura o mantenimiento, pues están colocados estratégicamente para seccionar parte

o partes de la red sin desactivar el sistema. De este modo una reparación o un mantenimiento preventivo es rápido y seguro.

Las válvulas son de vástago saliente por que de esta forma cualquier persona puede ver si están abiertas o cerradas. Si el vástago está salido, la válvula esta abierta, si a lo lejos el vástago no asoma, indica que la válvula esta cerrada.

#### **VÁLVULA CHECK Y TOMA SIAMESA.**

Esta válvula se coloca inmediatamente después de la toma siamesa. La toma siamesa es el dispositivo que emplean los bomberos en un determinado caso de siniestro cuando el agua de la cisterna ya se agotó. Es por esta toma donde el H. Cuerpo de Bomberos introduce agua al sistema mediante sus carros pipa y la válvula check sirve entonces para no permitir que esa agua regrese al camión pipa.

#### **VÁLVULA DE MARIPOSA**

Esta válvula se localiza bajo los rociadores y es precisamente la forma de activarlos manualmente. En caso de fuego, aunque los tanques de gas que protegen los rociadores están lejos de las áreas de alto riesgo, se deben activar estos mediante la válvula de mariposa que se encuentra en la planta baja y no en la azotea donde se encuentran los tanques.

#### **JUNTA DE EXPANSIÓN**

En el capítulo anterior se mencionó que la planta en estudio esta construida en dos predios, uno para almacenes y otro para áreas productivas; debido a la independencia relativa de estos terrenos, existe una variación pequeña en los niveles de piso terminado.

La junta de expansión está colocada donde la red de tubería une los dos predios, pues es ahí donde los desniveles podrían fracturar la tubería en caso de temblor; la junta de expansión absorberá estos esfuerzos en un siniestro así evitando una falla del sistema por fuga o fractura.

#### **CONTRACCIONES**

Se tienen 16 contracciones de 2 ½" a 2" debido a que al hacer las conexiones finales a los hidrantes el diámetro es de 1 ½" y la tubería matriz es de 2 ½" por lo que una reducción tan brusca perdería demasiada presión.

#### **5.4 MANÓMETROS.**

Por norma, deben existir al menos 3 manómetros que indiquen la presión del sistema:

- En cuarto de bombas.
- En el hidrante más alejado.
- En un punto intermedio.

En este caso son en cuarto de bombas, en la línea de descarga y en los dos casos siguientes, en la línea de 1 ½" en el hidrante.

Para este caso se colocaran aparte de los 3 de norma un manómetro cada tres hidrantes para que cualquier persona o elemento de la brigada contra incendios pueda identificar de manera rápida bajas de presión o problemas en el sistema. Se tendrán entonces 8 manómetros de Bourdón.

### 5.5 DISEÑO MECÁNICO.

Se utilizará para la construcción de la red de hidrantes:

\*Tubería cédula 40  $\phi=2\frac{1}{2}$ "

\*Tubería cédula 40  $\phi=2$ "

\*Tees, codos y reductores estándar cédula 40

\*Soportería de ángulo de 1 ½" X 3/16" en la mayoría de los tramos a una distancia no mayor a 4 m.

\*En zonas sin muros, soportes colgantes con espárragos tensores.

Se deben realizar soldaduras a tope en todas los casos en que sea necesario incrementar el tamaño de tramo para dar continuidad a la red. Los ensayos han demostrado que una soldadura a tope de penetración completa colocada adecuadamente es tan resistente o resiste más que el metal de las piezas por soldar. Por consiguiente, las soldaduras a tope que generalmente actúan en tensión-compresión, no se diseñan matemáticamente. Se determina la resistencia de una conexión por soldadura a tope mediante la fórmula:

$$P=\sigma A$$

donde:

A: Área de sección transversal de la placa más delgada [ $\text{plg}^2$ ].

$\sigma$  : Esfuerzo permisible en la placa [ $\text{lb/plg}^2$ ]

P: Resistencia [ $\text{lb}$ ]

El esfuerzo cortante permisible para soldaduras de electrodo es de 0.3 veces el esfuerzo último de tensión del electrodo. Los electrodos se clasifican como E60, E70, E80, etc. El valor numérico es la resistencia última a tensión del metal de soldadura. Los electrodos E70 son los que se usan más comúnmente en el trabajo estructural. El esfuerzo cortante permisible para un electrodo E70 es  $(0.3)(70)=21 \text{ Klb/plg}^2$ .

En el caso que se ocupa se requieren 2 cordones de soldadura para cada unión para evitar poros y posibles fugas, por las imperfecciones de las uniones a tope; el segundo cordón dará un acabado óptimo y sobre todo, la resistencia adecuada.

Se debe emplear soldadura 6010 para el primer cordón y 7018 para el segundo para cumplir con las características requeridas en cada caso, que son: para el primer cordón penetración y resistencia y para el segundo apariencia y resistencia.

## 5.6 PRUEBA HIDROSTÁTICA.

Todas las redes de tubería nuevas para redes de hidrantes y/o sprinklers deben ser probadas a no menos de 200 psi por dos horas. Cuando la presión del sistema supera los 150 psi, la prueba puede ser 50 psi arriba de la máxima presión del sistema. La presión debe ser leída en el manómetro mas abajo respecto a nivel de bombeo.

Esta prueba debe mostrar posibles fisuras y por lo tanto fugas o fallas en la tubería, que deben corregirse antes de liberar por completo la red.

## 5.7 HIDRANTES.

Los hidrantes son gabinetes metálicos generalmente que contienen la manguera que se utilizará en un conato de incendio o en un fuego ya declarado. Para sistemas Clase II (hidrantes de 1 ½"), cada gabinete debe tener:

- 1 Gabinete de lámina (calibre 16 en este caso) con vidrio, chapa y llave.  
El vidrio debe ser delgado para romperlo con facilidad cuando sea necesario y la llave debe ser universal, es decir, abrirá cualquier gabinete.
- 1 Válvula de globo angular de 2" a 1 ½"
- 1 Manguera de 1 ½" X 30 m. de longitud fabricada en poliéster con interior de neopreno y coples giratorios.
- 1 Chiflón tipo ajustable fabricado en bronce de 1 ½"
- 1 Soporte de cuna para la manguera.
- 1 Llave universal para ajuste de coples.
- 1 Letrero o calcomanía indicando hidrante.

Existen varios tipos de hidrantes destacando dos tipos básicos:

- \* Con soporte de cuna:  
La manguera está plegada ondulatoriamente en un soporte de cuna.
- \* Con manguera en carrete:  
La manguera está enrollada en un carrete que puede ser fijo o giratorio.

La selección de cada tipo de hidrante depende de las condiciones de la planta donde se vaya a instalar. En plantas con grandes espacios sin construcción con grandes pasillos, se prefiere manguera en carrete, y en las plantas con altos porcentajes de terreno construido se prefiere hidrante taqueteado a la pared con soporte de cuna, pues el carrete generalmente va fijo al piso y no a la pared.

El sistema empleará soporte de cuna. La distancia a la que se debe encontrar la válvula de globo es de 1.50 m. sobre el nivel de piso terminado, con el fin de que cualquier persona independientemente de su estatura pueda accionarla (Fig. 5.4).

HIDRANTE

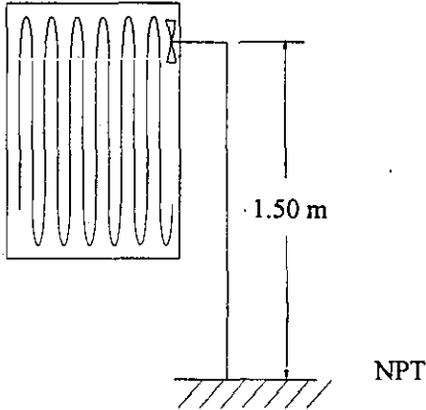


Figura 5.4 Hidrante (Posición válvula de Globo)

**5.8 SISTEMA DE BOMBEO Y CUARTO DE BOMBAS.**

Del isométrico (figura A.3), se obtiene la lista de accesorios y longitudes para poder calcular las bombas a utilizar.

ACCESORIOS	$\phi[=]$ plg.	Cantidad	$L_{eq}$	$L_{eq}$ Tot
Codos 90°	2.5	47	6.4	300.8
Tes	2.5	11	13.5	148.5
Codos 45°	2.5	7	2.5	17.5
Válvulas compuerta	2.5	5	2.9	14.5
Bridas	2.5	6	2.7	16.2
Junta de Expansión	2.5	1	3.0	3.0
Válvula Check	2.5	1	28.5	28.5
Contracciones	2.5-2.0	16	2.4	38.4
Codos 90°	2.5	14	5.25	73.5
Total				640.9

Nota: Todos los valores de longitud equivalente son en pies, y son tomados del "Pump Handbook H.C."

