

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIO EN UNA  
PLANTA DE FABRICACION DE INSUMOS QUIMICOS**

**INFORME DE SUFICIENCIA PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO**

**CESAR GIANCARLO MORENO PATIÑO**

**PROMOCIÓN 2003-II**

**LIMA – PERÚ**

**2008**

<b>INDICE</b>	<b>PAG.</b>	
1.0	Introducción	1
1.1	Antecedentes	2
1.2	Objetivo	3
1.3	Justificación	3
1.4	Alcances	3
1.5	Limitaciones	4
2.0	Generalidades	5
2.1	Conceptos y fundamentos	6
2.1.1	¿Qué es el fuego?	6
2.1.2	Materiales combustibles	8
2.1.3	Tipos de fuegos	9
2.2	Tipos de sistemas contra incendios	11
2.2.1	Prevención de incendios	11
2.2.2	Sistema a base de agua y redes	13
2.2.3	Sistema de aspersores	15
2.2.4	Sistema de extinción por medio de espuma	17
2.2.5	Sistema de supresión por agentes especiales	18
2.2.6	Extintores portátiles	20
2.3	Tanques de almacenaje	22
2.3.1	Tipos de tanques de almacenaje	22
2.3.2	Tipos de techos fijos	24
2.3.3	Materiales para el uso en la fabricación	24

2.3.4	Materiales para soldadura	25
3.0	Desarrollo del sistema contra incendio	34
3.1	Situación actual	34
3.2	Propuesta de diseño	36
3.2.1	Descripción de diseño	36
3.2.1.1	Criterios de diseño	37
3.2.1.2	Equipamiento de diseño	38
3.2.1.3	Sistema de Bombeo	39
3.2.1.4	Sistema de Tuberías	39
3.2.1.5	Sistema de Roceadores	39
3.2.1.6	Almacenamiento de agua	40
3.2.2	Memoria de Cálculos	41
3.2.2.1	Selección del sistema de bombeo	41
3.2.2.2	Calculo del abastecimiento del tanque de almacenamiento	42
3.2.2.3	Calculo de la red de tuberías	43
3.2.2.4	Selección de soportería recomendada	45
3.2.3	Listado de Materiales y Equipos	48
3.3	Instalación de redes de tuberías	50
3.3.1	Planes de instalación	51
3.3.2	Diagrama de instalación	53
4.0	Evaluación del sistema Contra Incendio	54
4.1	Evaluación de zonas de riesgo	54
4.2	Diagrama de ubicación de zonas de riesgo	55

5.0	Estructura de costos	56
5.1	Costo de ingeniería	56
5.2	Costos Fabricación e Instalación	56

Conclusión

Recomendaciones

Bibliografía

Planos

Anexos

## PROLOGO

Dentro del campo industrial, muchas veces se genera importancia en las ganancias, crecimiento organizacional y en muchos otros aspectos, pero existe alrededor de ello todo un sistema de normativas y estándares que dan resalte al tema de la seguridad como parte primordial en la formación y crecimiento organizacional. Por ello este informe del diseño de un sistema contra incendio en una planta de fabricación de insumos químicos, nos da un panorama de cómo proteger nuestras industrias, previniendo de siniestros ocurridos por incendios. Este informe esta elaborado en la normas internacional NFPA (National Fire Protection Association).

Dentro de este informe, iniciando por el primer capitulo, encontraremos una introducción breve al desarrollo del informe con el objetivo, alcances y limitaciones que se pretende entregar.

En el segundo capitulo, encontraremos generalidades sobre incendios y conceptos de construcción para la elaboración de este informe. Además una amplitud a la variedad de sistemas para el control de incendio.

Dentro del tercer capitulo, se encontrara el desarrollo del sistema contra incendio. Mostrando una serie de pasos, desde una inspección previa para detectar las zonas o escenarios de siniestros relevantes en toda la planta hasta la los cálculos necesarios para la selección del equipamiento y un procedimiento necesario para su construcción.

