

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE QUIMICA

**Instalación de un Sistema Contra Incendios en  
una Planta Productora de Lámina Acrílica**

RICARDO CALDERON ESPEJEL

I N G E N I E R O Q U I M I C O

- 1977 -



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.

QUINTO



61  
Tesis 1977  
-N-  
VND  
D

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA

PRESIDENTE: RAMON VILCHIS ZIMBRON  
VOCAL: ALEJANDRO ANAYA DURAND  
SECRETARIO: LEOPOLDO RODRIGUEZ SANCHEZ  
1er. SUPLENTE: CUTBERTO RAMIREZ CASTILLO  
2do. SUPLENTE: ALFONSO MONDRAGON MEDINA

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

INDUSTRIAS RESISTOL, S.A.

SUSTENTANTE: RICARDO CALDERON ESPEJEL  
ASESOR DEL TEMA: LEOPOLDO RODRIGUEZ SANCHEZ

A mis padres

Carlos y Eva

## INDICE GENERAL

	PAGINA
INTRODUCCION	1
CAPITULO I GENERALIDADES	2
1.1 INTRODUCCION	2
1.2 NATURALEZA DEL FUEGO	2
1.3 CLASIFICACION DE FUEGOS	4
1.3.1 Fuegos clase "A"	4
1.3.2 Fuegos clase "B"	4
1.3.3 Fuegos clase "C"	4
1.3.4 Fuegos clase "D"	5
1.4 DEFINICIONES Y CONCEPTOS	5
1.4.1 Temperatura de inflamación	5
1.4.2 Temperatura de ignición o de autoignición	6
1.4.3 Densidad de vapor	6
1.4.4 Punto de fusión	6
1.4.5 Punto de ebullición	7
1.4.6 Intervalo de explosividad o límites de inflamabilidad	7
1.5 POLITICA DE SEGURIDAD	9
1.6 DETERMINACION DEL TIPO DE SISTEMA DE PROTECCION A INSTALAR	9

1.6.1	Efectividad	10
1.6.2	Agente extintor	10
1.6.3	Inversión inicial	10
1.6.4	Discusión	11
CAPITULO 2 REPORTE DE ALCANCE DE PROYECTO		12
2.1	INTRODUCCION	12
2.2	REPORTE DE ALCANCE DE PROYECTO	12
2.2.1	Título del proyecto	12
2.2.2	Objetivos del proyecto	12
2.2.3	Tono del proyecto	13
2.2.4	Fundamentos de Ingeniería para equipos e instalaciones	13
2.2.4.1	Tanque de almacenamiento de agua	15
2.2.4.2	Bomba eléctrica contra incendio	15
2.2.4.3	Bomba contra incendio con motor de combustión interna	16
2.2.4.4	Bomba presurizadora	16
2.2.4.5	Red del sistema	17
2.2.5	Edificios	18
2.2.6	Descripción de operación	18
2.2.7	Requerimientos de personal	19
2.2.8	Apariencia física	19
2.2.8.1	Equipos	19
2.2.8.2	Instalaciones	19

2.2.9	Expansiones futuras .	20
CAPITULO 3 INGENIERIA BASICA		21
3.1	INTRODUCCION	21
3.2	CONSIDERACIONES GENERALES	21
3.2.1	Determinación de riesgos	21
3.2.2	Determinación del gasto de agua para el sistema	22
3.2.3	Determinación del volumen de agua de almacenamiento	23
3.3	DISPOSICION DEL CIRCUITO CERRADO	24
3.4	TAMAÑO Y DISTRIBUCION DE HIDRANTES	24
3.4.1	El tamaño de los hidrantes	24
3.4.2	Distribución de hidrantes	26
3.5	CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCION	28
3.6	CALCULO DE LA CAPACIDAD DE LAS BOMBAS DEL SISTEMA	30
3.6.1	Cálculo de la cabeza total (CT) para las bombas principales	31
3.6.1.1	Cálculo de la CT para el área más crítica	32
3.6.1.2	Cálculo de la cabeza total para los dos hidrantes más alejados	38
3.6.2	Cálculo de la capacidad de los motores de las bombas principales del sistema	42



3.6.3	Cálculo de la capacidad de la bomba presurizadora	43
3.7	CALCULO DE LA CAPACIDAD DEL MOTOR DE LA BOMBA PRESURIZADORA	44
3.8	LISTA RESUMIDA DE EQUIPOS, INSTRUMENTOS, ACCESORIOS Y MATERIALES	44
3.8.1	Lista resumida de equipo	44
3.8.2	Lista resumida de instrumentos	46
3.8.3	Lista resumida de accesorios	48
3.8.4	Lista resumida de materiales	49
3.9	LOCALIZACION DE EQUIPO	51
3.10	RUTA CRITICA	56
3.10.1	Actividades	56
3.10.2	Secuenciación y tiempo de las actividades	56
3.10.3	Descripción de las actividades	56
3.10.4	Tiempo de las actividades	61
3.10.5	Diagrama de red y ruta crítica	61
3.10.6	Gráfica de Grantt	62
CAPITULO 4 EVALUACION ECONOMICA		66
4.1	INTRODUCCION	66
4.2	CONSIDERACIONES	66

4.3	PRESUPUESTO DE INVERSION	67
4.3.1	Capital: Equipos, Instrumentos, Accesorios y Materiales.	67
4.3.2	Capital: Mano de Obra para la instala- ción de los diversos componentes	71
4.3.3	Gastos	71
4.4	PRESUPUESTO DE COSTOS ANUALES	73
4.4.1	Presupuesto de costos fijos anuales	73
4.4.2	Presupuesto de costos variables anuales	74
4.5	FLUJO DE EFECTIVO	74
4.6	TASA INTERNA DE RETORNO	75
CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		79
5.1	CONCLUSIONES	79
5.2	RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFIA		81

## INTRODUCCION

Plastiglas de México, S.A. (PG.S.A.) ha sido una industria productora de lámina acrílica (polímero de metil-metacrilato) desde hace más de diez años. La planta cuenta con una póliza de seguros que cubre el costo de las instalaciones que se viesen afectadas en caso de incendio, pero no tiene un sistema de protección contra incendios, de acuerdo al riesgo de sus operaciones ya que cuenta tan sólo con unidades móviles de -- extinguidores y extinguidores portátiles.

La concientización de la necesidad de proporcionar mayor seguridad al personal e instalaciones conjuntamente con la creciente complejidad en la operación de los equipos de proceso; hacen necesaria la implementación de un sistema de protección más adecuado.

El objetivo del presente trabajo es proponer un sistema de protección contra incendios que satisfaga las necesidades específicas de la planta en cuestión, considerando las limitaciones de recursos de la misma.

## CAPITULO 1 GENERALIDADES

### 1.1 INTRODUCCION.

El fuego es un fenómeno natural que si bien ha servido al - hombre ayudándolo a establecer muchos de sus conocimientos y adelantos materiales, ha sido también en muchas ocasiones el causante de muertes y desastres cuantiosos. Debido a ésto ha sido necesario el estudio del fuego para conocerlo y poder así prevenir o minimizar los efectos dañinos que llega a causar.

Como un corolario de lo anterior se ha hecho indispensable - el establecimiento y conservación de organizaciones humanas y sistemas físicos para la prevención, protección y control de incendios.

### 1.2 NATURALEZA DEL FUEGO

Para generar un fuego es necesario reunir simultáneamente - combustible, comburente y calor en relaciones adecuadas y en cantidades suficientes para encender la primera capa molecular que rodea el combustible misma que encenderá las capas - subsecuentes con la energía liberada en la combustión inicial. Debido a lo anterior el fuego consta de cuatro elementos, que son:

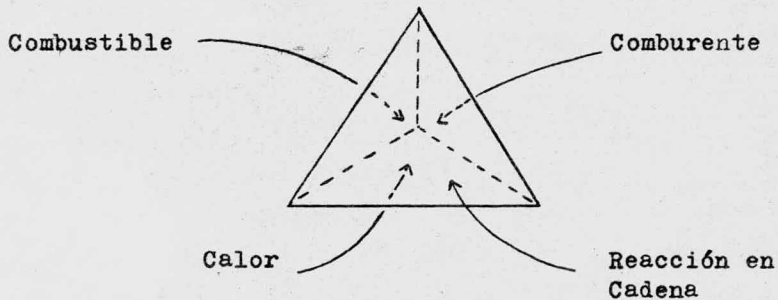
Combustible (un material oxidable)

Comburente (generalmente oxígeno del aire)

Calor (hasta alcanzar la temperatura de ignición)

Reacción en cadena (radicales libres de reacción)

Esto se puede representar como sigue:



Recientes investigaciones sobre la cinética y química de la combustión indican que la unión del comburente y el combustible no es un paso directo sino una serie de pasos en donde la reacción se lleva a efecto entre el comburente y los radicales libres, emitidos por el combustible caliente en el punto de ignición. Estos radicales libres, también dan lugar a las flamas y al desprendimiento de luz y calor.

Los métodos usuales de extinción recaen sobre el combustible, el comburente, el calor y los radicales libres de reacción ya que si alguno de estos cuatro elementos no está presente en la cantidad apropiada, el fuego se extinguirá, es decir, cuando un fuego ya se ha generado, basta alterar en cantidad apropiada a

alguno de los elementos que lo componen para lograr su extinción.

### 1.3 CLASIFICACION DE FUEGOS

#### 1.3.1 Fuegos clase "A"

Se llaman así a los fuegos que producen las materias carbonosas, tales como papel, madera, textiles, trapos y en general los combustibles ordinarios. Los efectos de extinción o enfriamiento son realizados principalmente por grandes cantidades de agua o soluciones que la contengan en mayor proporción, empleándose en algunos casos, espuma o polvo químico seco.

#### 1.3.2 Fuegos clase "B"

Son los que se llevan a cabo en aceites, grasas, solventes y en general en líquidos inflamables en donde el efecto de sofocar o "ahogar" es esencial para su extinción. Este efecto se logra cubriendo el área de fuego para privar al combustible del oxígeno que lo alimenta. Se usan comunmente los siguientes agentes extintores: bióxido de carbono, polvo químico seco (principalmente  $\text{NaHCO}_3$ ), espuma y agua, debiendo emplearse esta última en forma de rocío o niebla para alcanzar una mayor efectividad.

#### 1.3.3 Fuegos clase "C"

Son fuegos en materiales y equipo eléctrico en el que el uso de un agente extintor no conductor de la electricidad es de primordial importancia para su extinción.

Para combatir este tipo de fuego, se usa generalmente polvo químico seco.

#### 1.3.4 Fuegos clase "D"

Son los fuegos de metales combustibles como son el Litio, Magnesio, Titanio, Zinc, Sodio y Potasio.

La extinción de este tipo de fuego posee un problema especial y requiere de materiales y técnicas apropiadas para usarse en fuegos de metales, combustibles específicos.

Puesto que un mal manejo sobre este tipo de fuegos puede causar explosiones y extender el fuego fuera del área de conflagración, las instalaciones para el procesamiento de este tipo de metales deberán equiparse con materiales de extinción específicos, generalmente, polvo químico seco, tierra, grafito, etc.

### 1.4 DEFINICIONES Y CONCEPTOS

#### 1.4.1 Temperatura de inflamación

La temperatura de inflamación, es la temperatura más baja en la cual un líquido inflamable desprende una cantidad de vapores suficiente para que mezclados con el oxígeno del aire y en presencia de una flama o chispa éstos se inflamen. Cuando la temperatura de inflamación es menor o igual a  $93^{\circ}\text{C}$  las sustancias se denominan inflamables y si es mayor de  $93^{\circ}\text{C}$  se denominan combustibles.

La "National Fire Protection Association" (N.F.P.A.) ha agrupado a los líquidos inflamables en tres clases, de acuerdo a su temperatura de inflamación según muestra el cuadro No. --

#### 1.4.1-A

1.4.2 Temperatura de ignición o de autoignición. Esta es la temperatura en la cuál un material (sólido, líquido o gaseoso) arde y sostiene su autocombustión en la ausencia de una flama o chispa. Este valor puede ser influenciado por el tamaño, forma y material de la superficie caliente, la velocidad de calentamiento, etc.

#### 1.4.3 Densidad de vapor

Este valor expresa el cociente de la densidad de un vapor entre la densidad del aire. Muchos líquidos inflamables desprenden vapores más pesados que el aire mientras que otros desprenden vapores más ligeros que el mismo, debido a ésto habrá que diseñar la ventilación requerida para las partes altas o bajas de un local según el caso.

#### 1.4.4 Punto de fusión

Esta es la temperatura en la cuál las fases sólida y líquida de una substancia se encuentran en equilibrio.

Este valor también indica la temperatura en la que materiales inflamables en estado sólido a temperatura ambiente pueden convertirse en líquidos inflamables.



#### 1.4.5 Punto de ebullición

Esta es la temperatura en la que un líquido calentado en un recipiente abierto empieza a hervir. El punto de ebullición se puede tomar como un indicativo de la volatilidad de un líquido inflamable y éste en forma indirecta del peligro que involucra el empleo de éste.

#### 1.4.6 Intervalo de explosividad o límites de inflamabilidad

Estos valores expresados en porcentaje de volumen de vapores combustibles en aire es el intervalo de concentración dentro del cuál un vapor o un gas mezclado con aire se quema o arde cuando se inflama; éste es, si una mezcla dentro de sus límites de inflamabilidad se llega a inflamar, se llevará a efecto una propagación de la combustión. Este intervalo se indica con dos valores, límite inferior de explosividad y límite superior de explosividad y a menos que de otra forma se indique los valores serán a temperatura y presión normales.