Igualmente del isométrico (Figura A.3) se obtiene la longitud total de tramo recto:

$$L_{TR} = 1690 \text{ pies}$$

$$L_{reqtot} = L_{TR} + L_{ACC} = 2331.15 \text{ pies}$$

Se sabe que la presión de operación debe ser de 8.0 kg/cm<sup>2</sup> para diseñar se empleará el 10% adicional como factor de diseño, es decir, 8.8 kg/cm<sup>2</sup>

$$P_{dis} = 129.36 \text{ psi}$$

Se sabe también que  $\Delta P_{100} = 2.83$ , por lo que:

$$\Delta P_{TOT} = 65.97 \text{ psi}$$

Así pues para la bomba principal

$$P_{desc} = P_{rec} + \Delta P_{tub} + \Delta h \dots (a)$$

donde:

$P_{desc}$  Presión de descarga [psi]

$P_{rec}$  Presión requerida [psi]

$\Delta P_{tub}$  Diferencial de presión en toda la red [psi] =  $\Delta P_{TOT}$

$\Delta h$  Diferencial de altura entre zona de bombeo y la descarga [pies], debe convertirse a [psi] mediante:

$$P = \frac{ft}{2.31} * Sg \dots (b)$$

$$Sg = \frac{\rho}{\rho_{H_2O}} @ Temp. Operación$$

Sustituyendo en (b)

$$P = \frac{9.84}{2.31} * 1 = 4.26 \text{ psia}$$

Sustituyendo en (a)

$$P_{desc} = 129.36 + 65.97 + 4.26$$

$$P_{desc} = 199.59 \text{ psi}$$

De aquí:

$$BHP = \frac{Q * \Delta P}{1714 * \eta}$$

Donde:

$Q = 400.496$  gal/min.

$\Delta P = P_{desc}$  [ = ] psi

$\eta =$  Eficiencia = 0.73

Sustituyendo:

$$BHP = \frac{400.496 * 199.59}{1714 * 0.73}$$

**BHP = 63.88 HP**

Se necesita pues, una bomba a motor eléctrico de 63.88 HP y una bomba de motor a combustión del mismo caballaje.

A modo de ilustración, con los datos del cálculo, se alimenta un paquete de cómputo proporcionado por el distribuidor de las bombas para obtener de manera más rápida los datos calculados.

Se presentan cuatro modelos de bombas, que cumplen con las características deseadas.

En ambos casos se seleccionó la bomba con el impulsor de menor diámetro para obtener curvas características de esas bombas.

Resumiendo, se debe tener una bomba eléctrica de 70 HP y una con motor a combustión interna de 70 HP también. En este último caso, la bomba se acoplará a un motor de automóvil adaptado para este fin y del caballaje mencionado.

En realidad, en la mayoría de los casos la bomba con motor eléctrico se coloca a la mitad del caballaje de la de combustión interna pues en caso de siniestro es muy frecuente que no haya energía eléctrica, por lo que la bomba principal siempre es la bomba impulsada por el motor de combustión interna.

Por último, la bomba Jockey debe seleccionarse para una capacidad no menor a la de cualquier fuga normal, en términos generales el caballaje es aproximadamente el 2.5% del normal de la bomba principal.

Bajo esta observación la bomba Jockey será de 2.0 HP.

Por último respecto al cuarto de bombas, todas las bombas requieren de accesorios de protección, de los cuales los principales son:

**Válvula Check:**

Evita que el flujo de agua regrese a la bomba pudiendo causar daños en la misma; las válvulas check se colocan a la descarga.

**Válvula de Alivio:**

Deben instalarse válvulas de alivio en las bombas contra incendio en la descarga cuando la bomba inicia su marcha sin descargar agua.

Estas válvulas son necesarias, por que sin ellas la temperatura del agua atrapada en la carcasa puede incrementarse debido a la fuerza centrífuga creada por la bomba. La temperatura elevada en estas condiciones puede dañar la bomba.

En el siguiente diagrama se muestra el arreglo de las bombas:

- GA-1 Bomba Jockey
- GA-2 Bomba motor eléctrico
- GA-3 Bomba motor de combustión interna
- 1; 6 Válvulas compuerta
- 2,4,9 Válvulas de vástago saliente
- 7 Válvula de alivio
- 3,8,10 Válvulas check

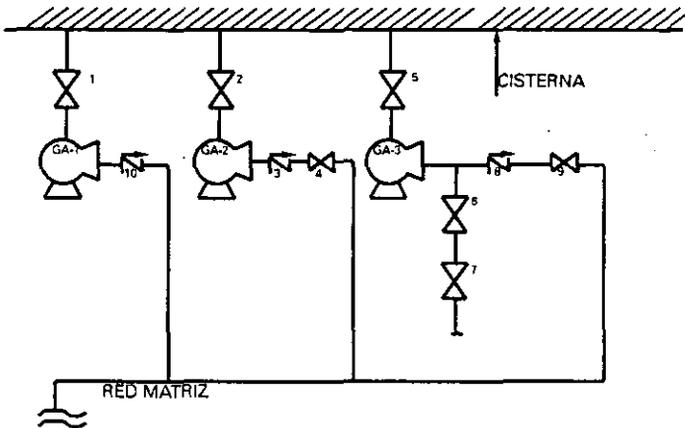


Figura 5.5 Cuarto de bombas (válvulas)

Como se puede observar, el arreglo y disposición de accesorios permite no solo la protección, sino también el rápido mantenimiento, sin alterar el funcionamiento normal.

## CAPITULO VI

### DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA.

**Areas protegidas:** La totalidad de la planta

**Especificaciones:** Normas N.F.P.A.- Estándar No. 14,(Sistema Clase II).  
Reglamento AMIS.(Asociación Mexicana de  
Instituciones de Seguros).

**Objetivo del Sistema:**

- a) Disponibilidad inmediata dentro del almacén de material de empaque de un sistema de hidrantes para el combate del fuego, lo que permitirá mayor grado de seguridad en el personal, instalaciones y activos de la empresa, así como la conservación más segura de la fuente de trabajo.
- b) Cumplir lo establecido al respecto con los reglamentos de seguridad en vigor.
- c) Obtener importantes descuentos en las primas de seguros contra incendio.

#### 6.1 RESUMEN DEL SISTEMA:

##### 6.1.1 APROVISIONAMIENTOS DE AGUA:

Depende de una cisterna principal de uso exclusivo, para incendio de 91 m<sup>3</sup>.

#### 6.2 EQUIPO DE BOMBEO:

**Ubicación:** A nivel de cisterna

**Condiciones de operación:**

Suministrará a la red contra incendio un caudal de 379 l/min. en dos hidrantes abiertos simultáneamente con una presión mínima en el hidrante mas alejado de 7 kg./cm<sup>2</sup>.

**Motobomba eléctrica principal:**

Una motobomba centrífuga horizontal con motor eléctrico de 70 HP, proporciona el suministro de agua hacia los hidrantes abiertos: 2 simultáneos al 100%, 4 simultáneos al 150%.

#### **Motobomba de emergencia:**

El sistema de hidrantes sustenta su operación en una motobomba con motor de gasolina de 70 H.P., con las siguientes características:

Bomba centrífuga horizontal con succión de 2 " y descarga de 1 ½" acoplada directamente a motor de combustión interna 1600 cm<sup>3</sup> de 70 Hp., equipado con, batería de 12 volts DC y tanque de gasolina. Suministra agua a 2 hidrantes simultáneos al 100% y 4 hidrantes simultáneos al 150%.

#### **Motobomba mantenedora de presión Jockey:**

Provee al sistema de una presión constante de 8 Kg/cm<sup>2</sup> medido en un manómetro que se localizará en el hidrante más alejado y tiene las siguientes características:

Bomba horizontal tipo turbina con succión de 1 " acoplada por medio de cople flexible a motor eléctrico de 2.0 HP., 3 fases.

#### **Control del equipo de bombeo:**

Tres tableros de control independientes, uno para cada motobomba, proporcionarán el arranque automático del equipo al abatirse la presión de la red y al ocurrir la apertura de uno o más hidrantes.

### **6.2.1 CARACTERÍSTICAS DE TABLEROS DE CONTROL PARA AUTOMATIZACIÓN:**

Un tablero de control para bomba principal compuesto de:

- 01 Interruptor 3 polos, 50 amperes, 220 volts
- 01 Arrancador automático a tensión plena tipo NEMA II con elementos térmicos de sobre carga y un switch selector de 3 pasos.
- 01 Control eléctrico de presión para arrancar la bomba en caso de emergencia.
- 01 Control de nivel tipo electronivel con retardador de tiempo al paro de la bomba.
- 01 Manómetro (0-15 Kg/cm<sup>2</sup>)
- 01 Lámpara piloto por motor operando.