En el cuarto capitulo, veremos una breve evaluación a los riesgos en las zonas de siniestros.

Para concluir, en el quinto capítulo, se dará una estructura de costos que nos mostrara una serie de gastos que se tendría que realizar para su instalación.

Dentro del desarrollo del informe, encontraremos planos del sistema y detalles de construcción, con todo ello se da un mayor panorama para la instalación de un sistema contra incendio en una planta de fabricación de insumos químicos.

## 1.0 INTRODUCCION

Es fuego dentro de la vida del hombre a tomado una participación activa desde hace mucho tiempo, como recurso de primordial en las actividades diarias. El ser humano al transcurrir el tiempo a desarrollado el uso y manejo de sus beneficios, que en la actualidad nos proporciona recursos energéticos en diversos campos de la industria.

Además de los benéficos que proporciona el fuego, también nos ofrece riesgos permanentes por el manejo tanto de productos como fenómenos naturales, que el hombre a tratado de combatir y prevenir.

En este informe tiene como objetivo el desarrollo de un sistema contra incendio, utilizando redes de agua utilizando mangas en una fabrica de insumos químicos. Para el desarrollo de este sistema se utilizara la norma internacional NFPA National Fire Protection Association y legislaciones nacionales. Dentro del contenido se indicaran los tipos de fuegos, sus generaciones y causas que las producen, para luego dar a conocer los tipos de sistemas contra incendios.

El desarrollo del sistema contra incendio, dando una evaluación e indicación de las áreas a proteger, y realizando el cálculo de las redes y

equipos para su instalación del sistema utilizando las premisas de la norma NFPA.

Se menciona un marco comparativo y beneficioso al utilizar un sistema contra incendio de esta envergadura. Además se muestra una estructura de costos que dará una visión a cuanto se proyecta su ejecución.

### 1.1 Antecedentes

En la fabrica de insumos químicos no se contaba con una Red contra incendio hasta hace unos 10 años atrás, en la cual solo sustituían su sistema de seguridad contra incendio con extintores, esta fábrica tiene un periodo de 20 años en funcionamiento.

Hoy en día la fabrica de insumos químicos cuenta con un sistema contra incendio que no cubre la demanda de puntos de amagues de incendios, no cuenta con una distribución en toda el área de la fábrica. Además la presión de agua existente para la mínima cantidad gabinetes que cuenta y el uso de la bomba que es utilizada no solamente para suministrar a red contra incendio sino a suministro de agua a equipos en operación en los diversos sectores de la fábrica.

La fábrica de insumos químicos cuenta con una extensa área que abarca unos 26 300 m<sup>2</sup>, se requiere incrementar con una red contra incendio que abarque las diversas áreas requeridas. Además el uso de redes aérea, que ayudan a ubicar con mayor posicionamiento de los hidrantes. También se obtienes nuevos materiales no metálicos que nos



proporcionan resistencia a la corrosión, flexibilidad y comodidad para su instalación dando estos nuevos materiales comerciales como PVC, HDPE, Polietileno y otros. También el uso de equipos y accesorios con alta calidad para el uso adecuado en estos sistemas, que ayudan a la instalación de estos sistema contra incendios y el control de estos riesgos inminentes que pueden causar muchas perdidas materiales como humanas.

## **1.2 Objetivos**

Desarrollar el Diseño de un sistema contra incendio en una planta de fabricación de insumos químicos utilizando redes de agua.

## **1.3 Justificación**

El desarrollo del diseño de un sistema contra incendio que se precisa en este informe, esta basado en la Norma Internacional NFPA National Fire Protection Association y legislaciones nacionales de Defensa civil. Específicamente basado en las secciones de la NFPA 13, 14, 15, 16, 20 24 y 704 de la edición 2002.