CUADRO No. 1.4.1-A

LIQUIDOS INFLAMABLES

Clase I Temperatura de inflamación  $< 37.77^{\circ}\text{C}$

Clase II Temperatura de inflamación  $\geq 37.77^{\circ}\text{C}$  pero  $< 50^{\circ}\text{C}$

Clase III Temperatura de inflamación  $\geq 60^{\circ}\text{C}$

## 1.5 POLITICA DE SEGURIDAD

Plastiglas de México, S.A., ha venido operando sin contar con un sistema contra incendios, adecuado al riesgo que representa el funcionamiento de la misma ya que las unidades móviles - de extinguidores y los extinguidores portátiles que poseé, serían en la mayoría de los casos insuficientes para controlar o extinguir un fuego.

Los recientes cambios efectuados en la administración de la - compañía han llevado a la implantación de una "Política de Seguridad" acorde a los riesgos que representa la operación de - la planta.

La política de seguridad recién establecida, demostró que aunque el valor de las instalaciones estaba protegido por una póliza de seguros, el personal, la parte más importante de la - empresa no contaba con un sistema de protección contra incendios, que le brindara a éste y a su fuente de trabajo una mayor seguridad, debido a lo anterior se decidió realizar un es tudio tendiente a la instalación de un sistema de protección contra incendios para satisfacer los requerimientos marcados en la nueva política de seguridad, ésto es, brindar una protección adecuada al personal y a las instalaciones en caso de un incendio.

## 1.6 DETERMINACION DEL TIPO DE SISTEMA DE PROTECCION A INSTALAR.

### 1.6.1 Efectividad

Se instalará un sistema que sea seguro y efectivo para cualquier riesgo dentro de la planta. ✓

### 1.6.2 Agente extintor ✓

Se empleará el agua como agente extintor por ser capaz de controlar y extinguir cualquier tipo de fuego que en la planta - se pudiera generar, es decir, fuegos tipo "A", "B" y "C" +.

✓ Además el agua es el agente extintor más barato y que se puede almacenar y usar en grandes cantidades. El efecto de enfriamiento por medio de ésta es un método universal de extinción.

+Nota: Para emplear agua en fuegos tipo "C" es importante tomar en consideración ciertos factores como son: las distancias mínimas de seguridad que deben existir entre los chiflones y el equipo eléctrico en servicio para diferentes voltajes de operación, también considerar si la magnitud del incendio en equipo eléctrico y en los riesgos involucrados justifican el uso del agua como agente extintor, debido al daño que ésta -- causa a este tipo de equipo y evaluando si las consecuencias no llegan a ser mayores debido al empleo de la misma. Se recomienda tener extinguidores portátiles de CO<sub>2</sub> cerca de equipos eléctricos, críticos por su operación y costo.

### 1.6.3 Inversión inicial

Se instalará el sistema de protección que cubriendo los incisos anteriores genere la menor inversión inicial y cuyo mante-

nimiento y costo de operación sean lo menor posible.

#### 1.6.4 Discusión

Hay que considerar que varios sistemas o la conjugación de éstos pueden cubrir el inciso 1.6.1, siempre y cuando dichos sistemas sean bien determinados y seleccionados, por ejemplo, sistemas automáticos de rociadores, sistemas de hidrantes y mangueras, sistemas de estuma, sistemas de CO<sub>2</sub>, sistemas de agentes halogenados, etc.

Algunos de los agentes extintores que emplean los sistemas anteriores no satisfacen el inciso 1.6.2, quedando aquellos que usan solamente agua como agente extintor, es decir, sistemas de hidrantes y mangueras.

De estos dos sistemas el que cumple con el inciso 1.6.3; es el sistema constituido por hidrantes y mangueras ya que un sistema automático de rociadores equivalente al anterior costaría de 6 a 8 veces más, lo cual es una diferencia considerable en la inversión inicial.

Tomando en cuenta todo lo anterior se decide instalar el sistema constituido por hidrantes y mangueras.

Hay que hacer notar que sólo un sistema de este tipo es capaz de obtener una reducción en la prima de seguros que se paga actualmente y por lo tanto dicho sistema es económicamente atractivo. Más adelante se analizará esto con mayor detalle.

## CAPITULO 2 REPORTE DE ALCANCE DE PROYECTO

### 2.1 INTRODUCCION

El reporte de alcance de proyecto (R.A.P.), tiene por objeto establecer un entendimiento común de los objetivos y tomo del proyecto, dar una definición fundamental de los elementos básicos de ingeniería C, incluir una descripción inicial de los equipos e instalaciones requeridas.

### 2.2 REPORTE DE ALCANCE DE PROYECTO

#### 2.2.1 Título del proyecto

Instalación de un sistema de protección contra incendios constituido por hidrantes y mangueras.

#### 2.2.2 Objetivos del proyecto

A - Proveer de un sistema contra incendios a base de hidrantes - y mangueras a la planta, a efecto de contar con una mayor protección para el personal e instalaciones.

B - Reducir en un 35% el costo anual de la prima de seguros que se paga actualmente.

C - Cumplir con el programa de ejecución del proyecto; éste registrará y controlará el avance del proyecto dentro del tiempo que se estime para cada una de las actividades que lo integren.

D - Cumplir con la estimación de costo que se apruebe para el proyecto.

### 2.2.3 Tono del proyecto

La importancia relativa entre los diferentes objetivos del - proyecto es como sigue:

Primero: Dar mayor protección al personal y a las instalaciones.

Segundo: Cumplir con la estimación de costo que se apruebe para el proyecto.

Tercero: Lograr la reducción del 35% sobre el costo anual de la prima de seguros.

Cuarto: Cumplir con el tiempo de ejecución del proyecto.

Debido a lo anterior el tomo del proyecto se definirá como de - mínimo costo ya que éste es más importante que el tiempo de eje-  
cución.

### 2.2.4 Fundamentos de Ingeniería para equipos e instalaciones

Los fundamentos de ingeniería tienen por objetivo hacer una des-  
cripción de los elementos que integran el sistema de protección,  
tratando de establecer las características principales de los -  
mismos. Sobre estos fundamentos, se elaborará la ingeniería bá-  
sica.

El desarrollo de los fundamentos de ingeniería considera las --  
instalaciones por proteger, desde los siguientes puntos de vis-  
ta:

A - Tamaño de las instalaciones

B - Complejidad del proceso

- C - Localización de áreas de riesgo.
- D - Condiciones generales del terreno.

El resultado obtenido de la revisión de los puntos anteriores, conducirá al establecimiento de las características del equipo de protección, tales como:

- Tipo
- Tamaño
- Funcionamiento
- Operación

En estos resultados es conveniente considerar las experiencias previas de diseño y operación con que cuenta la Compañía Aseguradora.

A - El proyecto desarrollará un sistema de protección para cubrir un área de aproximadamente 65000 m<sup>2</sup>.

B - Las instalaciones productivas manejan procesos cuya operación y control son fáciles de efectuar.

C - Las áreas de riesgo se encuentran distribuidas de tal manera que éstas difícilmente se pueden ver afectadas en forma simultánea.

D - El terreno en el cuál el proyecto se efectuará tiene una resistencia mecánica pobre.

Las características anteriores, las recomendaciones de la compañía aseguradora y la experiencia en el diseño y operación de



sistemas contra incendio, en instalaciones productivas similares, dan como resultado los fundamentos de ingeniería que a -- continuación presentan.

#### 2.2.4.1 Tanque de almacenamiento de agua.

El sistema contará con un tanque de piso, cilíndrico vertical, de techo cónico, construido en acero al carbón. Tendrá todas las boquillas necesarias para una buena operación e irá equipado con escaleras de acceso y barandal de protección para darle un mantenimiento adecuado.

Llevará también indicador de nivel para garantizar que siempre se tenga la cantidad de agua necesaria.

La alimentación de agua se hará interconectándose al ramal principal de agua de pozo existente e incluirá una válvula de flotador para reposición y cierre automáticos.

#### 2.2.4.2 Bomba eléctrica contra incendio.

El sistema contará con una bomba centrífuga horizontal contra incendio, acoplada a un motor eléctrico, capaz de proporcionar los requerimientos de gasto y presión necesarios, teniendo en cuenta los riesgos posibles de incendio.

Este equipo deberá incluir los accesorios indispensables para una operación y mantenimiento adecuados.

Además estará equipada con un sistema de arranque automático, por señal de baja presión en el sistema.

#### 2.2.4.3 Bomba contra incendio con motor de combustión interna.

Es imprescindible contar con un equipo de esta naturaleza para garantizar el funcionamiento del sistema de protección en caso de falla del suministro de energía eléctrica.

La bomba será igual a la anterior, debiendo cumplir con las mismas características de operación; pero su elemento motriz será un motor de combustión interna tipo Diesel.

Incluirá también los accesorios necesarios para una operación y mantenimiento adecuados.

El motor tendrá un tanque de almacenamiento de diesel para un funcionamiento de 8 horas continuas sin reposición de combustible.

Este equipo deberá integrarse a un sistema de arranque automático por señal de baja presión en el sistema.

#### 2.2.4.4 Bomba presurizadora.

Es necesaria una bomba presurizadora llamada comúnmente "Jockey" para reponer las pérdidas de presión debido a fugas en el sistema. Esto evitará que las bombas principales tengan que arrancar cada vez, en que por fugas, se deba compensar la pérdida de presión en el mismo; para lo cual no es conveniente el uso de las bombas principales por la naturaleza y tamaño de las mismas. La bomba presurizadora irá instalada con todos los accesorios

necesarios para una operación y mantenimiento adecuado.

Irá acoplada a un motor eléctrico y se le integrará, al igual que las bombas principales a un sistema de arranque automático por señal de baja presión en el sistema. ]

#### 2.2.4.5 Red del sistema

La red principal del sistema será un circuito cerrado que circunda las principales instalaciones de la planta. De ella se derivarán todos los ramales necesarios para brindar la protección adecuada al riesgo involucrado. Se estima que la red principal y los ramales secundarios para la instalación de hidrantes y monitores irán enterrados y los ramales para las estaciones de manguera (protección dentro de edificios), considerarán trayectorias aéreas.

La red principal contará con válvulas de corte, distribuidas estratégicamente, de tal manera que se puedan efectuar las reparaciones o mantenimiento indicados, sin que estas operaciones impliquen el poner fuera de servicio al sistema. También contará con una toma siamesa, colocada cerca de la entrada principal de la planta para facilitar la ayuda exterior en caso de no ser suficientes los recursos propios.

El sistema será provisto de una válvula de seguridad para prevenir sobre presiones del mismo.

## 2.2.5 Edificios.

Para la instalación de los equipos de bombeo y sus auxiliares se cuenta con la parte oeste del edificio de la caseta de compresores existente, misma que definirá el sitio para la instalación del tanque de almacenamiento de agua (ver plano N<sup>o</sup> 4)

## 2.2.6 Descripción de operación

Una vez instalados los equipos y listos para operar en posición de arranque de la siguiente forma:

Cuando uno de los hidrantes, monitores o estaciones de manguera sea abierto, la primera bomba en arrancar será la bomba "Jockey" siendo insuficiente su capacidad para mantener la presión al - - gasto de cualquiera de los elementos anteriores, arrancará la - bomba con motor eléctrico al detectar baja presión en el sistema. Esta deberá ser capaz de mantener la presión y el gasto de varios hidrantes simultáneamente.

En caso de falla de energía eléctrica la presión caerá lo suficiente para que arranque la bomba con motor de combustión, misma que también será capaz de alimentar varios hidrantes.

En el caso poco probable de tener un fuego generalizado sin falla de energía eléctrica, podrán trabajar las tres bombas en - operación simultánea.

Cuando se cierren los hidrantes y la presión en el sistema se restablezca la primera en parar será la bomba con motor de com

bustión interna, la segunda será la bomba eléctrica y la última será la bomba presurizadora.)

#### 2.2.7 Requerimientos de personal

Se integrará una brigada contra incendios con elementos del personal que labora en la planta. Este recibirá el entrenamiento necesario para el buen uso del sistema y así poder combatir un incendio en forma segura y eficiente.

#### 2.2.8 Apariencia física.

##### 2.2.8.1 Equipos

Todos los equipos irán pintados de una mano de esmalte primario y dos manos de esmalte final de color rojo para protegerlos contra la corrosión y diferenciarlos de los demás equipos de la planta, facilitando su identificación.

##### 2.2.8.2 Instalaciones

Las tuberías aéreas, los hidrantes, las estaciones manguera, los monitores y los gabinetes de manguera irán protegidos en la misma forma que los equipos.

El esmalte final deberá ser de color rojo para facilitar su identificación.

Las tuberías enterradas irán protegidas con un recubrimiento propio para tuberías enterradas, que las resguarden de la corrosión.

2.2.9 Expansiones futuras

[ El sistema será diseñado para poder proteger futuras expansiones de la planta actual, incrementando la red principal o adicionando ramales secundarios para los elementos adicionales. ]

## CAPITULO 3 INGENIERIA BASICA

### 3.1 INTRODUCCION

Los fundamentos de ingeniería, desarrollados en el capítulo anterior son esenciales para la elaboración de la ingeniería básica de este proyecto. Esta última deberá ser lo más completa - posible para obtener una estimación de costo real y además desarrollar una futura ingeniería de detalle sobre bases y definiciones más firmes.