Un tablero de control para la motobomba mantenedora de presión compuesto de:

- 01 Lámpara piloto
- 01 Selector
- 01 Arrancador automático
- 01 Interruptor
- 01 Control eléctrico de presión
- 01 Manómetro (0-15 Kg/cm<sup>2</sup>)
- 01 Electronivel

Un tablero de control para la motobomba de emergencia de 70 HP., compuesto de:

- 01 Interruptor de presión
- 01 Alarma visual por falla de arranque
- 01 Selector manual-fuera-automático
- 01 Botón de arranque manual

- 01 Botón de reciclo para 6 intentos de arranque.
- 01 Lámpara de motor de operación
- 01 Lámpara de control energizado
- 01 Retardo de tiempo al paro del motor
- 01 Manómetro (0-15 Kg/cm<sup>2</sup>)
- 01 Cargador de baterías, tipo flotante, automático, con amperímetro.

La motobomba de emergencia cuenta con un tablero de control independiente que le permitirá entrar en operación automática al existir demanda de agua en la red y no contar con el suministro de energía eléctrica, condición que podría darse en caso de incendio.

Proporciona 6 intentos de arranque con 6 descansos de aproximadamente 10 a 15 segundos cada uno.

En caso de falla de arranque, al terminar los 6 intentos se encenderá una lámpara que indicará falla de arranque inmediatamente.

En este caso, deberá oprimirse el botón con leyenda "Reciclo", a fin de que se inicie de nuevo el ciclo de los 6 intentos de arranque automáticamente.

Si la falla persiste, deberá cambiarse la posición del selector a posición, "manual" oprimiendo después el botón con leyenda "marcha manual" hasta lograr el arranque del motor.

#### 6.2.2 FUNCIONAMIENTO:

Normalmente el circuito se encuentra presurizado a 8 kg./cm<sup>2</sup>.

- a) Por efectos de los cambios de temperatura que existen durante el día y la noche, que ocasionan vaporización y condensación del agua en las tuberías, se afecta la presurización de la red por lo que la bomba Jockey o mantenedora de presión entrará en operación en forma automática a fin de restablecer dicha presión.

El rango de operación de este equipo está programado para operar cuando la presión se abata a 7 kg./cm<sup>2</sup> y pare al llegar a 8 kg./cm<sup>2</sup>. medido en al manómetro del cuarto de bombas.

- b) Cuando ocurre la apertura de un hidrante, la presión se abate de inmediato por lo que la motobomba Jockey opera en primer término.

Sin embargo como la salida de agua es continua, la presión seguirá bajando, de modo que al llegar a 6 kg./cm<sup>2</sup>, el control enviará otra señal para arrancar la motobomba eléctrica principal que proporcionará el gasto y presión requeridos en el sistema.

- c) Cuando exista corte de corriente alterna que deje fuera de operación la motobomba Jockey y la eléctrica principal, la presión de la red será restablecida automáticamente por la de motor a combustión interna (V. W.) pero hasta que dicha presión se haya abatido hasta 5 kg./cm<sup>2</sup>.

### **6.3 PROTECCIÓN A LOS EQUIPOS DE BOMBEO:**

- a) Por bajo nivel de agua en la cisterna.

El nivel de agua en la cisterna está medido por dos electrodos que van conectados a un relevador, el cual desconectará el arrancador principal, para evitar que trabaje en vacío la bomba.

- b) Arranque y paro de motores.

Los medidores de presión envían una señal al timer para que en el tiempo programado (12 segundos) envíen una señal al relevador y éste a su vez al arrancador para la protección de la motobomba Jockey.

### **6.4 INSTALACIÓN HIDRÁULICA DE BOMBAS.**

De acuerdo a normas de ingeniería hidráulicas y contra incendio NFPA.

### **6.5 TUBERÍA MATRIZ Y RAMALES.**

Matriz: Circuito cerrado de 2 1/2" de diámetro

Ramales: 2 1/2" y 2" de diámetro

2 1/2 de diámetro donde amerita 2 hidrantes.

2" de diámetro para alimentar hidrantes sencillos.

Especificaciones: Tubería negra soldable, cédula 40 sin costura.

### **6.6. VÁLVULAS DE COMPUERTA.**

Cinco válvulas de compuerta de acero al carbón, tipo vástago saliente, proporcionan el correcto seccionamiento del sistema.

### **6.7 BRIDAS.**

Se tendrán 21 Juegos de bridas de 2 1/2" y 2" que amortiguarán las tensiones en la tubería debido a cambios bruscos de temperatura o vibraciones propias del terreno. Permitirán grandes ventajas en caso de reparaciones evitando desmontar grandes tramos de tuberías.

## **6.8 SOPORTERÍA.**

De diferentes tipos según la necesidad destacándose dos tipos:

- Ménsulas de ángulo de 1/2 x 3/16"
- Espárragos colgantes con cinturón.

## **6.9 JUNTAS DE EXPANSIÓN (ANTIVIBRATORIAS).**

Se requiere solo una pieza colocada estratégicamente y absorberá vibraciones y expansión de los tubos.

## **6.10 TOMA SIAMESA.**

Se requiere 1 toma.

## **6.11 HIDRANTES DE 1 ½".**

El reglamento de la AMIS indica que pueden ser operados por hombres y mujeres no capacitados, debido a que el volumen y presión de trabajo no es considerable.

Sin embargo, se recomienda llevar prácticas de ataque al fuego.

Constará de 14 hidrantes sencillos estratégicamente instalados que cubren eficientemente la totalidad del predio protegido.

De acuerdo con el diseño, dos hidrantes abiertos, en cualquier punto, son capaces de proporcionar agua en donde se requiera.

Cada uno de los hidrantes se compone de:

- Gabinetes con vidrio, chapa y llave.
- Válvula de globo angular de 2 a 1 ½"
- Manguera con tubo interior de hule sintético y exterior con tejido poliéster, de 1 ½" X 30 m. con coples giratorios.
- Chiflón del tipo 3 pasos, fabricado en bronce de 1 ½".
- Llaves para ajustar coples

## **6.12 MANTENIMIENTO.**

Dado el objetivo, instalación y operación de este sistema, se deberán desarrollar acciones de mantenimiento periódico que prevengan o corrijan las deficiencias que con el tiempo pudieran presentarse y que de no atenderse con la oportunidad requerida pondrán al sistema fuera de operación.

### **Tuberías**

- a) Drenar cada seis meses la red completa.
- b) Pintura cada año, del tipo primer y rojo red contra incendio a las tuberías que están a la intemperie

### **Bomba con motor a combustión interna.**

- a) Checar nivel de aceite del motor
- b) Checar carga de tanque de gasolina del motor
- c) Checar amperímetro del motor

Condición normal: 0-1 amps.

Condición anormal: arriba de 3 amps., es necesario revisar por personal especializado.

### **Tableros**

- a) Desempolvar tablero con brocha suave cada mes.
- b) Checar que el equipo se encuentra en operación automática

### **Mangueras.**

Después de utilizar el sistema, escurrir perfectamente (por 2 horas) a la sombra antes de volver a instalar en el gabinete

Los chiflones de las mangueras deben permanecer dentro del gabinete en posición hacia abajo y abiertos.

## **6.13 DESCRIPCIÓN DE LOS CONTROLES.**

El panel de control contiene todos los dispositivos de registro, mando y control para el motor de combustión interna. Posee un banco de baterías, registrador de presión, timer para retardo al paro del arranque, cargador de baterías automático y programación.

### **6.13.1 POSICIÓN AUTOMÁTICA:**

El manómetro registra la presión en la red del sistema.

Cuando existe una disminución en la presión, se activa el circuito de arranque que enviará 6 intentos para arrancar el motor. En el caso de que el arranque no suceda, dicha falla será registrada en el panel mediante el encendido de la lámpara color ámbar.

Al arrancar el motor automáticamente, entra en operación un sistema que desconecta la marcha del motor, para evitar que la marcha se desgrane. Si el motor no presenta falla alguna, estará operando hasta que se restablezca la presión de paro automático estableciéndose en ese momento un retardo al paro del motor.

### 6.13.2 POSICIÓN MANUAL.

Para arrancar el motor manualmente se cuenta con un selector localizado en la puerta del tablero de control, el cual deberá ponerse en la posición de leyenda " MANUAL " y oprimir el botón de marcha manual hasta que arranque; entonces se suelta el botón. Si la falla persiste, se debe proporcionar un descanso de 10 segundos e iniciar de nuevo el procedimiento.

En posición de operación manual, el motor parará hasta que el selector se cambie a la posición de " FUERA ".

El modo manual se emplea generalmente en simulacros o pruebas aunque se puede necesitar en un connato cuando el modo automático falló, en tal caso se debe parar el motor manualmente cuando no se requiere más agua.

El panel cuenta con un botón para reciclo automático que se oprime cada vez que se requiera intentar de nuevo el arranque automático del motor. Esta condición sucede cuando el motor no arrancó en forma automática en el primer intento.

El tablero contiene un cargador de baterías automático tipo flotante 127 VCA VCD con amperímetro que indica cuando el cargador alimenta corriente a la batería.