## **1.4 Alcances**

Se realiza una evaluación de todos los ambientes de la fábrica determinando las zonas críticas y posibles focos de incendios. También se recibe información y se observa que existe un sistema contra incendio en la fábrica. La cual es compartida con bombas del sistema hidroneumático N° 2

adyacentes a la sala de calderos. Y además el suministro de agua que entregan las bombas es de 120 gpm a 42 PSI, para lo cual, según la norma internacional NFPA 14, en el capítulo 7 y sección 8 la presión mínima de diseño será 100 PSI.

Para el mejoramiento del sistema contra incendio se selecciona 04 áreas críticas y de posibles incendios. Se seleccionara el tipo de bomba a utilizarse, el diseño del tanque de almacenaje de agua para proporcionar el flujo constante. Además una serie de redes aéreas en tubería metálicas en acero al carbono y algunos tramos en tubería HDPE para las tuberías enterradas, se llegaran a las zonas críticas con gabinetes y tomas en válvulas de  $\varnothing 2 \frac{1}{2}$ " y  $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ ", mediante mangueras  $\varnothing 2 \frac{1}{2}$ " y  $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ ". Y adicionalmente en algunas zonas altamente críticas se colocaran roceadores de ampolla activadas a elevadas temperatura para su amage del incendio con apresura.

### **1.5 Limitaciones**

En el desarrollar de este sistema contra incendio no se menciona el uso de sistemas electrónicos para el control de las activaciones de las válvulas ni los a roceadores a futuro, sino son activados manualmente o mecánicamente. Además se menciona el desarrollo del sistema contra incendio en el marco mecánico y de diseño.

## 2.0 GENERALIDADES

Todo objeto o material humano se encuentran expuestos a este riesgo llamado fuego (incendios). Los factores de riesgo que se generan en las empresas o industrias van desde una mala manipulación hasta factores técnicos, como mal manejo de insumos, mal almacenamiento o instalaciones eléctricas mal realizadas.

Los incendios pueden llegar ha presentarse, en la empresa, industria o en el hogar. Para ello es necesario estar capacitados, informados y además conocer las medidas de prevención y control de incendios.

Ciertamente, los incendios constituyen una amenaza constante para la humanidad al tiempo que son innumerables las pérdidas que ellos ocasionan. La seguridad de la vida humana resulta un aspecto muy importante ya sea en las casas, vehículos y lugares de trabajo, donde existe un importante riesgo de muerte por incendio.

Por ello algunas actividades industriales, cuyo riesgo de incendio debe ser considerado al implementar un sistema de prevención y control con mayor énfasis.

Con el fin de lograr que las actividades que se desarrollan en las industrias se logren disminuir el riesgo de incendios teniendo en cuenta el control y la prevención de los incendios a fin de evitar daños a los equipos, materiales y personas.

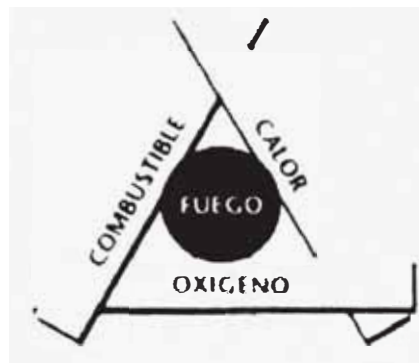
## **2.1 Conceptos y fundamentos**

En este capítulo se mencionan conceptos requeridos para comprender la prioridad del desarrollo de este informe y como nos beneficiara para prevenir eventos críticos y la variedad de maneras de combatirlas.

Además se mencionan conceptos teóricos y fundamentos técnicos para el desarrollo de este informe.

### **2.1.1 ¿Cómo se origina el fuego?**

El fuego es consecuencia del calor y la luz que se producen durante las reacciones químicas, denominadas estas de combustión. En la mayoría de los fuegos, la reacción de combustión se basa en el oxígeno del aire, al reaccionar este con un material inflamable, tal como la madera, la ropa, el papel, el petróleo, o los solventes, los cuales entran en la clasificación química general de compuestos orgánicos; Por ejemplo los compuestos de carbono.