### 3.2 CONSIDERACIONES GENERALES

#### 3.2.1 Determinación de riesgos.

Para la determinación de los mayores riesgos posibles en caso de un incendio, se visitaron las instalaciones de la planta elaborándose un plano general de ésta (ver plano No. 1). Sobre el plano general se analizaron y determinaron las áreas que presentan los mayores riesgos, considerando los siguientes aspectos:

- Peligrosidad en caso de incendio
- Tamaño del riesgo
- Localización del riesgo

Las áreas que de acuerdo a lo anterior presentan los mayores riesgos son las siguientes: (ver plano No.1).

- Tanque de monómero desinhíbido y torre de destilación.
- Almacén de solventes

- Tanque de almacenamiento de gas butano.
- Tanques de almacenamiento de monómero de metil-metacrilato -  
inhibido.
- Tanque de almacenamiento de Diesel
- Bodega de metil-metacrilato en tambores.

De las áreas anteriores por el tamaño del riesgo y la peligrosidad del material, el área que representa el mayor riesgo es la de tanques de almacenamiento de monómero de metil-metacrilato inhibido.

Es conveniente hacer notar que uno sólo de éstos tanques contiene mayor cantidad de combustible (50 toneladas) que la mayor de las áreas restantes. (tanque de monómero desinhibido y torre de destilación, 23 toneladas).

### 3.2.2 Determinación del gasto de agua para el sistema.

Para la determinación del gasto de agua se observaron las indicaciones del "Fire Protection Hand Book" de la National Fire Protection Association el cual establece que en áreas de almacenamiento de líquidos inflamables el flujo de agua mínimo recomendado para una adecuada protección contra incendio varía en el intervalo de 0.2-0.5 galones por minuto, por cada pie cuadrado de superficie en combustión.

Considerando la complejidad de los factores involucrados en el cálculo del gasto de agua para un material específico, como son



la determinación de la velocidad de combustión y las condiciones reales de un incendio, la ubicación precisa dentro del intervalo recomendado es sumamente difícil, razón por la que se adoptó el límite superior que, además proporciona un posible margen de seguridad al cálculo.

Como puede verse en el plano No. 1, el área de tanques de almacenamiento de monómero de metil-metacrilato (MMA) desinhibido, cuenta con un dique de contención con un área de espejo de 8 metros de ancho por 11.5 metros de largo, ésto es, 92 mt<sup>2</sup>. ( 990-pies<sup>2</sup>). El gasto de agua requerido será entonces:

$$Ga = \frac{0.5 \text{ gal}}{\text{min pie}^2} \times 990 \text{ pie}^2 = 495 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

$$\text{Tomándose } \frac{500 \text{ gal}}{\text{min}}$$

3.2.3 ( Determinación del volúmen de agua de almacenamiento. Para la determinación de la capacidad del tanque de almacenamiento de agua se hicieron las siguientes consideraciones.

- La planta fué calificada como de pequeña dentro de la industria química mexicana.
- La planta se encuentra ubicada dentro de un parque industrial en el cuál existe la posibilidad, de recibir ayuda de parte de empresas vecinas, en caso de suceder algún siniestro.

- Se cuenta con la posible asistencia del departamento de bomberos del municipio de Lerma ( 5 km. de distancia).

- Se tomó en cuenta el tamaño de las instalaciones contra incendio de otras empresas similares en capacidad y riesgos.

Sobre la base de las consideraciones anteriores se estima adecuado un volúmen de almacenamiento de agua equivalente a dos horas de suministro como mínimo, lo cual, es congruente con las indicaciones que el corredor de seguros hizo sobre este caso - particular a fin de superar el mínimo tiempo recomendado se es timó un 25% de duración adicional.

El volúmen de trabajo del tanque de almacenamiento será entonces.

$$V_t = 500 \frac{\text{Gal}}{\text{min}} \times 120 \text{ min} \times 1.25$$
$$= 75,000 \text{ Gal}$$

### 3.3 DISPOSICION DEL CIRCUITO CERRADO.

Se determinó la disposición del circuito cerrado buscando que los ramales secundarios que de ahí se conecten, lleguen en forma adecuada tanto a los puntos internos como externos de las instalaciones existentes. También se trazó de tal manera que a futuro se pueda ampliar para cubrir posibles expansiones en el terreno actual de la planta, ver plano No. 2.

### 3.4 TAMAÑO Y DISTRIBUCION DE HIDRANTES

3.4.1 El tamaño de los hidrantes se determinó tomando en cuen-

lo siguiente:

- Tamaño de la planta
- Personal disponible en la brigada contra incendios
- Cantidad de personal en el turno nocturno y su adiestramiento
- Recomendaciones del corredor de seguros.
- Otras instalaciones semejantes

Por lo anterior, se decidió instalar hidrantes de tamaño chico para todo el sistema, manejándose por consiguiente mangueras de 1.5 pulg. de diámetro y 30 mts. de longitud.

A continuación se dan las características que debe tener la red de hidrantes según muestra el "Reglamento de Descuentos por Protecciones contra Incendio". (1975) de la A.M.I.S., para este tipo de protección e hidrantes clasificados por la misma como de chicos para ese diámetro de manguera.

- Las válvulas de los hidrantes no deberán estar a una altura mayor de 1.6 mts. sobre el nivel de piso.
- Deberán de usarse chiflones tipo neblina con un diámetro de 1.5 pulg, para fuegos tipos "B" y "C".
- La presión dinámica en la descarga deberá tener un valor mínimo de 50 psig. (115.5 pie  $\frac{1b}{1b}$ ) para incendios clase "B" o "C"; esta presión debe obtenerse a través de dos mangueras acopladas con longitud máxima de 70 m.
- El volúmen de agua deberá ser suficiente para que los hidrantes

tes puedan simultáneamente descargar agua a la presión, con el volúmen y por el tiempo que exige este Reglamento; es decir, - por minuto y por hidrante una descarga de 43 galones.<sup>+</sup>

<sup>+</sup>Nota: Aquí se asumirá un gasto de 75  $\frac{\text{gal}}{\text{min}}$  por manguera, por - considerar que 43  $\frac{\text{gal}}{\text{min}}$  es un gasto muy pequeño para el tipo de riesgos involucrados, para el tamaño de la brigada que correspondería para un número de mangueras mayor y por experiencias en instalaciones similares.

#### 3.4.2 Distribución de hidrantes.

La distribución de los hidrantes se llevó a cabo como establece la A.M.I.S., esto es, de tal forma que éstos distribuidos - estratégicamente, protejan todas las instalaciones existentes. El área de cobertura que se asigna a cada hidrante es el área del círculo que describe la longitud de una manguera girándola alrededor del hidrante. Para hacer ésto hay que ver el tipo - de área que se pretende proteger, ésto es, exteriores e interiores de edificios y áreas abiertas. Lo anterior se hace sobre - un plano general de la planta hecho a escala. Para cubrir exteriores de edificios hay que tomar en cuenta los perímetros que describan estos, considerando el trayecto lógico que deberá recorrer una manguera para proteger el exterior de un edificio.- Ver plano No. 3, fig. A.

Para cubrir los interiores de edificios hay que tomar en cuenu

ta los diferentes accesos que tengan éstos, considerando el trayecto lógico que deberá recorrer una manguera que persiga dar desde el exterior, una protección a zonas interiores. Ver plano No. 3, fig. B.

Los interiores que por su tamaño o distribución no puedan ser cubiertos por hidrantes colocados fuera del edificio, serán protegidos por estaciones de manguera colocadas dentro de éste. Ver plano No. 3, fig. C.

Las áreas abiertas quedan protegidas si se hayan dentro del área del círculo que describe una manguera como antes se mencionó. Ver plano No. 3, fig. D

Hay que hacer notar que un hidrante puede brindar protección a diversas áreas dependiendo de su localización y que una misma área puede quedar protegida por más de un hidrante. Ver plano No. 3, fig. E y F, respectivamente.

Tomando en consideración lo anteriormente expuesto, la distribución de hidrantes resultante quedó como muestra el plano No. 4. Las áreas consideradas como de mayor peligrosidad fueron reforzadas en el suministro de agua de la siguiente manera:

El área de tanques de almacenamiento de M M A , que con la distribución de hidrantes quedó protegida por dos de ellos, fué dotada de un monitor capaz de manejar  $250 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$  a fin de cubrir el suministro requerido y por otra parte proporcionar un ele-

mento cuya operación permite un ataque rápido y eficiente.

En el área de tanque de monómero desinhibido y torre de destilación se consideró que la dotación de un monitor que reforzará al hidrante que quedó protegiéndola sería suficiente para cubrir la torre en su totalidad, sin embargo para cumplir con las disposiciones de la A.M.I.S., fué instalado un hidrante en el tercer nivel de la torre de destilación a fin de cubrir la parte superior de la misma.

Conviene anotar que en caso de incendio el hidrante elevado que daría inaccesible para su operación.

Las áreas restantes se consideraron suficientemente protegidas con la sola distribución de hidrantes.

### 3.5 CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCION

Según el manual de Flujo de Fluidos de CRANE CO., la velocidad para el agua bajo condiciones de servicio general se localiza en el intervalo de 4 a 10 pies por segundo.

Tomando el promedio de 7 pies por segundo como base inicial de cálculo la sección de flujo correspondiente para el circuito cerrado para manejar  $500 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$  será:

$$S = \frac{Ga}{V}$$

donde:  $S =$  Sección de flujo ( $\text{pie}^2$ )

$Ga =$  Gasto de agua ( $\text{gal}/\text{min}$ )

$V =$  Velocidad de flujo ( $\text{pie}/\text{seg}$ )

$$S = \frac{500 \frac{\text{gal}}{\text{min}}}{7 \frac{\text{pie}}{\text{seg}}} \times \frac{1 \text{ pie}^3}{7.48 \text{ gal}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} = 0.159 \text{ pie}^2$$

de donde:  $d = \frac{4S}{\pi}$

donde:  $d = \text{diámetro}$

$$d = \frac{4 \times 0.159 \text{ pie}^2}{3.1416} \times \frac{12 \text{ pulg}}{1 \text{ pie}} = 5.4 \text{ pulg} \times$$

De lo anterior, se selecciona un tubo de 6 pulg. de diámetro nominal.

Para los ramales secundarios que alimentan hidrantes manejando un gasto de 150  $\frac{\text{gal}}{\text{min}}$  tenemos:

$$S = \frac{150 \frac{\text{gal}}{\text{min}}}{7 \frac{\text{pie}}{\text{seg}}} \times \frac{1 \text{ pie}^3}{7.48 \text{ gal}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} = 0.048 \text{ pie}^2$$

de donde:  $d = \frac{4 \times 0.048 \text{ pie}^2}{3.1416} \times \frac{12 \text{ pulg}}{1 \text{ pie}} = 2.96 \text{ pulg.}$

Seleccionándose 3 pulg. de diámetro nominal.

Para los ramales secundarios que alimentan monitores manejando 250  $\frac{\text{gal}}{\text{min}}$  tenemos:

$$S = \frac{250 \frac{\text{gal}}{\text{min}}}{7 \frac{\text{pie}}{\text{seg}}} \times \frac{1 \text{ pie}^3}{7.48 \text{ gal}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} = 0.0796 \text{ pie}^2$$

de donde: 
$$d = \frac{4 \times 0.0796 \text{ pie}^2}{3.1416} \times \frac{12 \text{ pulg.}}{1 \text{ pie}} = 3.82 \text{ pulg.}$$

Seleccionándose 4 pulg. de diámetro nominal

Dado que la tubería de descarga de la bomba será de 6 pulg. - de diámetro nominal, la tubería de succión de la misma se supondrá de 8 pulg. de diámetro nominal respaldándose esto en - una práctica común de ingeniería.

### 3.6 CALCULO DE LA CAPACIDAD DE LAS BOMBAS DEL SISTEMA

El cálculo de las bombas principales para el sistema sólo involucrará el cálculo de la cabeza total de éstas, debido a que - el gasto por manejar bajo condiciones normales de operación ya ha sido especificado con anterioridad como de 500  $\frac{\text{gal}}{\text{min.}}$

Es conveniente hacer notar las características que según la - A.M.I.S. deberán tener las bombas principales del sistema - - ( bomba con motor eléctrico y bomba con motor de combustión - interna.)

- Poder rendir 150% de su capacidad normal al 65% de su presión normal.

- La presión a descarga cerrada no deberá exceder del 140% de - su presión normal

- De preferencia estar instalada con alimentación por presión; en caso de que sea de alimentación por succión, la altura de es ta succión no deberá exceder de 4.5 metros y además deberá es-- tar provista de una válvula de pie, (pichancha) y manera de ce-



bar la bomba automáticamente.

Como por condiciones de diseño las bombas principales son iguales, este cálculo servirá para ambas.

Para la bomba presurizadora se harán en su momento las consideraciones respectivas.

3.6.1 Cálculo de la cabeza total (CT) para las bombas principales. ✓

Este cálculo se hará considerando lo siguiente:

- Se calculará la CT en forma independiente para el área más crítica antes especificada (zona de tanques de almacenamiento de MMA) y los dos hidrantes más alejados según indica la A.M.I.S.

Se tomará entonces la CT resultante mayor, para determinar la CT de la bomba.

- No se considerará a la red principal del sistema como un circuito cerrado para que el cálculo quede protegido considerándose entonces que el gasto a manejar en cualquier de los casos a calcular recorra la ruta más crítica. Esto es debido a la posibilidad de que antes de un siniestro o durante éste la ruta menos crítica resulte bloqueada.

En caso de que esto último suceda en la ruta más crítica el sistema trabajará en mejores condiciones por haber menor caída de presión en ella.