- Un selector de posiciones: manual fuera-automático.
- Una luz roja piloto para indicar bomba en operación.
- Una luz ámbar piloto para indicar falla de arranque
- Una luz azul piloto para indicar motor energizado
- Un interruptor de presión con rango de 0-10 kg/cm<sup>2</sup>.
- Un manómetro con escala de 0-14 kg/cm<sup>2</sup>.

### *6.14 CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA OPERACIÓN DE LA BOMBA CON MOTOR A COMBUSTION INTERNA.*

6.14.1. Se deberá vigilar periódicamente el nivel del electrolito en los bancos de baterías. En caso de que les falte líquido, reponerlo.

6.14.2. Checar que el cargador de baterías funcione adecuadamente. El rango correcto del amperímetro es 0-6 amperes mientras se encuentra cargando la batería.

6.14.3. Checar periódicamente el nivel del aceite que se encuentre correcto en el motor.

6.14.4. Checar que el tanque de gasolina siempre tenga combustible.

6.14.5. Si el motor no trabaja en forma automática checar que el control no tenga ningún relevador quemado o esté haciendo falso contacto.

6.14.6. Si el motor no trabaja en forma manual ni automática verificar que :

- Algún cable de las baterías esté flojo.
- Que las baterías esten cargadas.
- Que tenga gasolina el tanque de depósito.
- Que la marcha del motor esté operando bien.
- Que la bomba de gasolina esté cebada.
- Que la solenoide de marcha que recibe la señal del control automática esté en buenas condiciones.
- Que el motor no esté ahogado.

### **6.15 CONTROL AUTOMÁTICO PARA EQUIPO CONTRA INCENDIOS, FORMADO POR BOMBA PILOTO A TENSIÓN PLENA Y BOMBA PRINCIPAL A TENSIÓN REDUCIDA.**

#### **6.15.1 LOS CONTROLES.**

Están diseñados conforme a requerimientos de las aseguradoras, incluyendo :

- Un arrancador automático a plena tensión e interruptor termomagnético con capacidad interruptiva de 2,000 amperes:

Contiene un electronivel para proteger el equipo por bajo nivel de agua en la cisterna.

- Un selector de 3 posiciones: manual-fuera-automático.
- Una luz roja piloto para indicar bomba en operación.
- Una luz ámbar piloto para indicar falla de arranque
- Una luz azul piloto para indicar motor energizado
- Un interruptor de presión con rango de 0-10 kg/cm<sup>2</sup>.
- Un manómetro con escala de 0-14 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **6.15.2 BOMBA PRINCIPAL.**

El diseño del control está basado en el arranque del motor a través de un autotransformador teniendo las siguientes ventajas:

- Mayor par por amper de corriente
- Arranque con transición cerrada para las diferentes de su arranque.

Dentro del riesgo del Control se cuenta con un electronivel para no dejar que la bomba trabaje cuando hay bajo nivel de agua en la cisterna evitando que la bomba trabaje en seco y pueda quemarse.

El tablero de control, contiene un selector manual fuera-automático, una lámpara piloto indicando bomba en operación, una luz piloto para indicar falla de arranque, una luz piloto para indicar control energizado, un interruptor de presión con escala de 0-10 kg/cm<sup>2</sup>, un manómetro con escala de 0-14 kg/cm<sup>2</sup>, un arrancador automático tipo autotransformador combinado con interruptor termomagnético con capacidad de 75,000 ampers. Cuenta con un timer para el retardo al paro del motor.

#### **6.16 FALLAS TÍPICAS QUE PUEDAN EXISTIR EN EL EQUIPO CONTRA INCENDIO, MOTOR ELÉCTRICO.**

- Si hay agua en la cisterna.
- Si hay corriente eléctrica.
- Si el relevador de sobrecarga esta botado para restablecer nuevamente.
- Si están en buenas condiciones los relevadores del control automático.
- Checar que las bobinas de los conductores no estén quemados.

Si la bomba hace ruido checar :

- Nivelación y alineación de la bomba.
- Si la flecha está torcida o los baleros están atorados.

Si las dificultades son de carácter mecánico cerciorarse que todos los tornillos y tuercas se encuentren firmemente apretados y que los baleros del motor se encuentren en perfecto estado para que la flecha gire libremente en ellos.

Si las fallas son de carácter eléctrico :

- Revise los aparatos de protección.
- Interruptores fusibles y todas las conexiones eléctricas.
- Tomar lectura del voltaje en cada una de las fases del circuito
- Tomar lectura del amperaje con cada fase del circuito alimentador como una precaución contra la posibilidad que el motor trabaje sobrecargado.

#### **6.17 TABLAS DE VERIFICACION.**

Las tablas de verificación 6.1 a 6.9 son de utilidad para el chequeo constante de las condiciones de operación del sistema de hidrantes. Se pueden colocar todas juntas en bitácora de inspección periódica programada.

# HIDRANTES Y SISTEMA DE MANGUERAS

## INSPECCIÓN DE HIDRANTES

FECHA \_\_\_\_\_

INSPECTOR: \_\_\_\_\_

### GENERAL

#### Construcción

Localización de la Válvula de Control

Tipo de Sistema	Clase I	Clase II	Clase III
-----------------	---------	----------	-----------

Longitud de la manguera Provista (pies)	50	75	100
-----------------------------------------	----	----	-----

Tipo de Manguera	Hule lineal	No-lineal
------------------	-------------	-----------

(Si la manguera lineal es actualmente instalada, esta puede continuar en uso. Como siempre cuando esta se requiere reemplazar solamente la manguera lineal puede usarse de acuerdo con NFPA 14, Sistemas de Hidrantes

Provisto de boquillas Shut-Off	Si	No
--------------------------------	----	----

(Si "no", boquillas pueden ser reemplazadas con shut-off de acuerdo con NFPA 14, "Sistemas de Hidrantes"

### VÁLVULAS

¿Cómo son supervisadas las válvulas?	Sellada	Abierta	Tamper Switch
--------------------------------------	---------	---------	---------------

¿Están las válvulas identificadas con símbolos?	Si	No
-------------------------------------------------	----	----

### SUMINISTRO DE AGUA

¿Cuándo fue hecha la última prueba al suministro de agua? \_\_\_\_\_

¿Están los reservorios y tanques a presión en buenas condiciones?	Si	No
-------------------------------------------------------------------	----	----

### BOMBAS

Tipo de impulsor de la bomba	Diesel	Eléctrico	Gasolina	¿Ninguno?
------------------------------	--------	-----------	----------	-----------

¿Cuándo fue hecha la última prueba al suministro de agua? \_\_\_\_\_

¿La bomba está en buenas condiciones?	Si	No
---------------------------------------	----	----

Conexiones del departamento de Bomberos

Localización:

¿Está provista de símbolos que la identifique?	Si	No
------------------------------------------------	----	----

### COMENTARIOS:

Figura 6.1

# HIDRANTES Y SISTEMA DE MANGUERAS

## INSPECCIÓN DE HIDRANTES

FECHA \_\_\_\_\_

INSPECTOR: \_\_\_\_\_

NUMERO DE HIDRANTE. Identifique el sistema hidrante que se está probando

PRESIÓN INICIAL DE PRUEBA. Registre la presión hidrostática de prueba en el inicio de la prueba. La presión de prueba puede ser 200 psi o 50 psi sobre la presión normal si la presión excede 150 psi.

HORA DE INICIO. Registre la hora de inicio de la prueba después de que la presión de prueba es alcanzada.

HORA DE TERMINACIÓN. Registre la hora de conclusión de la prueba hidrostática. El sistema puede tomar la presión por un tiempo mínimo de 2 horas.

PRESIÓN DE PRUEBA FINAL. Registre la presión hidrostática de prueba en la conclusión de la prueba.

NOTAS:

Figura 6.2



## SISTEMA DE HIDRANTES Y MANGUERAS

### INSPECCIÓN ANUAL Y MANTENIMIENTO

FECHA \_\_\_\_\_

INSPECTOR \_\_\_\_\_

**INSPECCIÓN VISUAL DE LA LÍNEA SECA.** Inspeccione visualmente toda la tubería dañada y corroída. Si la tubería está en buenas condiciones, anote "OK" en el reporte. Si no, vea que las correcciones sean hechas y describa brevemente las acciones a tomar.

**CHEQUEO DE BOQUILLAS.** Abra y cierre todas las boquillas para asegurarse que es de fácil operación. Lubrique con grafito si es necesario. Si las boquillas están en buenas condiciones, anote "OK" en el reporte. Si no, vea que las correcciones sean hechas y describa brevemente las acciones a tomar.

**ESTANTE DE LUBRICANTE SWING-OUT.** Lubrique el estante de lubricante swing-out para asegurar su apropiada operación. Registre "OK" en el reporte si no se encuentran problemas.