Para comprender cómo se genera el fuego, pensemos en un fósforo que se prende. Su cabeza colorada es el combustible, el aire que lo rodea constituye el comburente (oxígeno del aire), mientras que la fricción que se produce al rasparlo inicia con su calor, la reacción química. Es entonces cuando aparece la llama, que quema toda la cabeza, transmitiendo el fuego al palito de madera, que la sostiene.

Cuando lo soplo = elimino el comburente

Si le echo agua = elimino el calor.

Si corto el palito = elimino el combustible.

Generalmente, los materiales sólidos celulósicos, arden con luz pobre (rescoldo o brasa), a la que se denomina fuego de arraigo.

Para que se produzca el fuego, es necesario que existan tres elementos simultáneos: el oxígeno, el calor y el combustible. Actualmente, se ha ampliado esta definición del triángulo del fuego, agregando un cuarto elemento, llamado reacción en cadena. Al tener entonces cuatro elementos, la denominación se transforma en teoría del tetraedro del fuego.



### 2.1.2 Materiales Combustibles

Básicamente, podemos decir que un combustible es toda sustancia que, bajo ciertas condiciones, resulta capaz de arder. En virtud a la amplia definición, es necesario clasificar, a través de la siguiente subdivisión:

1. **Combustibles sólidos:** los materiales sólidos más combustibles son de naturaleza celulósica. Cuando el material se halla subdividido, el peligro de iniciación y/o propagación de un incendio es mucho más grande
2. **Combustibles líquidos:** los líquidos inflamables son muy usados en distintas actividades, y su empleo negligente o inadecuado provoca muchos incendios. Los líquidos no arden, los que lo hacen son los vapores que se desprenden de ellos. Tales vapores son, por lo general, más pesados que el aire, y pueden entrar en ignición a considerable distancia de la fuente de emisión. La variedad de

líquidos inflamables utilizados actualmente en distintas actividades es muy grande. Los combustibles líquidos más pesados – como los aceites – no arden a temperaturas ordinarias pero cuando se los calienta, desprenden vapores que, en forma progresiva, favorecen la posibilidad de la combustión, cuya acumulación se logra a una temperatura suficientemente alta.

3. **Combustibles gaseosos:** los gases inflamables arden en una atmósfera de aire o de oxígeno. Sin embargo, un gas no inflamable como el cloro puede entrar en ignición en un ambiente de hidrógeno. Inversamente, un gas inflamable no arde en medio de una atmósfera de anhídrido carbónico o de nitrógeno. Existen dos clases de gases no combustibles: los que actúan como comburentes (que posibilitan la combustión) y los que tienden a suprimirla. Los gases comburentes contienen distintas proporciones de oxígeno, y los que suprimen la combustión reciben el nombre de gases inertes.

### 2.1.3 Tipos de Fuego

Es necesario conocer algunos aspectos relevantes acerca de lo que es el fuego (incendio), por esto existen diferentes clases de fuego como así también distintos tipos de fuego.

Según la norma NFPA 10, Portable Fire Extinguishers clasifica:

1. **Clase A:** Fuegos que se desarrollan sobre combustibles sólidos.  
Ejemplos: madera, tela, goma, papel, plástico termoendurecibles,

etc. De acuerdo a su magnitud podrá ser atacado con baldes de aguas, matafuegos, o mangueras.

2. **Clase B:** Fuegos sobre líquidos inflamables, grasa, pinturas, ceras, grasa, asfalto, aceites, plásticos termo fusible, etc. En estos casos es necesario actuar con un matafuego que lance espuma o anhídrido carbónico. El agua solo es eficaz lanzada con una adecuada presión.
3. **Clase C:** Fuegos sobre materiales, instalaciones o equipos sometidos a la acción de la corriente eléctrica. Ejemplos: motores, transformadores, cables, tableros, interruptores, etc. El agua, como se sabe es conductora y expone a quienes la utilicen en estos casos a una descarga eléctrica.
4. **Clase D:** Fuegos sobre metales combustibles: Ejemplos: magnesio, titanio, potasio, sodio, circonio, uranio, etc. La acción del matafuego puede tener un efecto contraproducente, pero, eventualmente, la utilización de arena o tierra es efectiva.