### 3.6.1.1 Cálculo de la CT para el área más crítica.

Este cálculo se hará en base al plano No. 4 considerando que - en la salida de las mangueras a tratar la presión dinámica deberá ser de 115.5 pies  $\frac{\text{lb}}{\text{lb}}$ , con un gasto de 75  $\frac{\text{gal}}{\text{min}}$  en cada una de ellas, funcionando simultáneamente todos los dispositivos - que cubren el área (dos hidrantes con dos mangueras cada uno - y un monitor).

El monitor también deberá tener en la descarga una presión dinámica de 115.5 pies  $\frac{\text{lb}}{\text{lb}}$ , manejando un gasto de 200  $\frac{\text{gal}}{\text{min}}$

La forma en que los gastos se regulen será abriendo o cerrando los chiflones correspondientes, según se requiera, para que el sistema funcione en la forma más adecuada.

Para el cálculo de la CT se utilizará el teorema de Bernoulli, corregido, ésto es, para cuando se toman en cuenta las caídas de presión por fricciones en una tubería para unas condiciones dadas en los puntos 1 y 2, entonces:

$$Z_1 \frac{g}{gc} + \frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2gc} = Z_2 \frac{g}{gc} + \frac{P_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2gc} + \Delta P$$

donde:

Z = Altura al nivel de referencia (pies)

P = Presión estática ( $\frac{\text{lb}}{\text{pie}^2}$ )

$\rho$  = Densidad del fluido ( $\frac{\text{lb}}{\text{pie}^3}$ )

V = Velocidad del fluido (pie/seg)

G = Aceleración de la gravedad ( $\frac{\text{pie}}{\text{seg}^2}$ )

$g_c =$  Factor de conversión (pie-lb/ $\overline{\text{lb}}$  seg<sup>2</sup>)

$\Delta P =$  Pérdida de presión por fricciones (pie  $\frac{\overline{\text{lb}}}{\text{lb}}$ )

De aquí, que la cabeza total para este sistema sea:

$$CT = (Z_2 - Z_1) \frac{g}{g_c} + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g_c} + \Delta P_{1-2}$$

donde:

$CT =$  cabeza total de la bomba (pies  $\frac{\overline{\text{lb}}}{\text{lb}}$ );  $(Z_2 - Z_1) \frac{g}{g_c} =$   
diferencia de altura entre los puntos 1 y 2 (pies  $\frac{\overline{\text{lb}}}{\text{lb}}$ )

$\left(\frac{P_2 - P_1}{\rho}\right) =$  diferencia de presión estática entre los 19  
puntos 1 y 2 (pies  $\frac{\overline{\text{lb}}}{\text{lb}}$ )

$\left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g_c}\right) =$  diferencia de presión dinámica entre los -  
puntos 1 y 2 (pies  $\frac{\overline{\text{lb}}}{\text{lb}}$ )

$\Delta P_{1-2} =$  Suma de las caídas de presión por fricciones entre --  
los puntos 1 y 2 (pies  $\frac{\overline{\text{lb}}}{\text{lb}}$ )

Las condiciones para el punto 1 serán el nivel más bajo que pue  
da alcanzar el agua en el tanque de almacenamiento y el punto -  
2 será la descarga de cualesquiera de las mangueras.

La diferencia de alturas entre estos puntos será la altura a la  
que descarga la manguera, (3 pies aprox.) menos la altura míni  
ma que puede alcanzar el nivel del agua (1 pie), resultando una  
diferencia  $(Z_2 - Z_1) \frac{g}{g_c} = 2$  pie  $\frac{\overline{\text{lb}}}{\text{lb}}$

La diferencia de presión estática entre los puntos 1 y 2 será -  
de cero ya que el tanque es atmosférico y la manguera descarga

a la atmósfera, ésto es:

$$\frac{P_2 - P_1}{\gamma} = 0 \text{ pies } \frac{\gamma}{\gamma}$$

La velocidad del fluido en el punto 1 será despreciable debido a que el nivel del agua va bajando respecto al tiempo, de una manera muy lenta, tal que el valor de presión dinámica en el punto 1 es:  $\frac{v_1^2}{2gc} = 0 \text{ pies } \frac{\gamma}{\gamma}$

Dado que en el punto 2 la presión dinámica mínima debe ser de 115.5 pies  $\frac{\gamma}{\gamma}$  la diferencia de presión dinámica será:

$$\frac{v_2^2}{2gc} - \frac{v_1^2}{2gc} = 115.5 \text{ pies } \frac{\gamma}{\gamma}$$

El último término por calcular es el de las caídas de presión por fricciones. Las distancias y diámetros de la tubería se tomarán del plano No. 4.

Primero se calcularán las caídas de presión para la línea de succión de las bombas teniendo ésta un diámetro nominal de 8 pulg.

Concepto	No. (Unidad)	L. eq. (pies)	L.Tubería (pies)	L.eq.total (pies)
Entrada ordinaria.	1	30		30
Codo 45	4	10		40
Codo a 90 (radio largo)	1	14		14
"T" estandar de paso	1	14		14
Válvula de compuerta totalmente abierta.	2	4		8

L.Total= 132 pies

Tratándose de agua y suponiendo que la tubería sea de acero al carbón ced. 40 hará uso del manual CRAME, Co. para el cálculo de las caídas de presión correspondientes.

Para una tubería de 8 pulgadas de diámetro nominal manejando 500  $\frac{\text{gal}}{\text{min}}$  el  $\Delta P$  será de 0.507 pies  $\frac{\text{lb}}{\text{lb}}$  por 100 pies  $\Delta P_{\text{1-suc}}$   
 ción =  $0.507 \frac{\text{pies}}{100 \text{ pies}} \frac{\text{lb}}{\text{lb}} \times 132 \text{ pies} = 0.67 \text{ pies } \frac{\text{lb}}{\text{lb}}$

Ahora se calculará la  $\Delta P$  desde la descarga de la bomba hasta el primer punto de bifurcación "A" siguiendo la ruta más crítica (Ver plano No. 5)

Concepto	No. Unidad	L. eq. (pies)	L.eq.tubería (pies)	L.eq.total (pies)
Codo a 90 radio largo	1	11		11
"T" estandar salida lateral	2	32		32
Codo a 45	2	7.5		15
Codo a 90 estandar	3	16		48
"T" estandar de paso	12	11		132
Válvula de com puerta totalmente abierta.válvula de retención.	7 1	3.5 40		24.5 40
Tubería			341	341
			L.total	<u>643.5</u>

$\Delta P = 1.66 \text{ pies } \frac{\text{lb}}{\text{lb}}$  por 100 pies de longitud, entonces.

$$\Delta P \text{ descarga - A} = \frac{1.66 \text{ pies}}{100 \text{ pies}} \frac{\text{lb}}{\text{lb}} \times 643.5 \text{ pies}$$

452

$$= 10.68 \text{ pies } \frac{\text{lb}}{\text{lb}}$$

Ahora se calculará el  $\Delta P$  desde el punto A hasta el hidrante -

No. 1 manejando ésta línea 150  $\frac{\text{gal}}{\text{min}}$

Concepto	No. (Unidad)	L.eq. (pies)	L.tubería (pies)	L.eq.Total (pies)
"T" estandar salida lateral	1	16		16
Codo a 90 estandar	1	8		8
Tubería			41	41
			L.Total	65

$\Delta P = 5.17 \text{ pies } \frac{\text{lb}}{\text{lb}}$  por 100 pies de longitud, entonces:

$$\Delta P_{\text{A-hidrante No. 1}} = \frac{5.17 \text{ pies}}{100 \text{ pies}} \frac{\text{lb}}{\text{lb}} \times 65 \text{ pies}$$

$$= 3.36 \text{ pies } \frac{\text{lb}}{\text{lb}}$$

Ahora, por datos obtenidos del fabricante sabemos que para -  
mangueras de neopreno forradas de poliéster la  $\Delta P$  para mangueras de 1.5 pulg. de diámetro y 100 pies de longitud, con chiflón tipo neblina y manejando 75  $\frac{\text{gal}}{\text{min}}$  es de 45 pies  $\frac{\text{lb}}{\text{lb}}$

Como la AMIS establece que la presión dinámica a la descarga deberá ser de 115.5 pies para dos mangueras acopladas en serie, la  $\Delta P$  del hidrante a la descarga de las mangueras será como sigue:

Concepto	No. (Unidad)	L.eq. (pies)	L.eq. Total (pies)
Válvula de globo completamente - abierta.	1	45	<u>45</u>
		L.total	45

Si  $\Delta P = 27.72$  pies  $\frac{1b}{1b}$  por 100 pies de longitud entonces:

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{hidrante No.1}} &= \frac{27.72 \text{ pies } \frac{1b}{1b}}{100 \text{ pies}} \times 45 \text{ pies} + \Delta P \text{ de 2 man} \\ \text{descarga} & \hspace{15em} \text{gueras} \\ &= 12.47 \text{ pies } \frac{1b}{1b} + 2 \times 45 \text{ pies } \frac{1b}{1b} = 102 \text{ pies } \frac{1b}{1b} \end{aligned}$$

La suma de las caídas de presión para este ramal será:

$$\begin{aligned} \Delta P_{1-2} &= \Delta P_{1\text{-succión}} + \Delta P_{\text{descarga - A}} + \Delta P_{\text{A- Hi-}} \\ & \hspace{10em} \text{drante No.1} + \Delta P_{\text{hidrante No.1 -2}} \\ &= 0.67 + 10.68 + 3.36 + 102 \\ &= 116.71 \text{ pies } \frac{1b}{1b} \end{aligned}$$

Prosiguiendo en igual forma para el hidrante No. 2 y el monitor No. 1 se obtuvieron los resultados que muestra el cuadro No. - - 3.6.1.1 - A.

De aquí que para determinar la cabeza total de las bombas principales se considera la  $\Delta P$  por fricciones para el ramal del hi-

drante No. 1 por ser mayor, ésto es:

$$\begin{aligned}
 CT &= (Z_2 - Z_1) \frac{g}{gc} + \frac{(V_2^2 - V_1^2)}{agc} + \Delta P_{1-2}^{\text{hidrante No.1}} \\
 &= 2 \text{ pies } \frac{1b}{1b} + 115.5 \text{ pies } \frac{1b}{1b} + 116.71 \text{ pies } \frac{1b}{1b} \\
 &= 234.21 \text{ pies } \frac{1b}{1b}
 \end{aligned}$$

CUADRO No. 3.6.1.1-A

Elemento	Hidrante No. 1	Hidrante No. 2	Monitor No.3
$(Z_2 - Z_1) \frac{g}{gc}$	2	2	2
$\frac{(V_2^2 - V_1^2)}{2gc}$	115.5	115.5	115.5
$\Delta P$	116.71	116.02	16.62

Nota: Todas las unidades están en pie  $\frac{1b}{1b}$

3.6.1.2 Cálculo de la cabeza total para los dos hidrantes - más alejados.

Este cálculo se hará también con referencia al plano No. 4. - Así mismo aquí se tomará la ruta más crítica para el cálculo de la cabeza total.

Como las condiciones de  $Z \frac{g}{gc}$ ,  $-\frac{P}{\rho}$  y  $\frac{V^2}{2gc}$  para los puntos 1 y 2 son iguales que para los puntos 1 y 2 anteriores (3.6.1.1) só lo se calcularán las caídas de presión por fricciones.



La presión dinámica en la descarga de las mangueras será también de 115.5 pies  $\frac{1b}{1b}$  manejando 75  $\frac{gal}{min}$  cada una.

Para simplificar el cálculo y sabiendo que la AMIS solicita - las condiciones de descarga para los dos hidrantes más alejados descargando por una sola de sus boquillas, aquí se hará - el cálculo sólo para el hidrante más alejado pero descargando por sus dos boquillas, lo cual es una condición de operación - más crítica que la anterior y por otra parte simplifica dicho cálculo.

El hidrante más alejado resulta ser el hidrante No. 3 (ver plano No. 4).

La línea más crítica manejará por lo tanto 150  $\frac{gal}{min}$  (dos mangueras).

Como la línea de succión es la misma y las pérdidas por fricción para un gasto de 500 gal/min, son muy pequeñas, éstas, para 150 gal/min se pueden asumir despreciables.