COMENTARIOS

Figura 6.4

## BOMBAS CONTRA INCENDIO

INSPECCIÓN MENSUAL      SI= SATISFACTORIO  
NO= INSATISFACTORIO

FECHA	INSPECTOR	REGISTRO PRESIÓN DE SUCCIÓN (psi)	REGISTRO DE LA PRESIÓN DE DESCARGA (psi)	LAS LUCES DEL CONTROL INDICADOR ESTAN EN OPERACIÓN "AUTOMÁTICA"	TODAS LAS VALVULAS EN EL SUMINISTRO Y DESCARGA DE LA LINEA ESTAN ABIERTAS														

COMENTARIOS:

Figura 6.5



**BOMBAS CONTRA INCENDIO**  
**MANTENIMIENTO ANUAL**

SI= SATISFACTORIO

FECHA

NO= NO SATISFACTORIO

INSPECTOR

	SI	NO
PRUEBA DE EJECUCIÓN DEL CONDUCTO DE LA BOMBA		
CHECAR LA ADECUADA OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE FLUJO DE AGUA		
CHECAR LA ADECUADA OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR DE ALARMA		
CHEQUE LA ADECUADA OPERACIÓN DE LAS VÁLVULAS		

COMENTARIOS

Figura 6.7

**BOMBAS CONTRA INCENDIO****PRUEBA ANUAL DE FUNCIONAMIENTO.**

FECHA

NOMBRE DEL FABRICANTE

DIRECCIÓN

NUMERO DE PRUEBA	1	2	3	4	5	6	7
PORCENTAJE APROXIMADO DEL REGISTRO DE LA BOMBA A LA DESCARGA (gpm)	0	25%	50%	75%	100%	125%	150%
MEDIDA DE LA BOQUILLA (plg)	SIN FLUJO						
PRESIÓN PILOTO (psi)	NADA						
FLUJO (gpm)	NADA						
SUCCIÓN DE LA BOMBA (psi)							
DESCARGA DE LA BOMBA (psi)							
CABEZAL NETO DE SUCCIÓN POSITIVA (PRESIÓN DE DESCARGA MENOS PRESIÓN DE SUCCIÓN)							
VELOCIDAD DE LA BOMBA (rpm)							

COMENTARIOS

Figura 6.8

**BOMBAS CONTRAINCENDIO**

**REGISTRO FLUJO vs. PRESIÓN**

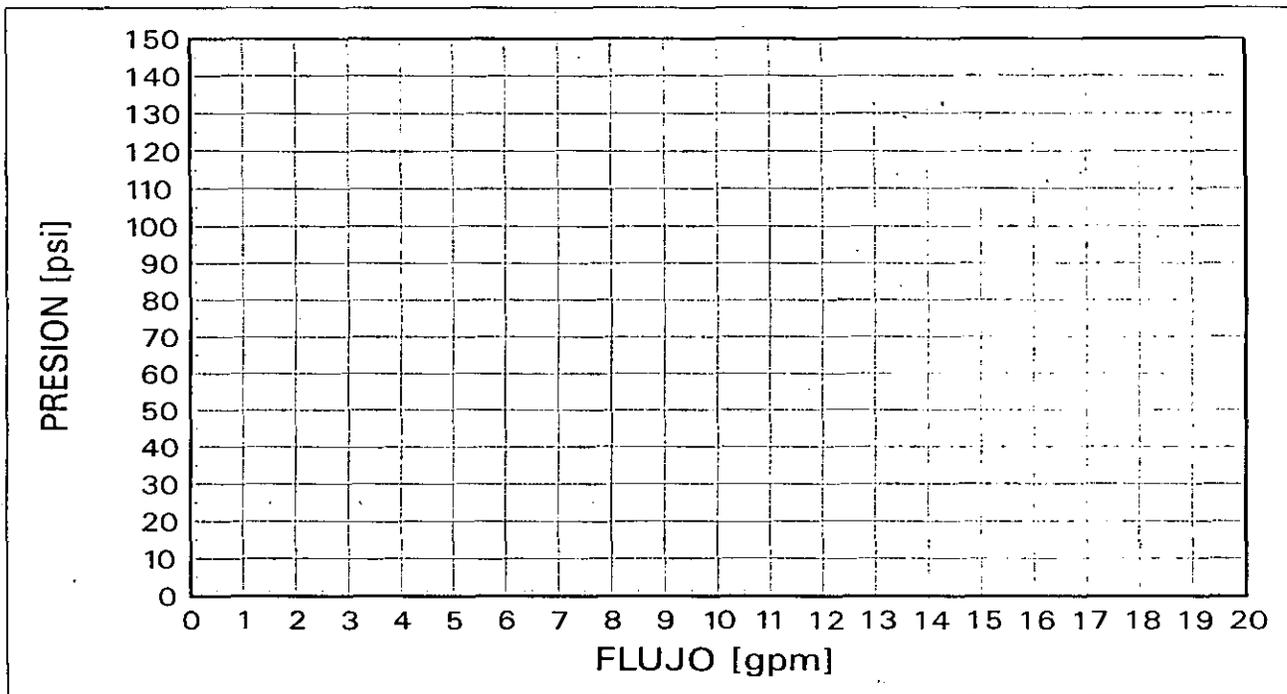


Figura 6.9

## CAPITULO VII

### COSTOS DE IMPLEMENTACION

#### *COSTO DE IMPLEMENTACIÓN*

En el presente capítulo se pretende informar lo más exactamente posible el costo de implementación de un proyecto de este tipo. Se dice lo más exactamente posible, por que no deja de ser un estimado basado en cotizaciones e investigaciones.

Por razones de fluctuación del peso, todos los valores se dan en dólares.

#### 7.1 PARTIDAS CONSIDERADAS

##### 7.1.1 APROVISIONAMIENTO DE AGUA

Los aprovisionamientos de agua deberán ser de uso exclusivo contra incendio con volumen de 91m<sup>3</sup>

##### 7.1.2 EQUIPO DE BOMBEO.

De acuerdo con el diseño de este sistema, dichos equipos deberán ser capaces de proporcionar un gasto de 379 l/min., dos mangueras abiertas, con una presión mínima en el último hidrante de 7 kg/cm<sup>2</sup>.

#### *MOTOBOMBA MANTENEDORA DE PRESIÓN*

A fin de evitar el golpe de ariete, se instalará una bomba con motor eléctrico de 2.0 HP para mantener presurizada la red.

##### 7.1.3 TABLERO DE CONTROL PARA EQUIPOS DE BOMBEO.

La motobomba eléctrica principal funcionará automáticamente por medio de un equipo de control eléctrico, de haber demanda de agua en la red y se desconectará también automáticamente al faltar el agua de la cisterna.

La motobomba de emergencia contará con un tablero de control independiente que le permitirá entrar en operación automáticamente al existir una demanda de agua en la red y no contar con el suministro de energía eléctrica, condición que puede presentarse en caso de incendio.

#### 7.1.4 INSTALACIÓN HIDRAULICA DE BOMBAS.

Se llevará a cabo de acuerdo a normas de ingeniería hidráulica y contra incendio NFPA.

#### 7.1.13 COTIZACIÓN.

##### *EQUIPO DE BOMBEO.*

- 01 Motobomba con motor eléctrico de 70 HP. equipada con control eléctrico automático.
- 01 Tablero de control para automatización de la motobomba principal.
- 01 Motobomba mantenedora de presión 1.5 HP
- 01 Tablero de control para automatización.
- 01 Motobomba de emergencia con motor de gasolina (V.W.)
- 01 Tablero de control para automatización.
- 1 Lote de material y mano de obra para instalación eléctrica.
- 1 Lote de material y mano de obra para instalación hidráulica.

**PRECIO DEL EQUIPO DE BOMBEO INSTALADO: \$21,000 USD.**

##### *MATERIALES*

- 01 Suministro e instalación de tuberías negras, soldables cédula 40, tees, codos, reducciones, válvulas seccionadoras, pinturas, bridas, manómetros, materiales misceláneos y en general todo lo necesario para la instalación del sistema.

Precio: \$18,000 USD

- 01 Toma siamesa pulida y cromada.

Precio: \$73 USD

- 14 Hidrante de 1 ½"

Precio \$4,490 USD

Ingeniería, supervisión, pruebas y puesta en marcha del sistema.

Precio: \$1,000 USD

GRAN TOTAL: \$ 22,563.00 USD

IVA \$ 3,384.45

TOTAL \$ 25,947.45

#### 7.2 COSTO DE ALARMAS, DETECTORES Y ESTACIONES MANUALES.

Proyecto: Sistema de estaciones Manuales "Tipo Inteligente" con sonido de alarma por zona y alarma general para evacuación.

*Diseño del sistema y aplicación de Equipos:*

A cargo de personal calificado.

*Supervisión, conexionado y puesta en marcha:*

Un técnico residente estará a cargo de la supervisión de la obra y aprobación de la instalación.

Conexionado y puesta en marcha estará a cargo de un Ingeniero Electrónico.