### **Tipos de manifestación de Fuego**

Desde el punto de vista de la forma en que se exteriorizan, los fuegos pueden ser tipificados en dos grupos a saber:

- **De superficie o sin llamas:** este tipo de fuego también recibe el nombre de brasa, superficie al rojo, incandescencia, rescoldo, etc., su característica fundamental es la ausencia de llamas.



- **De llamas:** son la evidencia directa de la combustión de gases o vapores de líquidos inflamables que a su vez pueden ser luminosas y no luminosas.

## **2.2 Tipos de sistemas contra incendios**

### **2.2.1 Prevención de Incendios**

Es necesario tener presente para una eficaz prevención de incendios saber:

Poder identificar los posibles focos de incendios.

- Que o quienes pueden generar estos incendios o explosiones (materiales o actividades).
- Investigar y seleccionar los métodos de prevención más adecuados que se puedan implementar en la empresa o en la industria.
- Realizar capacitaciones continuas del personal para que puedan actuar prontamente frente a un incendio y también puedan evitar una explosión.
- Desarrollar un conocimiento del uso ya sea de mangueras, extintores u otros implementos.
- Una constante revisión, mantención de mangueras, extintores redes húmedas o secas, etc.

## **Control de Incendios**

Como una forma de unificar criterios y controlar eventuales emergencias producidas por incendios en industrias.

Y con el objeto de controlar los incendios que pongan en riesgo tanto la salud de la población como la de los trabajadores de la empresa, se deben implementar diversas estrategias para disminuir y evitar los siniestros y otras situaciones que afecten la salud laboral.

Por tales motivos para controlar los incendios toda industria química debido a los materiales que esta utiliza debe contar con personal capacitado para controlar un principio de incendio.

Para controlar los riesgos de incendios es necesario que todos los empleadores deban capacitar a sus trabajadores en materia de uso de equipos de extinción de incendios.

Una alternativa, en materia de Combate de Incendios Estructurales en lo posible contar con un grupo de profesionales especialistas en combate de incendios.

## 2.2.2 Sistema a base de agua y redes

### Suministro de Agua

El tipo más común para protección contra incendios es el que se basa en el uso de agua. Por lo tanto, resulta esencial que se disponga de un suministro de agua adecuado y bien mantenido. COVENIN 1330-1997 indica los requerimientos de los sistemas de suministros de agua in situ.

El sistema de suministro de agua de la fábrica o del suministro público de agua cercano, será la primera fuente que utilice la brigada de incendio de la planta o el departamento de bomberos. El agua debe proporcionarse con el flujo y presión necesarios para que se activen los sistemas de aspersores automáticos y para poder utilizar las mangueras contra incendio, además de los requisitos normales de la fábrica. Cuando el suministro de agua público no sea suficiente para proteger la fábrica será necesario contar con suministro privado complementario. Para ello tenemos los siguientes:

- **Redes de tuberías:** Generalmente se utilizan tuberías subterráneas y las llegadas a tomas son aéreas. Se recomienda que la tubería forme un circuito cerrado en forma de red y minimizar las pérdidas por fricción siempre que sea posible. Los materiales de la tubería deben ser: acero, hierro colado (Tubería Ac. Al carbono Sch40) y plástico (PVC, HDEP, Polietileno, etc.).

- **Hidrante contra incendios:** Los hidrantes contra incendios se alimentan de la tubería de servicio tanto público como privado para permitir que el departamento de bomberos, por medio de sus bombas móviles, tome agua para abastecer los sistemas de aspersores y tubos verticales, así como para los chorros de manguera.

Los hidrantes pueden ser de dos tipos: De barril húmedo o de barril seco, este último es necesario cuando exista la posibilidad de heladas.