De la línea de descarga hasta el punto D tendremos:

Concepto	No. (piezas)	L.eq. (pies)	L.tubería (pies)	L.eq.total (pies)
Codo a 90 radio largo	1	11		11
"T" estandar salida lateral	5	32		160
Codo a 45	2	7.5		15
Codo a 90 estandar	4	16		64

Concepto	No. (piezas)	L.eq. (pies)	L.tubería (pies)	L.eq.total (pies)
"T" estandar de paso	20	11		220
Válvula de com puerta total-- mente abierta.	8	3.5		28
Válvula de retención	1	40		40
Contracción su- bita d/D=1/2	1	6		6
Tubería			1925	1925
			L.total	2469

Si las pérdidas por fricción  $\Delta P$  son  $0.17 \frac{\text{pies}}{100 \text{pies}} \frac{\overline{\text{lb}}}{\text{lb}}$  se tendrá:

$$\Delta P_{\text{descarga-D}} = \Delta P \times L.\text{total} = \frac{0.17}{100} \times 2469 = 4.19 \text{ pies } \frac{\overline{\text{lb}}}{\text{lb}}$$

Ahora,  $\Delta P$  del punto D al hidrante No. 3

Concepto	No. (piezas)	L.eq. (pies)	L.tubería (pies)	L.eq.total (pies)
Codo a 90 estandar	1	8		8
Tubería			47	47
			L.total	55

Si las pérdidas por fricción  $\Delta P$  son igual  $\frac{5.17 \text{ pies}}{100 \text{ pies}} \frac{\overline{\text{lb}}}{\text{lb}}$  en-

tonces:

$$\Delta P_{\text{D-hidrante}} = \frac{5.17 \text{ pies}}{100 \text{ pies}} \frac{\overline{\text{lb}}}{\text{lb}} \times 55 \text{ pies} = 2.84 \text{ pies } \frac{\overline{\text{lb}}}{\text{lb}}$$

El  $\Delta P$  del hidrante No. 3 a la descarga será igual que el  $\Delta P$  de los hidrantes 1 y 2 es decir igual a 102 pies  $\frac{1b}{1b}$

De aquí que la caída de presión total para este ramal será igual a la suma de las caídas de presión parciales, esto es:

$$\begin{aligned} \Delta P_{1-2} \text{ hidrante No. 3} &= \Delta P_{\text{descarga-D}} + \Delta P_{\text{-hidrante No.3}} + \Delta P_{\text{hidrante No.3 --2'}} \\ &= 4.19 + 2.84 + 102.0 \\ &= 109.03 \text{ pies } \frac{1b}{1b} \end{aligned}$$

Entonces la cabeza total para los dos hidrantes más alejados será:

$$\begin{aligned} CT &= (Z_2 - Z_1) \frac{g}{gc} + \frac{(V_2^2 - V_1^2)}{2gc} + P_{1-2} \text{ hidrante No. 3} \\ &= 2 \text{ pies } \frac{1b}{1b} + 115.5 \text{ pies } \frac{1b}{1b} + 109.03 \text{ pies } \frac{1b}{1b} \\ &= 226.53 \text{ pies } \frac{1b}{1b} \end{aligned}$$

Comparando esto con la cabeza total resultante para el área crítica la cabeza total de la bomba será la mayor de éstas es decir la del hidrante No. 1 esto es:

$$CT = 234.21 \text{ pies } \frac{1b}{1b}$$

La capacidad de las bombas principales deberá de ser entonces como sigue:

	Descarga Cerrada	Condición Normal	Condición Máxima de gasto
Presión pies $\frac{1b}{1b}$	327.89	234.21	152.23

	Descarga Cerrada	Condición Normal	Condición Máxima de gasto
Gasto $\frac{\text{gal}}{\text{min}}$	0	500	750

3.6.2 Cálculo de la capacidad de los motores de las bombas principales del sistema

La potencia al freno se puede calcular de la siguiente fórmula:

$$b \text{ HP} = \frac{\text{HP}}{n_m}$$

donde:

bHP = Potencia al freno

HP = Potencia nominal

$n_m$  = eficiencia del motor

Por otra parte los HP para las condiciones normales de bombeo son:

$$\text{HP} = \frac{\text{GPM} \cdot \text{CT}}{3960 n_b}$$

donde:

GPM = galones por minuto

CT = cabeza total de la bomba (pies)

$n_b$  = eficiencia de la bomba

entonces:

$$b\text{HP} = \frac{\text{GPM} \times \text{CT}}{3960 \times n_t}$$

donde:  $n_t = n_m \times n_b$  (eficiencia combinada), para la bomba con motor eléctrico se tomará una eficiencia combinada de 0.7.

entonces:

$$\text{bHP} = \frac{500 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \times 234.21 \text{ pies} \frac{\text{lb}}{\text{lb}}}{3960 \times 0.7} = 42.24 \text{ HP}$$

de aquí se especificará el inmediato superior comercial, es -  
decir de 50 HP para la bomba con motor de combustión interna -  
se tomará una eficiencia combinada de 0.5 entonces:

$$\text{bHP} = \frac{500 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \times 234.21 \text{ pies} \frac{\text{lb}}{\text{lb}}}{3960 \times 0.5} = 59.14 \text{ HP}$$

por lo que se especificará un motor de 60 HP a 1760 r.p.m., -  
operando a 2600 m.s.m.m. y temperatura ambiente.

### 3.6.3 Cálculo de la capacidad de la bomba presurizadora

El Vol. 2, código No. 20, capítulo 2 Sección 2-4 del NEPA -  
(edición de 1975), establece que una bomba presurizadora debe-  
rá tener una capacidad mayor a las fugas que pudiese tener el  
sistema, debiendo tener una presión de descarga suficiente pa-  
ra mantener la presión deseada en el sistema de protección con-  
tra incendio.

Por experiencia en instalaciones similares referentes al tama-  
ño del sistema, se estima un gasto igual al 3% del gasto que -  
manejará cualquiera de las bombas principales en condiciones -  
normales de operación, esto es  $15 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$

La presión de operación de la bomba deberá ser un 20% mayor -  
que la presión de descarga de una de las bombas principales -

para mantener presurizado el sistema y tener un ámbito de operación que permita un funcionamiento adecuado para el sistema automático de arranque, es decir de:

$$232.71 \text{ pies } \frac{\overrightarrow{1b}}{\overleftarrow{1b}} \times 1.2 = 279.25 \text{ pies } \frac{\overrightarrow{1b}}{\overleftarrow{1b}}$$

### 3.7 CALCULO DE LA CAPACIDAD DEL MOTOR DE LA BOMBA PRESURIZADORA.

Para el motor de la bomba presurizadora supondremos una eficiencia, de 0.3 y las condiciones de operación normal esto es, manejando 15 GPM a 279.25 pies, entonces:

$$\text{bHP} = \frac{15 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \times 279.25 \text{ pies}}{3960 \times 0.3} = 3.52 \text{ HP}$$

de donde se especificará el inmediato superior es decir de 5 HP.

### 3.8 LISTA RESUMIDA DE EQUIPOS, INSTRUMENTOS, ACCESORIOS Y MATERIALES.

A continuación se presenta la lista resumida de los diferentes componentes del sistema con las características correspondientes.

Esta servirá para elaborar la estimación de costo de proyecto

#### 3.8.1 Lista resumida de equipo

CANTIDAD	EQUIPO	DESCRIPCION
1	Bomba contra incendio con motor eléctrico.	Bomba centrífuga horizontal con una capacidad de 500 gal/min a una presión de descarga de 233 -

CANTIDAD	EQUIPO	DESCRIPCION
		<p>pies <math>\overrightarrow{\text{lb}}/\text{lb}</math>. Irá acoplada directamente a un motor eléctrico, de 50HP y que trabajará a 1760 RPM, 440 volts 3f, 60Hz y a prueba de goteo.</p> <p>Irá montada en base estructural de acero al carbón.</p>
1	Bomba contra incendio con motor de combustión interna.	<p>Bomba centrífuga horizontal para trabajar a una capacidad de 500 gal/min y a una <u>presión de descarga</u> de 233 pies <math>\text{lb}/\text{lb}</math>.</p> <p>Irá acoplada directamente a un motor de combustión interna de 60HP a 1760 rpm y 2600 msnm., 4 tiempos, aspiración natural con un sistema de arranque por baterías, 24 volts, y con Diesel como combustible. Irá montada en base estructural de acero al carbón.</p>
1	Bomba presurizadora.	<p>Bomba centrífuga horizontal tipo turbina con una capacidad de 15 gal/min a una <u>presión de descarga</u> de 280 pies <math>\text{lb}/\text{lb}</math>.</p> <p>Irá acoplada directamente a un motor eléctrico de 5HP, con las siguientes características 1760 RPM, 440 volts, 3F, 60 Hz y a prueba de goteo. Irá montada en base estructural de acero al carbón.</p>
1	Tanque de almacenamiento de Diesel.	<p>Tanque cilíndrico vertical de acero al carbón de 1/8" de espesor con una capacidad de 80 gal. para 8 horas de trabajo continuo, sin reposición.</p>
1	Tanque de almacenamiento de agua	<p>Tanque cilíndrico vertical atmosférico de placa de acero al carbón de 1/4" de espesor, techo cónico a 10° con respecto a la horizontal. Tendrá una capacidad de trabajo de 75,000 gal. con un diámetro de 8.5 m por 5.2 m de altura.</p> <p>Llevará dos escaleras tipo marino,</p>

CANTIDAD	EQUIPO	DESCRIPCION
		barandal, venteo y entrada de - hombre, además de la alimenta-- ción, rebosadero, drenaje e indi-- cador de nivel.

### 3.8.2 Lista resumida de instrumentos

CANTIDAD	INSTRUMENTO	DESCRIPCION
1	Control automáti-- co para motor eléc-- trico principal	Gabinete autosoportado de lámina de acero rolado en frío conteniend-- do el presostato, el control de - tiempo y el arrancador magnético a pleno voltaje combinado con in-- terruptor termomagnético, llevand-- do frente muerto conteniendo, con mutador selectivo de operación -- automático-fuera-manual, luz pi-- loto indicadora de arrancador con-- nectado (motor arrancado) y de - llamada de arranque. Estación de botones arranque-paro y manómetro de 0-150 psig y gabinete NEMA 1 - para servicio en interior.
1	Control automáti-- co para motor de combustión in-- terna.	Gabinete autosoportado de lámina de acero rolado en frío conteniend-- do: control de arranque automáti-- co para motor de combustión inter-- na, con seis intentos de arranque por medio de corriente directa de 24 volts de doble banco de bate-- rías. Frente muerto integrado por alar-- ma visual y auditiva por falla de arranque, luces piloto para indi-- car, llamada de arranque, motor - arrancado, posición automática, - posición batería B. Botones para silenciar la alarma auditiva, pa-- ra arranque con batería A y arran-- que con batería B. Conmutador de - cinco posiciones: automático, prue-- ba, fuera, batería A y batería B.



CANTIDAD	INSTRUMENTO	DESCRIPCION
1	Control automático para el motor eléctrico de la bomba presurizadora.	Control automático con arrancador magnético a pleno voltaje en combinación con interruptor termomagnético. Estación de botones de arranque y paro y selector en posición - automático-fuera-manual, control de tiempo y presostato (Esto irá integrado al gabinete de control de la bomba eléctrica principal).
1	Válvula de alivio del sistema.	Válvula de alivio de 3/4 pulg. de diámetro de orificio ajustada para abrir a 140 psig. con interiores de acero inoxidable-316 y - cuerpo de acero al carbón.
1	Válvula de alivio de la bomba presurizadora.	Válvula de alivio de 1/2 pulg. de diámetro de orificio para abrir - a 130 psig. con interiores de <u>ace</u> ro inoxidable 316 y cuerpo de <u>ace</u> ro al carbón.
1	Indicador de nivel	Indicador de nivel tipo regleta - para una altura de 5m y calibración de la misma en cm.
3	Manómetro tipo - - Bourdon.	Indicador local con diámetro de - carátula de 4 pulg. en color <u>blan</u> co; elemento de bronce, entrada - de 1/4 pulg. y calibrado de 0 a - 150 psi.
1	Válvula de flotador.	Válvula de flotador de 4 pulg. de diámetro autooperada, tipo globo, cuerpo de fierro fundido con flotador de cobre de 8 pulg. de diámetro.

### 3.8.3 Lista resumida de accesorios

CANTIDAD	ACCESORIO	DESCRIPCION
24	Hidrante	Hidrante de banqueta de tubo de subida de 3 pulg. de diámetro con 2 salidas de 1 1/2 pulg. de diámetro cada una con válvulas de -- globo, tapones y cadenas.
3	Estación de -- manguera	Estación de manguera con válvula de globo angular y gabinete, man <u>guera</u> Parsch de neopreno y poliéster de 1 1/2 pulg de diámetro y 30 metros de longitud, llevarán -- chiflones tipo neblina en bronce de tres pasos de 1 1/2 pulg de -- diámetro.
48	Manguera	Tramo de manguera Parsch de neopreno y poliéster de un diámetro de 1 1/2 pulg y 30m de longitud. Llevará cople de 1 1/2 pulg de -- diámetro y chifón tipo neblina de tres pasos de 1 1/2 pulg. de diámetro.
48	Gabinete	Gabinete para sobreponer de 70 x 88 x 21 cm. de lámina. Llevará -- cuna integrales de 1 1/2 pulg. de ancho por 30 cm. de longitud y <u>lla</u> ve para ajustar coples.
2	Monitores	Monitor estacionario (tipo corazón) con brida de entrada de 4 -- pulg de diámetro y chiflones tipo neblina de tres pasos en material de bronce y de 2 1/2 pulg de diámetro.
1	Toma Siamesa	<del>Toma</del> Siamesa de placa redonda con dos salidas de 2 1/2 pulg de diámetro cada una y una salida de 4 pulg de diámetro. Llevará inscrita la palabra "Bomberos".

CANTIDAD	ACCESORIO	DESCRIPCION
10	Válvula de compuerta.	Válvula de compuerta de 6" de diámetro con poste indicador abierto-cerrado, disco de bronce y cuerpo de fierro fundido, para trabajar a 225 psi.
4	Válvula de compuerta.	Válvula de compuerta de 8 pulg. de diámetro, disco de bronce y cuerpo de fierro fundido para trabajar a 225 psi.
2	Válvula de compuerta.	Idem. que la anterior pero de 6 - pulg de diámetro.
2	Válvula de compuerta.	Idem. que la anterior pero de 4 - pulg de diámetro
1	Válvula de compuerta.	Idem. que la anterior pero de 3- pulg. de diámetro.
2	Válvula de retención.	Válvula de retención de 6 pulg de diámetro con disco de bronce y - cuerpo de fierro fundido para trabajar a 225 psi.
1	Válvula de retención.	Idem. que la anterior pero de 4 - pulg de diámetro.
1	Válvula de globo.	Válvula de globo de 1/2 pulg de - diámetro material de bronce y para trabajar a 225 psi.