*Objetivo del sistema:*

- a) Señalizar el panel de control instalado, la ubicación exacta y tipo de dispositivo operado (Señalización punto por punto)
- b) Alertar al personal y brigada por medio de dispositivos de alarma.

## 7.2.2 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS COMPUESTOS.

### 7.2.2.1 PANEL DE CONTROL.

*GENERALIDADES.*

El Firequest Plus es un control de alarma inteligente contra incendios direccionable con una capacidad hasta de 1980 puntos individualmente identificados y controlados, por el Loop Control Module (LCM)

El diseño del hardware modular y la programación sin necesidad de una PC permite al usuario configurar fácilmente al "Firequest Plus" en el campo con el objeto de satisfacer los requerimientos exactos de la propiedad protegida.

Los detectores direccionales/Inteligentes ayudan a los bomberos a localizar rápidamente un incendio durante las etapas iniciales.

*CARACTERÍSTICAS.*

- Capacidad del sistema grande: 990 detectores Inteligentes mas 490 módulos de monitoreo y 500 módulos de control.
- Detectores Inteligentes (Analogicos): Ionización, fotoeléctricos y calor.
- Módulos de iniciación direccionables para monitorear contactos normalmente abiertos.
- Módulos de relevador de contacto seco direccionables y módulos indicadores del circuito del dispositivo.
- Loops (Circuitos) Múltiples de comunicación de dos hilos, cada uno admite hasta 99 detectores inteligentes y módulos del sistema. Estilo 4 o estilo 6 de NFPA
- Diseño de hardware modular con regleta de conexiones enchufable.

- Totalmente programable y configurable en el campo, no se requiere habilidades de programación de computo, ni utilizar una PC.
- Selección de rastreo/seguro.
- Desenergizar/Energizar por dispositivo direccionable.
- Detección de falla del aterrizaje (Conexión a Tierra)
- Suministro de energía integral de alta frecuencia con regulación conmutada, cargador con doble velocidad y opción de medidor.
- Display de 4 dígitos numéricos y 8 dígitos alfanuméricos.
- Opciones de impresora múltiple remota.
- Interfases para sistemas grandes múltiples.
- Sistemas de Control de anunciador remoto.
- Sistemas múltiples de alarma con voz.

El Firequest Plus puede configurarse de acuerdo a las necesidades para satisfacer los requerimientos de una instalación específica. El tamaño del sistema se define por el número de tarjetas de interfase del loop que se empleen.

LCM: La tarjeta de Intefase del loop (LCM) se comunica hasta con 99 detectores Inteligentes y 99 módulos direccionables.

Toda la energía de operación así como la comunicación de datos bidireccionales de alta velocidad se hacen a través de alambre en pares llamados loop (Circuito o Bucle)

El suministro principal de energía (MPS) se monta en la parte inferior del gabinete y proporciona la siguientes capacidades:

- Energía regularizada del sistema (24 VDC y 5 VDC) adecuada para el panel.
- Energía regulada que puede volverse a restaurar para detectores.
- Cargador de batería de doble régimen (Velocidad) para baterías de celdas de gel (Hasta de 25AH) y celdas de níquel-cadmio.

#### 7.2.2.2 SONIDO POR ZONAS Y ALARMA GENERAL.

La planta se ha dividido en 4 diferentes zonas para fines de alarma con objeto de no provocar pánico a toda la población por pequeños conatos de fácil control.

Sin embargo, el panel esta equipado con la electrónica necesaria para efectuar alarma general en caso necesario.

Las zonas programadas para el sonido, corresponden a las siguientes áreas:

Producción	1 zona independiente
Almacén	1 zona independiente
Oficinas P.B.	1 zona independiente
Oficinas P.A.	1 zona independiente

### 7.2.3 ESTACIÓN MANUAL DIRECCIONABLE.

#### *GENERALIDADES*

Es una estación manual direccionable de doble acción. Se usa con el panel "Firequest Plus".

#### *APLICACIONES*

Se usa para proporcionar medios convenientes para iniciar manualmente una alarma contra incendios.

#### *OPERACIÓN.*

Al jalar la manija hacia abajo causa que se trabe en la posición hacia abajo. La manija se restaura manualmente utilizando una llave mecánica que permite que la parte superior de la caja gire sobre el pivote hacia delante y la manija con resorte regresara a su posición normal y se le asegurará con llave.

Cada estación manual, manejada desde el panel de control, envía datos al panel representando el estado del interruptor manual. Cada estación manual tiene un par de interruptores decimales giratorios para permitir instalar dos dígitos de dirección. También almacena un código interno de identificación que usa el panel de control para identificarlo como una estación manual de alarmas. Se proporciona un LED interno que centellea bajo condiciones normales indicando que la estación manual es operacional y esta en comunicación normal con el panel de control. El panel de control coloca en iluminación constante al LED indicando que se ha detectado una condición de alarma.

### 7.2.4 ALARMA CON LUZ ESTROBOSCOPICA.

- a) Son dispositivos electrónicos de seguridad utilizados para proporcionar alarma en forma visual y sonora.
- b) Su funcionamiento depende exclusivamente del panel de control que les envía la orden de operación por lo que en caso de emergencia funcionara siempre que una estación manual haya sido accionada.
- c) La estroboscopia es el efecto oscilatorio de la luz y se recomienda en seguridad para que de aviso de alarma en áreas de mucho ruido donde el sonido de la alarma es difícil de escuchar o previniendo descompostura de alarma por lo cual esta no sea escuchada en caso de incendio.

### 7.2.6 RESUMEN DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.

- Las estaciones manuales reportarán al panel cualquier condición de alarma o falla, punto por punto.
- Se activarán las alarmas de zona correspondiente.
- El vigilante podrá enviar a la brigada para que se dirijan al lugar exacto del dispositivo alarmado.

## **COTIZACIÓN**

**01 Panel de Control equipado con:**

- Voltímetro
- Amperímetro
- Módulo de Interfase Inteligente
- Módulo de control de alarmas.
- Módulo de relevadores
- Módulo de Monitoreo
- Gabinete para baterías.
- Dos baterías de 10 A.H.

**Precio \$2,163.00 USD**

**19 Estación Manual direccionable con caja trasera.**

**Precio \$1,957.00 USD**

**20 Alarma tipo zumbador con estrobo.**

**Precio \$1280.00 USD**

**04 Módulos de Monitoreo**

**Precio \$354.68**

**01 Modulo aislador**

**Precio \$75.37 USD**

**34 Cajas de registro**

**Precio \$226.10**

**Precio Equipos \$6,940.42 USD**

## **INSTALACIÓN:**

**01 Lote de material y mano de obra para la instalación, colocación de dispositivos y conexionado.**

**Precio \$7,312 USD**

**Ingeniería e Implementación Precio \$310 USD**

**Programación de dispositivos**

**Precio \$200 USD**

**Supervisión, Pruebas y puesta en marcha del sistema.**

**Precio \$500 USD**

**Capacitación y Entrega**

**Precio \$200 USD**

Planos Finales

Precio \$480 USD

GRAN TOTAL \$8,672.00 USD

IVA \$1,300.80 USD

TOTAL \$9,972.80 USD

7.3 CISTERNA.

Conc.	Descripción	Uni	Cant	Precio	Total
1	Demolición pavimento concreto a mano.	m <sup>2</sup>	74.75	5.00	373.75
2	Excavación a mano material "B" incluye: Atine de taludes y fondo volumen medido a banco.	m <sup>3</sup>	149.50	3.75	560.63
3	Carga y acarreo en camión de material producto de la escvación volumen medido sueldo a tiro libre	m <sup>3</sup>	149.50	4.86	726.57
4	Relleno compactado de fondo y cepas para recibir huecos de excavación, sin control de laboratorio con material seleccionado producto de excavación.	m <sup>3</sup>	118.88	4.17	495.73
					2,156.68

## CAPITULO VII

### CONCLUSIONES

Con el presente trabajo, se logró el diseño completo de una red de hidrantes típica para una Planta Alimenticia respetando las diferentes normas y estándares Nacionales e Internacionales, abarcando desde el levantamiento hasta diseño hidráulico y mecánico.

Podemos concluir que la Seguridad en una Empresa es lo más importante. El papel del Ingeniero Químico además de estar involucrado en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de una Planta Productiva, también es responsable de la seguridad de la misma. Dado el compromiso que existe con la sociedad de resguardar la seguridad de cada uno de sus integrantes, podemos decir que los objetivos de la presente tesis son útiles para todo aquel comprometido con la sociedad.

## BIBLIOGRAFIA:

-P. Nash & R.A. Young  
"Sistema de Rociadores Automáticos para la Protección contra Incendios".  
Ed. MAPFRE, Madrid 1978

-Lyons Paul Robert  
"Fire un America"  
NFPA Fire Service Editor, USA, 1976

-Valiente Antonio y Rudi Primo Stjvalet  
"El Ingeniero Químico ¿Qué hace?"  
Alhambra Mexicana, 1986

-Wayne G. Carson & Klinker Richard  
"Fire & Protection Systems"  
Inspection, Test & Maintenance Manual NFPA, USA, 1986

-NFPA  
"Fire Protection Handbook"  
17 th Ed. , USA, 1991

-Instituto Mexicano del Petroleo  
"Curso de Ingeniería Básica Tomo IV",  
Subdirección de desarrollo profesional, División editorial, México D.F.

-Kenneth Mc Naughton  
"Bombas Selección Uso y mantenimiento"  
Ed. Mc Graw Hill 1987

-Viejo Zubicara Manuel  
"Bombas Teoría, Diseño y Aplicaciones"  
Ed. Limusa, 1989

-CRANE  
"Flujo de Fluidos"  
Ed. Mc Graw Hill, México, 1987

-Fitzgerald Robert W.  
"Mecánica de Materiales"  
2a Ed. Fondo Educativo Interamericano, México 1984

-Perry & Chilton  
"Chemical Engineers' Handbook"  
Ed. Mc Graw Hill, 5<sup>th</sup> edición, México, 1973

-OSHA  
General Industry Standars  
Parte 1910.158

-NFPA Standars and Codes  
Panfleto 11 Foam Extinguishing Systems, USA, 1986

-NFPA Standars and Codes  
Panfleto 13 Installation of Sprinklers Systems, USA, 1986

-NFPA Standars and Codes  
Panfleto 14 Standpipe & Hose Systems, USA, 1986

-NFPA Standars and Codes  
Panfleto 16 Foam-Water Sprinkler and Apray Systems, USA, 1986

-NFPA Standars and Codes  
Panfleto 20 Centrifugal Fire Pumps, USA, 1986

-NFPA Standars and Codes  
Panfleto 72E Automatic Fire Detectors, USA, 1986

# ANEXO A1

## Red de Hidrantes de 1 1/2" Clase II



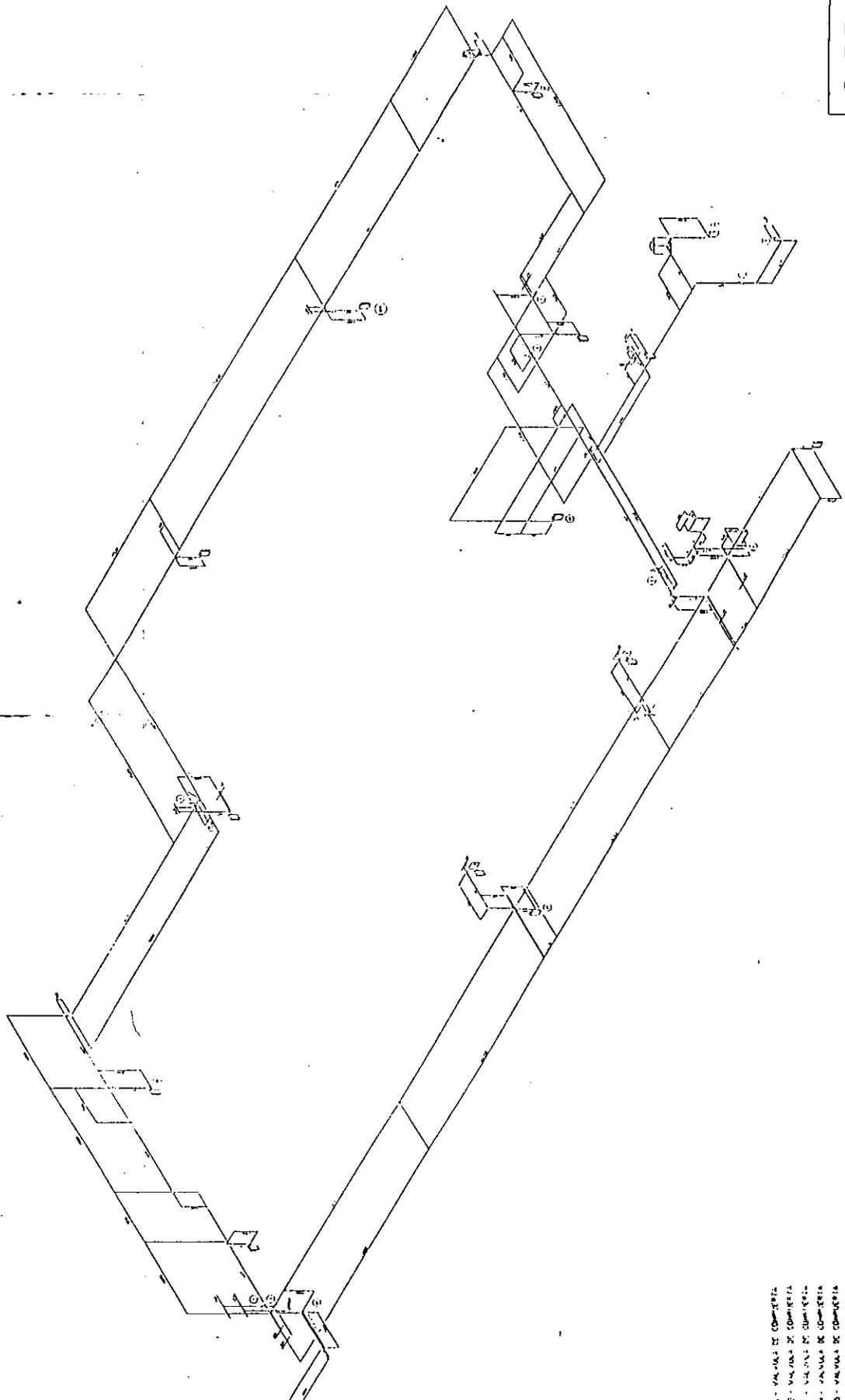
## ANEXO A2

### Sistema de Detección de Humo y Alarmas (Localización)



## ANEXO A3

### Isométrico Red de Hidrantes



# UNAM

Escuela	1113	Departamento	12
FES-COAHUILTEPEC			
ISOMÉTRICO			
RED DE HIDRANTES			
Proyecto	C-26	Hoja	18
Escala		1:100	
Fecha		1980	

- 1 - VALVULA DE CERRIERTA
- 2 - VALVULA DE CERRIERTA
- 3 - VALVULA DE CERRIERTA
- 4 - VALVULA DE CERRIERTA
- 5 - VALVULA DE CERRIERTA
- 6 - VALVULA DE CERRIERTA
- 7 - VALVULA DE CERRIERTA
- 8 - VALVULA DE CERRIERTA
- 9 - VALVULA DE CERRIERTA
- 10 - VALVULA DE CERRIERTA
- 11 - VALVULA DE CERRIERTA
- 12 - VALVULA DE CERRIERTA
- 13 - VALVULA DE CERRIERTA
- 14 - VALVULA DE CERRIERTA
- 15 - VALVULA DE CERRIERTA
- 16 - VALVULA DE CERRIERTA
- 17 - VALVULA DE CERRIERTA
- 18 - VALVULA DE CERRIERTA
- 19 - VALVULA DE CERRIERTA
- 20 - VALVULA DE CERRIERTA
- 21 - VALVULA DE CERRIERTA
- 22 - VALVULA DE CERRIERTA
- 23 - VALVULA DE CERRIERTA
- 24 - VALVULA DE CERRIERTA
- 25 - VALVULA DE CERRIERTA
- 26 - VALVULA DE CERRIERTA
- 27 - VALVULA DE CERRIERTA
- 28 - VALVULA DE CERRIERTA
- 29 - VALVULA DE CERRIERTA
- 30 - VALVULA DE CERRIERTA
- 31 - VALVULA DE CERRIERTA
- 32 - VALVULA DE CERRIERTA
- 33 - VALVULA DE CERRIERTA
- 34 - VALVULA DE CERRIERTA
- 35 - VALVULA DE CERRIERTA
- 36 - VALVULA DE CERRIERTA
- 37 - VALVULA DE CERRIERTA
- 38 - VALVULA DE CERRIERTA
- 39 - VALVULA DE CERRIERTA
- 40 - VALVULA DE CERRIERTA
- 41 - VALVULA DE CERRIERTA
- 42 - VALVULA DE CERRIERTA
- 43 - VALVULA DE CERRIERTA
- 44 - VALVULA DE CERRIERTA
- 45 - VALVULA DE CERRIERTA
- 46 - VALVULA DE CERRIERTA
- 47 - VALVULA DE CERRIERTA
- 48 - VALVULA DE CERRIERTA
- 49 - VALVULA DE CERRIERTA
- 50 - VALVULA DE CERRIERTA
- 51 - VALVULA DE CERRIERTA
- 52 - VALVULA DE CERRIERTA
- 53 - VALVULA DE CERRIERTA
- 54 - VALVULA DE CERRIERTA
- 55 - VALVULA DE CERRIERTA
- 56 - VALVULA DE CERRIERTA
- 57 - VALVULA DE CERRIERTA
- 58 - VALVULA DE CERRIERTA
- 59 - VALVULA DE CERRIERTA
- 60 - VALVULA DE CERRIERTA
- 61 - VALVULA DE CERRIERTA
- 62 - VALVULA DE CERRIERTA
- 63 - VALVULA DE CERRIERTA
- 64 - VALVULA DE CERRIERTA
- 65 - VALVULA DE CERRIERTA
- 66 - VALVULA DE CERRIERTA
- 67 - VALVULA DE CERRIERTA
- 68 - VALVULA DE CERRIERTA
- 69 - VALVULA DE CERRIERTA
- 70 - VALVULA DE CERRIERTA
- 71 - VALVULA DE CERRIERTA
- 72 - VALVULA DE CERRIERTA
- 73 - VALVULA DE CERRIERTA
- 74 - VALVULA DE CERRIERTA
- 75 - VALVULA DE CERRIERTA
- 76 - VALVULA DE CERRIERTA
- 77 - VALVULA DE CERRIERTA
- 78 - VALVULA DE CERRIERTA
- 79 - VALVULA DE CERRIERTA
- 80 - VALVULA DE CERRIERTA
- 81 - VALVULA DE CERRIERTA
- 82 - VALVULA DE CERRIERTA
- 83 - VALVULA DE CERRIERTA
- 84 - VALVULA DE CERRIERTA
- 85 - VALVULA DE CERRIERTA
- 86 - VALVULA DE CERRIERTA
- 87 - VALVULA DE CERRIERTA
- 88 - VALVULA DE CERRIERTA
- 89 - VALVULA DE CERRIERTA
- 90 - VALVULA DE CERRIERTA
- 91 - VALVULA DE CERRIERTA
- 92 - VALVULA DE CERRIERTA
- 93 - VALVULA DE CERRIERTA
- 94 - VALVULA DE CERRIERTA
- 95 - VALVULA DE CERRIERTA
- 96 - VALVULA DE CERRIERTA
- 97 - VALVULA DE CERRIERTA
- 98 - VALVULA DE CERRIERTA
- 99 - VALVULA DE CERRIERTA
- 100 - VALVULA DE CERRIERTA