#### 3.8.4 Lista resumida de materiales

CANTIDAD	MATERIAL	DESCRIPCION
22 mts.	Tubo	Tubo de acero al carbón cédula -- 40 de 8 pulg. de diámetro sin costura.
754 mts.	Tubo	Idem. que el anterior pero de 6 - pulg de diámetro.

CANTIDAD	MATERIAL	DESCRIPCION
27 mts.	Tubo	Tubo de acero al carbón, cédula - 40 de 4 pulg. de diámetro con costura.
430 mts.	Tubo	Idem. que el anterior pero de 3 - pulg. de diámetro.
88 mts.	Tubo	Idem que el anterior pero de 2 - pulg. de diámetro.
2	Tee	Tee soldable de acero al carbón - cédula 40 de 8 pulg. de diámetro.
3	Tee	Idem. que la anterior pero de 6 - pulg. de diámetro.
2	Codo	Codo soldable, radio largo a 90 - de 8 pulg. de diámetro de acero al carbón cédula 40.
2	Codo	Idem. que el anterior pero de 6 - pulg. de diámetro.
6	Codo	Codo soldable, a 90 de 6 pulg. de diámetro acero al carbón cédula - 40.
2	Codo	Idem. que el anterior pero de 4 - pulg. de diámetro.
24	Codo	Idem que el anterior pero de 3 pulgadas de diámetro.
13	Codo	Idem que el anterior pero de 2 -- pulg. de diámetro.
4	Codo	Codo a 45 , soldable de 8 pulg. de diámetro acero al carbón cédula 40.
2	Codo	Idem que el anterior pero de 6 pulg de diámetro.

CANTIDAD	MATERIAL	DESCRIPCION
6	Brida	Brida "Slip-on" de 8 pulg. de diámetro, acero al carbón, de 150 psi.
24	Brida	Idem que la anterior pero de 6 pulg. de diámetro.
4	Brida	Idem que la anterior pero de 4 pulg. de diámetro.
2	Brida	Idem que la anterior pero de 3 pulg. de diámetro.
2	Reducción	Reducción campana excéntrica de acero al carbón, cédula 40 de 8 x 5 - pulg. de diámetro.
2	Reducción	Reducción campana concéntrica de acero al carbón cédula 40 de 8 x 4 pulg. de diámetro.

### 3.9 LOCALIZACION DE EQUIPO

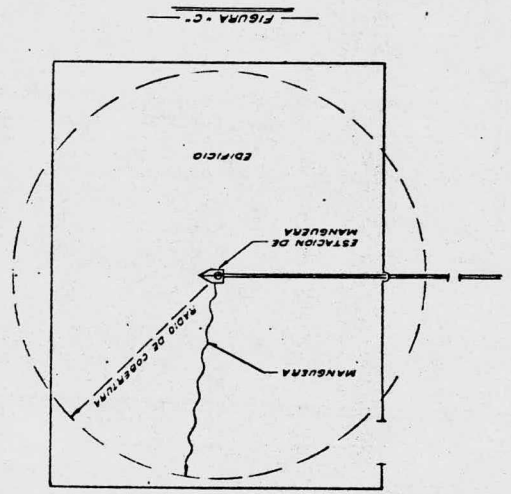
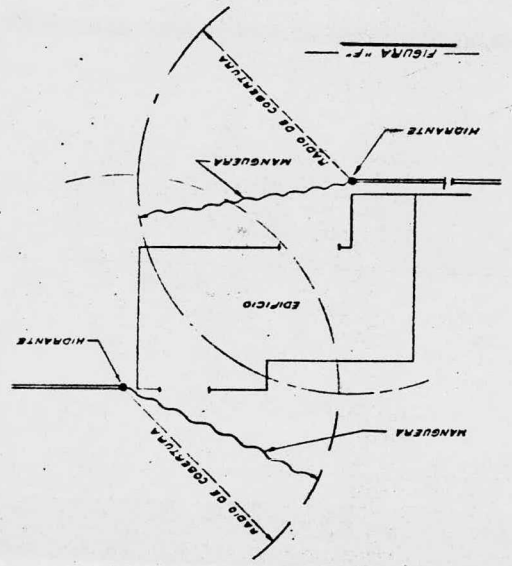
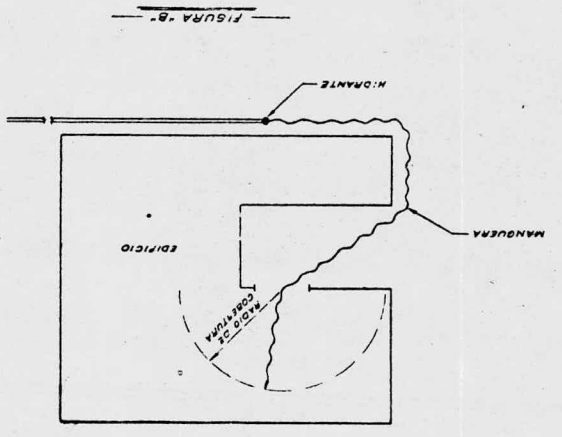
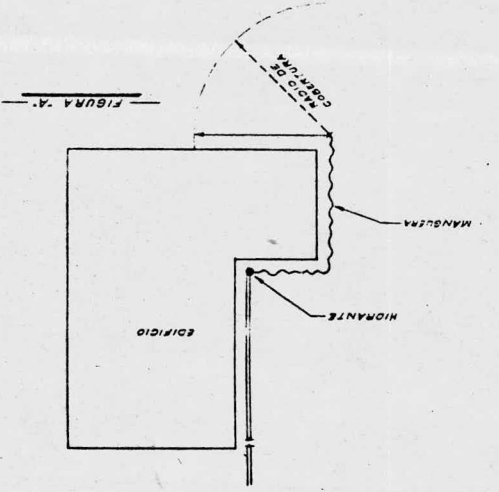
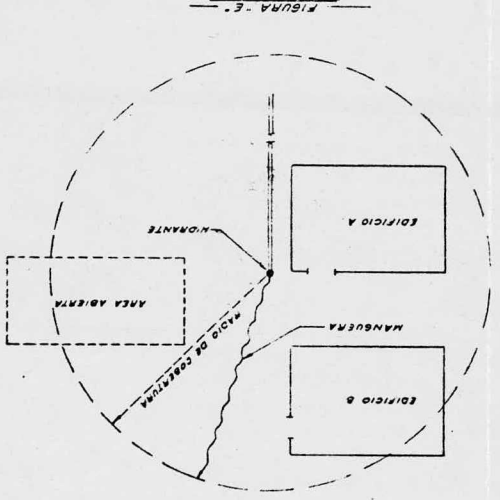
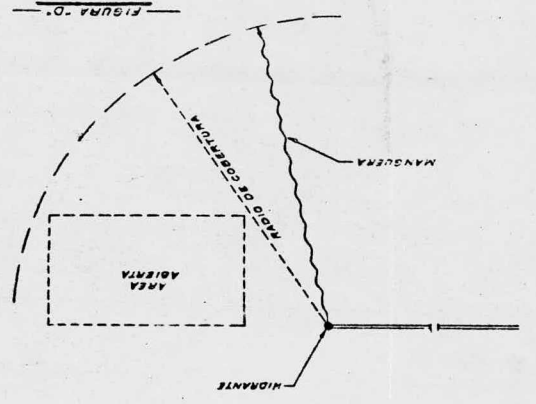
La localización de los equipos que componen el sistema se muestra en el plano No. 4. Esta se hizo tomando en cuenta el espacio disponible y el necesario para el equipo de acuerdo con su tamaño y necesidades para operación y mantenimiento.





COBERTURA DE HIDRANTES

PROYECTO: ACE  
 DISEÑO: NCE  
 ESCALA: 1/50  
 FECHA: 2/11







### 3.10 RUTA CRITICA

#### 3.10.1 Actividades

Para la realización de la instalación del sistema de protección, en caso de efectuarse, se listan en el CUADRO No. 3.10.1-A, las actividades que se incluirían en la ruta crítica correspondiente.

#### 3.10.2 Secuenciación y tiempo de las actividades

Las actividades involucradas para concretar el proyecto para la - instalación del sistema tendrán duración y secuencia según se señala en el CUADRO No. 3.10.2-A

#### 3.10.3 Descripción de las actividades

A - Contratación y elaboración de la ingeniería de detalle.

Pedir cotizaciones, comparar y contratar a la firma de ingeniería de detalle. Elaborar planos preliminares, especificaciones de - - equipo e instrumentos; aprobar planos y especificaciones para la construcción y/o compra correspondiente.

B - Autorización legal para iniciar la construcción.

Dar de alta ante las autoridades correspondientes la construcción e instalación del sistema:

a - La Autorización de los planos correspondientes del - sistema de protección: Ante la AMIS al través del co rredor de seguros.

b - Construcción de nuevas instalaciones: Ante la Dirección general de Obras Públicas del Edo. de México.

c - Demoliciones: Ante la Dirección general de Obras Públicas del Edo. de México.

d - Operación y funcionamiento: Ante la Junta local - correspondiente dependiente de la Sria. del Trabajo y Prevención Social.

e - Licencia sanitaria de funcionamiento: Ante los Servicios Coordinados de Salud Pública del Edo. de México.

C - Compra de equipo: pedir cotizaciones y colocar órdenes de compra para los equipos que corresponda y contratar los servicios del contratista que construirá el tanque de almacenamiento de agua. (Este mismo contratista podría, eventualmente hacerse a cargo de la obra civil y electromecánica que se requiera).

D - Compra de instrumentos: pedir cotizaciones y colocar órdenes de compra para los instrumentos requeridos por el sistema.

E - Compra de materiales y accesorios: pedir cotizaciones y colocar órdenes de compra para los diversos materiales y accesorios que sean necesarios para la instalación del sistema.

F - Cimentación de equipo.

Construcción de las cimentaciones que requerirán las bombas del sistema, incluyendo la colocación de las anclas necesarias para su correcta fijación.

G - Cimentación del tanque de almacenamiento del agua.

Preparación del terreno, excavación y construcción de la cimen-

tación requerida para la instalación del tanque de almacenamiento

H - Recepción de materiales y accesorios.

Recibir y verificar los diversos materiales y accesorios (tubos - codos, tees, bridas, gabinetes, hidrantes, monitores, mangueras, etc). comprados para el sistema de acuerdo a las órdenes de compra realizadas.

I - Construcción del tanque de almacenamiento de agua.

Construcción en el lugar de la obra del tanque de almacenamiento de agua. Cortar las placas, rolarlas, soldarlas para la formación del tanque etc.

Integrar al tanque los accesorios correspondientes (escaleras, - plataformas, barandales, venteo, etc.)

J - Instalación y prueba de tuberías y accesorios.

Realizar el trazo y excavación correspondiente, cortar y soldar los accesorios necesarios. Probar hidrósticamente los tramos -- según se vayan termiando, realizada la prueba hidrostática de los mismos se procederá al relleno y compactación del terreno. Las - tuberías aéreas también se probarán histrostáticamente y quedarán instaladas y soportadas en forma adecuada, listas para entrar en operación. Los gabinetes, hidrantes, monitores, mangueras y de-- más accesorios se irán instalando en forma paralela a la instala ción de las tuberías.

Realizar la instalación de tuberías eléctricas, cableado e inter- conexión correspondiente, preparar las alimentaciones eléctricas

necesarias para los diversos componentes del sistema que así -  
lo requieran.

**K - Prosecución y recepción de equipos.**

Perseguir que la fabricación de equipo cumpla con lo programado y establecido según el tiempo de entrega prometido; presenciar las pruebas correspondientes antes de su embarque y recibirlos en planta con la preparación correspondiente para la maniobra de descarga.

**L - Instalación de equipos.**

Transportar los equipos al lugar de su instalación, montarlos, fijarlos, alinearlos, lubricarlos y conectar las tuberías mecánicas y eléctricas correspondientes.

**M - Prosecución y recepción de instrumentos**

Perseguir que la adquisición de los instrumentos se apege al tiempo de entrega prometido y que aquellos que se tengan que fabricar en forma especial (controles automáticos de paro y arranque del sistema) cumplan con las especificaciones de compra tanto en funcionamiento como en tiempo de entrega. Recibirlos y darles el almacenamiento adecuado según requieran (libres de polvo y humedad).

**N - Instalación de instrumentos.**

Color, soportar y fijar los diversos instrumentos del sistema, hacer las interconexiones mecánicas y eléctricas necesarias verificando los circuitos de control correspondientes a cada uno de

los equipos involucrados.

O - Prueba de equipos e instrumentos.

Probar el tanque de almacenamiento según las especificaciones - de diseño establecidas.

Probar las bombas del sistema obteniendo y verificando las características propias de las mismas (curvas de operación) así como las características de los elementos motrices (RPM, voltaje amperaje, consumo de diesel por hora etc.). Verificar entre otras cosas, fugas, lubricación, vibración y calentamiento en los diferentes equipos.

Por otra parte, probar también la secuenciación de control para el sistema automático de arranque y paro de cada uno de los - - equipos. Probar el funcionamiento de los instrumentos menores - del sistema (manómetros, medidores de nivel y válvulas de alivio)

P - Pintura general

Pintar los componentes del sistema que así lo requieran (gabinetes, hidrantes, monitores, tuberías aéreas, soporterías y equi--pos, incluyéndose la pintura del tanque de almacenamiento y sus diversos accesorios (escaleras, barandal, venteo, etc.)

Q - Prueba del sistema.

Probar el sistema en forma integral realizando simulacros en diferentes puntos del mismo. Verificar que el arranque y funciona--miento de los equipos e instrumentos que integran dicho sistema sea acorde a lo que de él se espera (arranque y paro de las --

bombas según los circuitos de control establecidos), presiones y gastos para los hidrantes, estaciones de manguera y monitores instalados, verificar el buen funcionamiento de los instrumentos menores, etc.

R - Prueba ante las autoridades

Demostración del buen funcionamiento del sistema conforme a los requerimientos de la AMIS y del corredor de seguros, para que -- una vez demostrado ante éstos, se proceda al trámite para la obtención del descuento de la prima correspondiente.

#### 3.10.4 Tiempos de las actividades

Los tiempos próximos y remotos de iniciación y terminación de las actividades, así como las correspondientes holguras se anotan en el CUADRO No. 3.10.4-A en donde:

ACT = Actividad, I = Inicia, T = Termina

TPI = Tiempo próximo de iniciación

TPT = Tiempo próximo de terminación

TRI = Tiempo remoto de iniciación

TRT = Tiempo remoto de terminación

HT = Holgura total

HL = Holgura libre

#### 3.10.5 Diagrama de red y ruta crítica

Este se muestra en el esquema No. 3.10.5-A

### 3.10.6 Gráfica de Grantt

La gráfica de Grantt correspondiente al diagrama de red, para la asignación de los recursos físicos y humanos respectivos se muestra en el CUADRO No. 3.10.6-A

#### CUADRO No. 3.10.1-A

##### LISTA DE ACTIVIDADES

- A - Contratación y elaboración de la ingeniería de detalle.
- B - Autorización legal para iniciar la construcción
- C - Compra de equipo
- D - Compra de instrumentos
- E - Compra de materiales y accesorios
- F - Cimentación de equipo
- G - Cimentación del tanque de almacenamiento de agua
- H - Recepción de materiales y accesorios
- I - Construcción del tanque de almacenamiento de agua
- J - Instalación y prueba de tuberías y accesorios
- K - Prosección y recepción de equipos
- L - Instalación de equipos
- M - Prosección y recepción de instrumentos
- N - Instalación de instrumentos
- O - Prueba de equipos e instrumentos
- P - Pintura general
- Q - Prueba del sistema
- R - Prueba ante las autoridades



CUADRO No. 3.10.2-A

SECUENCIACION Y TIEMPOS DE LAS ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	ANTECEDENTE	DURACION (días hábiles)
A	--	23
B	A	6
C	B	6
D	B	4
E	A	7
F	C	12
G	B	16
H	E	10
I	G	56
J	B,H	77
K	C	78
L	K,F	12
M	D	36
N	M,L,I,J	6
O	N	10
P	M,L,I,J	12
Q	O,P	6
R	Q	2

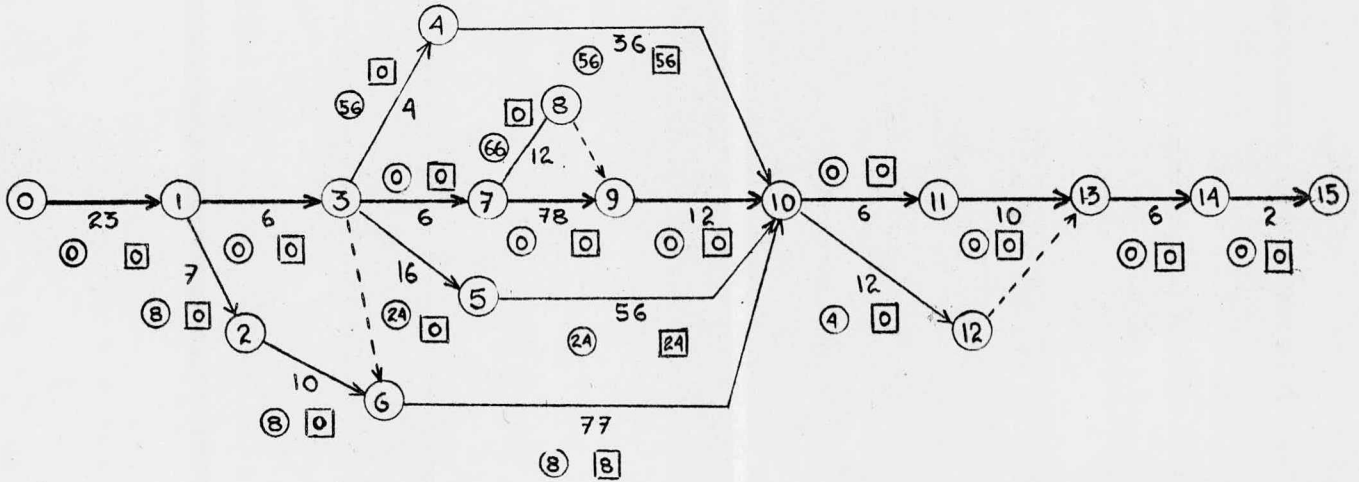
CUADRO No. 3.10.4-A

TIEMPO DE LAS ACTIVIDADES

ACT	I	T	DUR (días hábiles)	TPI	TPT	TRI	TRT	HT	HL
A	0	1	23	0	23	0	23	0	0
B	1	3	6	23	29	23	29	0	0
C	3	7	6	29	35	29	35	0	0
D	3	4	4	29	33	85	89	56	0
E	1	2	7	23	30	31	38	8	0
F	7	8	12	35	47	101	113	66	0
G	3	5	16	29	45	53	69	24	0
H	2	6	10	30	40	38	48	8	0
I	5	10	56	45	101	69	125	24	24
J	6	10	77	40	117	48	125	8	8
K	7	9	78	35	113	35	113	0	0
L	9	10	12	113	125	113	125	0	0
M	4	10	36	33	69	89	125	56	56
N	10	11	6	125	131	125	131	0	0
O	11	13	10	131	141	131	141	0	0
P	10	12	12	125	137	129	141	4	0
Q	13	14	6	141	147	141	147	0	0
R	14	15	2	147	149	147	149	0	0

# ESQUEMA N° 3.10.5 - A

## Diagrama de red y ruta crítica

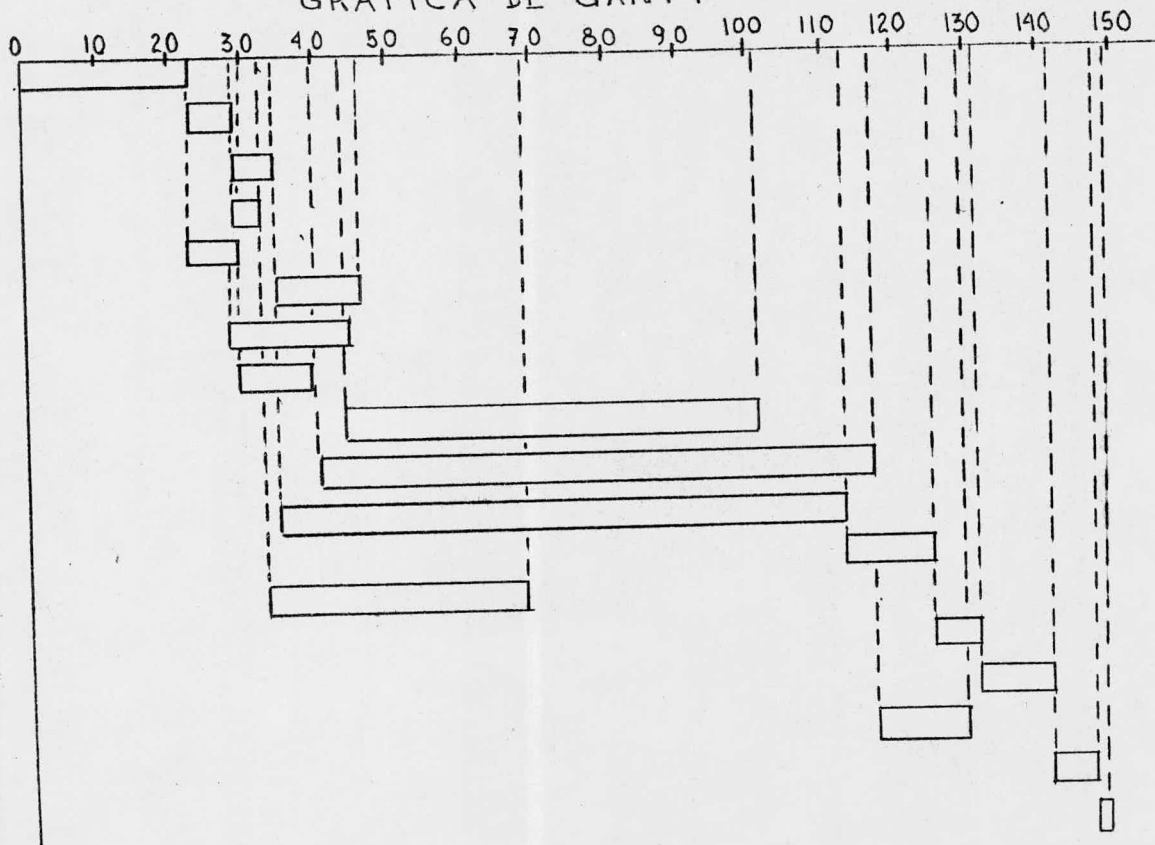


### Simbología

- Ruta crítica
- Actividad
- Duración
- Holgura total
- Holgura libre

CUADRO N° 3.10.6 - A  
GRAFICA DE GANTT

ACT	I	T	DUR
A	0	1	23
B	1	3	6
C	3	7	6
D	3	4	4
E	1	2	7
F	7	8	12
G	3	5	16
H	2	6	10
I	5	10	56
J	6	10	77
K	7	9	78
L	9	10	12
M	4	10	36
N	10	11	6
O	11	13	10
P	10	12	12
Q	13	14	6
R	14	15	2



## CAPITULO 4 EVALUACION ECONOMICA

### 4.1 INTRODUCCION

Esta evaluación no pretende demostrar la factibilidad económica del proyecto ya que la justificación de la inversión es desde un punto de vista social, uno de cuyos aspectos es la seguridad. Sin embargo resulta conveniente analizar el que la inversión sea recuperable en un tiempo menor que el tiempo de vida de las instalaciones y, comparar si en su caso la tasa interna de retorno que resulte es mayor o menor a la que daría una institución bancaria; ésto es con el fin de estimular este tipo de inversiones mostrando los atractivos económicos que pudiese tener.

### 4.2 CONSIDERACIONES

Para efectos de la evaluación económica se considera lo siguiente:

- Una Empresa particular con financiamiento propio.
- Inversión inicial en activo fijo estimada a precios del primer semestre de 1976.
- El 35% de reducción en el pago de la prima de seguros que se desembolsa actualmente.
- Arranque del sistema de protección en 1977.
- Crédito Bancario igual al presupuesto de inversión inicial, -- con tasa de interés anual  $i = 13.5\%$  sobre saldos insolutos.

- Una estimación de los índices generales de precios al consumidor para los años 1976 - 1986, basada en los índices correspondientes a 1968 - 1975 publicados por el Banco de México. --

Cuadro No. 4.2.-A

#### 4.3 PRESUPUESTO DE INVERSION

##### 4.3.1 Capital: Equipos, Instrumentos, Accesorios y Materiales.

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Bomba contra incendio con motor eléctrico.	1	77,780	77,780 (a <sub>1</sub> )
Bomba contra incendio con motor de combustión interna.	1	186,900	186,900 (a <sub>1</sub> )
Bomba presurizadora con motor eléctrico	1	9,120	9,120 (a <sub>1</sub> )
Tanque de almacenamiento de diesel.	1	2,000	2,000 (a <sub>2</sub> )
Tanque de almacenamiento de agua (incluyendo cimentación).	1	361,000	361,000 (a <sub>2</sub> )
Control automático para bomba con motor eléctrico.	1	55,240	55,240 (a <sub>1</sub> )
Control automático para - bomba con motor de combustión.	1	33,605	33,605 (a <sub>1</sub> )
Control automático para - bomba presurizadora.	1	23,678	23,678 (a <sub>1</sub> )

(\$)- Pesos M.N.