## ANEXO A4

### Iteración y Curvas de la Bomba

THE DURIRON CO. INC.  
 DAYTON, OHIO  
 PUMSEL VERSION 4.2

PUM SELECTION FOR:  
 F.E.S. CUAUTITLAN UNAM

DATE: 5/6/1999

PUMP LINE:  
 MARK III (Open)  
 60 CYCLE

PUMP SERVICE:  
 AGUA

OPERATING CONDITIONS:  
 GPM = 400  
 TDH (FT) = 460  
 VISCOSITY (CENTIPOISE): =1  
 SPECIFIC GRAVITY: =1.00

PUMP	RPM	IMPELLER	HEAD (FT)	HP	END HP	NPSH (FT) REQUIRED	%EFF
2K3X2-13	3550	11	473	72	98	13.0	66
2K3X1-1/2-13	3550	11 1/8	464	80	92	17.2	59

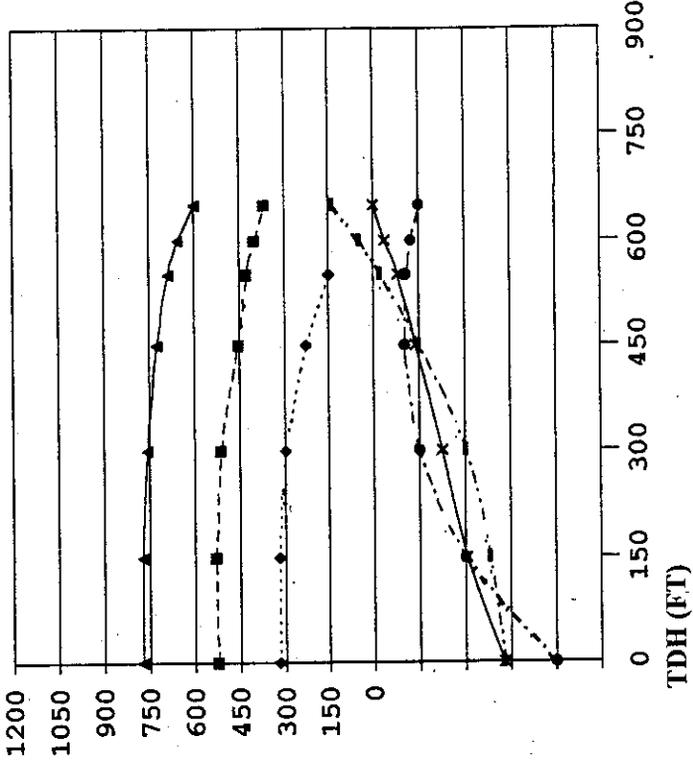
NOTE: Due to manufacturing variations, for guaranteed NPSHR values, a tolerance of 0.5 Ft. Should be added to PumpSel values. See PumpSel User's Guide for more details.

# PUMP CURVES FOR: FES CUAUTITLAN

SERVICE: AGUA

SELECTION:  
 MARK II  
 3X2-13  
 3550 RPM  
 1034"IMPELLER  
 OP. CONDITIONS;  
 FLOW: 400GPM  
 TDH: 460FT  
 S.G.: 1.00  
 VISC.: 1CP

●--- TDH 9"  
 ■--- TDH 11"  
 ▲--- TDH 13"  
 ×--- HP  
 ●--- EFF  
 - - - NPSH



%EFF	HP	TDH (FT)	NPSH
100.0			25.0
80.0			20.0
60.0	100.0		15.0
40.0	75.0		10.0
20.0	50.0		5.0
0.0	25.0		0.0

THE DURIRON CO. INC.  
DAYTON, OHIO  
PUMSEL VERSION 4.2

PUM SELECTION FOR:  
F.E.S. CUAUTITLAN UNAM

DATE: 5/6/1999

PUMP LINE:  
MARK II  
60 CYCLE

PUMP SERVICE:  
AGUA

OPERATING CONDITIONS:  
GPM = 400  
TDH(FT) = 460  
VISCOSITY (CENTIPOISE): =1  
SPECIFIC GRAVITY: =1.00

PUMP	RPM	IMPELLER	HEAD (FT)	HP	END HP	NPSH (FT) REQUIRED	%EFF
2X2-13	3550	10 3/4	465	70	89	12.6	67
2X1-1/2-13	3550	11 1/8	464	78	90	16.0	60

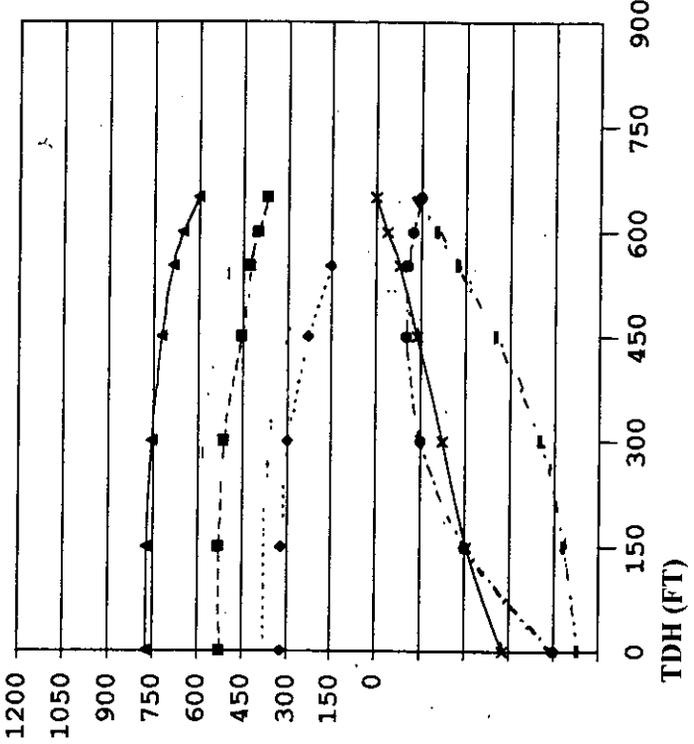
NOTE: Due to manufacturing variations, for guaranteed NPSHR values, a tolerance of 0.5 Ft. Should be added to PumpSel values. See PumpSel User's Guide for more details.

# PUMP CURVES FOR: FES CUAUTILAN

SERVICE: AGUA

SELECTION:
MARK II
3X2-13
3550 RPM
10 3/4" IMPELLER
OP. CONDITIONS:
FLOW: 400GPM
TDH: 460FT
S.G.: 1.00
VISC.: 1CP

◆ TDH 9"
■ TDH 10 3/4"
▲ TDH 13"
× HP
● EFF
▣ NPSH



25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0

100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0

%EFF

NPSH

TDH (FT)

HP