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)	
Válvula de alivio del sistema.	1	5,250	5,250	(a <sub>3</sub> )
Válvula de alivio de la bomba presurizadora	1	4,310	4,310	(a <sub>3</sub> )
Indicador de nivel	1	3,324	3,324	(a <sub>4</sub> )
Manómetro	3	748	2,244	(a <sub>5</sub> )
Válvula de flotador	1	8,415	8,415	(a <sub>6</sub> )
Hidrante	24	2,340	56,160	(a <sub>7</sub> )
Estación de manguera	3	3,234	9,702	(a <sub>7</sub> )
Manguera	48	2,298	110,304	(a <sub>7</sub> )
Gabinete	48	715	34,320	(a <sub>7</sub> )
Monitor	2	7,592	15,184	(a <sub>7</sub> )
Toma Siamesa	1	2,450	2,450	(a <sub>7</sub> )
Válvula de compuerta poste indicador 6 -- pulg. de diámetro	10	10,132	101,320	(b <sub>1</sub> )
Válvula de compuerta de 8 pulg de diámetro	4	6,147	24,588	(b <sub>2</sub> )
Válvula de compuerta de 6 pulg de diámetro	2	3,720	7,440	(b <sub>2</sub> )
Válvula de compuerta de 4 pulg. de diámetro	2	2,820	5,640	(b <sub>2</sub> )
Válvula de compuerta de 3 pulg de diámetro	1	1,658	1,658	(b <sub>2</sub> )

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)	
Válvula de retención de 6 pulg de diámetro	2	3,174	6,348	(b <sub>2</sub> )
Válvula de retención de 4 pulg. de diámetro	1	1,927	1,927	(b <sub>2</sub> )
Válvula de globo de 1/2 pulg. de diámetro.	1	218	218	(b <sub>2</sub> )
Tubo de 8 pulg. de diá metro.	22 mts.	450	9,900	(b <sub>3</sub> )
Tubo de 6 pulg de diá metro.	754 mts.	291	219,914	(b <sub>3</sub> )
Tubo de 4 pulg de - diámetro.	27 mts.	108	2,916	(b <sub>3</sub> )
Tubo de 3 pulg. de -- diámetro.	430 mts.	65	27,950	(b <sub>3</sub> )
Tubo de 2 pulg. de - diámetro	88 mts.	33	2,904	(b <sub>3</sub> )
Tee de 8 pulg de diá metro.	2	2,242	4,484	(b <sub>4</sub> )
Tee de 6 pulg. de -- diámetro.	3	1,312	3,936	(b <sub>4</sub> )
Codo a 90 de 8 pulg de diámetro.	2	1,036	2,072	(b <sub>4</sub> )
Codo a 90 de 6 pulg. de diámetro	2	561	1,122	(b <sub>4</sub> )



CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)	
Codo a 90 de 6 pulg.de diámetro.	6	450	2,700	(b <sub>4</sub> )
Codo a 90 de 4 pulg.de diámetro	2	226	452	(b <sub>4</sub> )
Codo a 90 de 3 pulg.de diámetro	24	138	3,312	(b <sub>4</sub> )
Codo a 90 de 2 pulg.de diámetro	13	73	949	(b <sub>4</sub> )
Codo a 45 de 8 pulg.de diámetro	4	621	1,242	(b <sub>4</sub> )
Codo a 45 de 6 pulg.de diámetro.	2	320	640	(b <sub>4</sub> )
Brida de 8 pulg.de - diámetro.	6	719	4,314	(b <sub>4</sub> )
Brida de 6 pulg. de diámetro.	24	458	10,992	(b <sub>4</sub> )
Brida de 4 pulg. de - diámetro	4	264	1,056	(b <sub>4</sub> )
Brida de 3 pulg. de - diámetro	2	182	364	(b <sub>4</sub> )
Reducción de 8x5	2	1,936	3,872	(b <sub>4</sub> )
Reducción de 6x4	2	361	722	(b <sub>4</sub> )
		sub-total	1,455,938	
		Contingencias(5%)	72,797	
		<b>Total</b>	<b>1,528,735</b>	

Nota: Para una descripción más completa de los conceptos hay que ver la lista resumida de los diferentes componenetes del sistema (sección 3.8)

4.3.2 Capital: Mano de Obra para la instalación de los diversos componentes.

CONCEPTO	COSTO ( \$ )
- Equipo	35,000
- Instrumentos	20,000
- Accesorios	45,500
- Materiales	
= Tubería - - - - -	207,685
= Válvulas - - - - -	16,507
= Accesorios - - - - -	31,638
= Recubrimiento de tubería enterrada - - - - -	67,590
= Excavación y compactación para la tubería enterrada - - - - -	130,329
Sub-Total	554,249 (c <sub>1</sub> )
Contingencia (5%)	27,712
T o t a l	581,961

4.3.3 Gastos

CONCEPTO	COSTO ( \$ )
Ingeniería de detalle	70,000 (c <sub>1</sub> )
Relocalizaciones y reparaciones	22,000 (c <sub>1</sub> )
Sub-Total	92,000
Contingencias(5%)	4,600
T o t a l	96,600

Nota: Los precios y costos que figuran en el presupuesto de inversión corresponden a:

- ( a ) Estimación sobre cotización
- ( b ) Información directa de proveedores
- ( c ) Estimación con datos indirectos
  - a<sub>1</sub>    Manufacturera Fairbanks Morse, S.A.
  - a<sub>2</sub>    Ingeniería Eléctrica y Proyectos, S.A.
  - a<sub>3</sub>    Schultz y Cía., S.A.
  - a<sub>4</sub>    Dominicis, S.A.
  - a<sub>5</sub>    Proveedora de válvula e instrumentos, S.de R.L.
  - a<sub>6</sub>    LAVI, S.A.
  - a<sub>7</sub>    Agencias Eclipse, S.A.
  - b<sub>1</sub>    Inox, S.A.
  - b<sub>2</sub>    Herrtura, S.A.
  - b<sub>3</sub>    Válvulas de Calidad de México, S.A.
  - b<sub>4</sub>    Ferretera Anáhuac, S.A.
  - c<sub>1</sub>    Estimación con datos indirectos

#### 4.4 PRESUPUESTO DE COSTOS ANUALES

##### 4.4.1 Presupuesto de costos fijos anuales

CONCEPTO	COSTO ( \$ )
- Depreciación (capital) al 10%	211,069
- Amortización (gastos) al 5%	4,930
- Entrenamiento de brigada	20,000
- Mantenimiento	
= Agua	500
= Combustibles y lubricantes	600
= Refacciones y reparaciones	5,000
= Energía eléctrica	800
= Mano de Obra	1,200
- Prima de seguro por esta instalación <sup>†</sup>	
Sub-Total	244,099
- Contingencias al 5% (excepto sobre - depreciación y amortización)	1,405
T o t a l	245,504

<sup>†</sup> Nota: La prima de seguro contra incendio correspondiente al -  
valor de este sistema de protección está considerada en -  
la reducción de la prima de seguro que cubre el total de  
las instalaciones.

#### 4.4.2 Presupuesto de costos variables anuales

Como la instalación no es productiva los costos variables se consideran cero.

#### 4.5 FLUJO DE EFECTIVO

La reducción bruta de la prima de seguro logrando un 35% de ésta será de \$464,000.00

La reducción neta será entonces de \$ 232,000.00<sup>+</sup>

Flujo de efectivo = Reducción neta + Depreciación + Amortización.

- Costos fijos anuales

Sea un período de recuperación de 10 años y un valor de rescate de \$211,069 (10% del monto inicial de la inversión en capital)

Los índices de inflación anuales son los que muestra el CUADRO

4.5-A

+ Nota: Se considera una tasa impositiva del 50% que incluye un 8% por concepto de reparto de utilidades

AÑO	INGRESOS ( \$ )	EGRESOS ( \$ )	FLUJO DE EFECTIVO ( \$ )	FLUJO DE EFECTI- VO ACUMULADO ( \$ )
1976	0	2,110,696	-2,110,696	-2,110,696
1977	447,999	245,504	202,495	-1,908,201
1978	515,199	282,329	232,870	-1,675,331
1979	582,178	319,032	263,146	-1,412,185
1980	640,392	350,935	289,457	-1,122,728
1981	704,431	386,029	318,402	-804,326
1982	774,874	424,632	350,242	-454,084
1983	852,362	467,095	385,267	-68,817
1984	937,598	513,804	423,794	354,977
1985	1,031,358	565,185	466,173	821,150
1986	1,345,562	621,703	723,859	1,545,009

De aquí se puede ver que el tiempo de recuperación de la inversión es aproximadamente de 7 años 2 meses.

#### 4.6 TASA INTERNA DE RETORNO

La tasa interna de retorno es como sigue:

$$\text{Tasa interna de retorno} = i'' \left| \sum_{m=0}^{m=10} \frac{FE_m}{(1+i'')^m} = 0 \right.$$

Donde  $FE_m$  = Flujo de efectivo correspondiente al enésimo año.

AÑO	FLUJO DE EFECTIVO (\$)	VALOR PRESENTE TIR = 9% (\$)	VALOR PRESENTE TIR = 10% (\$)
1976	- 2,110,696	- 2,110,696	- 2,110,696
1977	202,495	185,775	184,086
1978	232,870	196,002	192,444
1979	263,141	203,197	197,702
1980	289,457	205,059	197,699
1981	318,402	206,939	197,698
1982	350,242	208,931	197,677
1983	385,267	210,754	197,680
1984	423,794	212,400	197,700
1985	466,173	214,639	197,704
1986	723,859	305,765	279,048
		+ 38,765	- 71,258

Tasa interna de retorno = 9.35 %

CUADRO No. 4.2-A

INDICES GENERALES DE PRECIOS AL CONSUMIDRO PARA LOS AÑOS

1968 - 1986

BASE : 1968 = 100

1968	100.0	+	1978 - 294.1
1969	103.5	+	1979 - 323.5
1970	108.7	+	1980 - 355.9
1971	114.6	+	1981 - 391.5
1972	120.3	+	1982 - 430.6
1973	134.8	+	1983 - 473.7
1974	166.8	+	1984 - 521.0
1975	191.8	+	1985 - 573.1
+ 1976	226.3	+	1986 - 630.4
+ 1977	260.3		
+ Estimado			



CUADRO No. 4.5-A

+ + ESTIMACION DEL AUMENTO ANUAL DEL INDICE GENERAL DE  
PRECIOS AL CONSUMIDOR

1977	/	1976	-	15%
1978	/	1977	-	13%
1979	/	1978	-	10%
1980	/	1979	-	10%
1981	/	1980	-	10%
1982	/	1981	-	10%
1983	/	1982	-	10%
1984	/	1983	-	10%
1985	/	1984	-	10%
1986	/	1985	-	10%

+ + Aproximada para efectos de la evaluación económica y  
financiera.

## CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

Es indispensable que en la industria mexicana en general, se promueva y aplique la seguridad industrial en todos sus aspectos. Los sistemas de prevención, protección y control de incendios, deben de ser implementados lo antes posible en los lugares donde haya posibles riesgos de siniestros de esta naturaleza y en donde aún no se hayan instalado.

El sistema de protección que se propone para PGSA satisface la necesidad de contar con un sistema de protección que brinde al personal y a su fuente de trabajo una mayor seguridad para el desempeño de las funciones productivas. Aunque no se puede decir que sea el mejor sistema de protección por instalar, (ya que el grado de efectividad de otros tipos de sistemas y la conjugación de éstos sería mayor) es el sistema más factible desde los aspectos técnico y económico con los que PGSA cuenta en estos momentos.

Por otra parte los requerimientos técnicos son relativamente fáciles de obtener dentro de la tecnología mexicana actual, para los recursos humanos y físicos involucrados.

Tomando en consideración la naturaleza de este tipo de inversión se puede asumir que el aspecto económico involucrado es -



satisfactorio, ya que aunque el objetivo principal de dicha - inversión es la seguridad, los resultados económicos obtenidos son apreciables.

Tiempo de recuperación de la inversión: 7 años, 2 meses

Tasa interna de retorno: 9.35%

## 5.2 RECOMENDACIONES

Es importante tomar muy en cuenta las recomendaciones realizadas tanto por la compañía aseguradora como por el departamento de seguridad o algún especialista sobre la misma para lograr una instalación adecuada tanto desde el punto de vista de seguridad como del de seguros.

Hay que hacer notar la conveniencia de ir instalando sistemas más efectivos, (sistemas de rociadores automáticos, sistemas de espuma, sistemas de CO<sub>2</sub>) en las áreas más críticas de la planta, (tanques de MMA inhibido, torre de destilación y tanque de MMA desinhibido, almacén de solventes, subestación eléctrica, etc.) para lograr una protección mucho más efectiva y aún mayor.

De efectuarse la instalación es conveniente realizarla fuera de la temporada de lluvias de la localidad para minimizar el costo y tiempo de terminación de la misma.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 - DANGEROUS PROPERTIES OF INDUSTRIAL MATERIALS. Fourth Edition N. Irving Sax Van Nostrand Reinhold Company New York, 1975
- 2 - FIRE PROTECTION HANDBOOK. Fourteenth Edition, National Fire Protection Association Boston Massachusetts, 1975
- 3 - FLOW OF FLUIDS through valves, fittings, and pipe. -- Twelfth Printing, Crane CO. USA, 1972
- 4 - HAND BOOK OF INDUSTRIAL LOSS PREVENTION, FACTORY MUTUAL SISTEM. Second Edition, McGrawhill Book Company New York, 1967
- 5 - INDICADORES ECONOMICOS. Vol. IV, No. 5. Banco de México, S.A. Sub'dirección de Investigación Económica y Bancaria Abril de 1976
- 6 - LEY DEL IMPUESTO SOBRE LA RENTA. 1976
- 7 - MODER J. JOSEPH, PHILLIPS R. CECIL. Project Management with CPM and PERT, Second Edition Van Nostrand Rainhold Company
- 8 - NATIONAL FIRE CODES. Vol. 2, National Fire Protection - Association Boston Massachusetts, 1975

- 9 - PERRY, J.H. Chemical Engineers' Handbook Fourth edition. McGraw-Hill Book Company New York, 1963
  
- 10 - PETERS, M.S., TIMMERHAUS, K.D. Plant Design and Economics for Chemical Engineers. Second Edition McGraw-Hill Book Company. Tokyo, 1968
  
- 11 - REGLAMENTOS Y TARIFA, Ramo de Incendio. Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros Décima Octava Edición - 1974
  
- 12 - SCHWEYER, H.E. Process Engineering Economics, McGraw-Hill Book Company New York, 1965

Esta Tesis se Imprimió en Abril de 1977  
empleando el sistema de reproducción Foto-Offset,  
en los Talleres de Impresos Offsali-G, S. A., Av.  
Colonia del Valle No. 531 (Esq. Adolfo Prieto),  
Tels. 523-21-05 y 536-57-54 México 12, D. F.

MICA