En general se exige que las válvulas de las líneas de tuberías que suministran el agua para incendio sean válvulas indicadoras debido a que, las válvulas cerradas han sido la causa principal de que los sistemas de aspersores no puedan controlar los incendios.

- **Bombas contra incendios:** Son en esencia iguales a las bombas normales usadas para el suministro de agua. Las consideraciones adicionales se presentan en la norma de la National Fire Codes (NFPA) número 20, Installation of Centrifugal Fire Pumps. Se usan en capacidades de 500, 750, 1000, 1500 y en ocasiones de 2000 ó 2500 galones por minutos, las más comunes son las de 750 y 1000 gpm.

Los factores que deben tomarse en cuenta con relación a este tipo de bombas, son:

Uso del equipo señalado para bombas contra incendio.

Uso de accesorios aprobados.

Capacidad adecuada para satisfacer las demandas de propagación contra incendio.

- ✓ Elección de un impulsor para la bomba contra incendios, con base en la confiabilidad, suficiencia, economía y seguridad de la fuente de energía.
- ✓ Operación automática.  
Ubicación segura para que el servicio sea interrumpido.  
Pruebas anuales y semanales.
- ✓ Mantenimiento.

### **2.2.3 Sistema a base de agua para protección contra incendios**

Es un sistema integrado de tuberías subterráneas y elevadas, diseñado de acuerdo con las normas de ingeniería para protección contra incendios. La instalación incluye uno o más fuentes de suministro de agua. La porción del sistema de aspersion sobre el nivel del suelo consiste en una red de tuberías de tamaño especial, o diseñado tomando en cuenta los factores hidráulicos, que se instalan en la edificación, por lo general a nivel del cielorraso, a la que se conectan los aspersores de acuerdo con un patrón sistemático. La válvula que controla cada uno de los elevadores del sistema se coloca en el elevador o la tubería que lo alimenta. Cada uno de los elevadores del sistema de aspersores incluye un dispositivo que acciona una alarma cuando el sistema se encuentra en operación. El sistema suele activarse con el calor proveniente de un incendio y descarga agua sobre el área del mismo. Y se tienen los siguientes sistemas:

- **Sistema de Tubería Húmeda:** Este tipo de aspesores cuenta con agua a presión en todo momento.
- **Sistema de Tubería Seca:** Se emplea en lugares de baja temperatura aproximadamente 5 °C y en vez de usar agua presurizada se utiliza nitrógeno o aire a presión y la admisión del agua a la tubería se regula por medio de una válvula de tubería seca.
- **Sistemas de Inundación:** Estos sistemas se reservan para ciertos tipos de situaciones de riesgo extremo. Todos los aspersores se mantienen abiertos en todo momento de modo que, cuando el agua llega, toda el área se inunda de agua.
- **Tanques de agua elevados:** El tanque elevado más pequeño que puede considerarse como útil para protección contra incendios debe tener una capacidad de 25000 galones y puede ser eficiente solo para pequeñas propiedades tales como rociadores automáticos. Los tanques entre 50 y 100 mil galones pueden constituir los suministros primarios o secundarios para peligros moderados en grandes propiedades.

Los tanques deben encontrarse a una elevación tal, que el fondo se sitúe, por lo menos, a 35 pies por encima del más alto rociador tal que ha de alimentar. El fondo de los tanques grandes, que se pretenden utilizar para proporcionar agua tanto a rociadores

como mangueras, debe estar a 75 pies por lo menos y preferentemente a 100 pies por encima del nivel del terreno.

- **Tanques a presión:** Pueden emplearse tanques hidroneumáticos de acero como suministros primarios de agua para demandas de corta duración, como las necesarias para poner totalmente en operación las bombas automáticas de incendio

#### **2.2.4 Sistema de extinción por medio de espuma**

Han estado en uso por muchos años para extinguir incendios de líquidos inflamables, en particular en la industria petroquímica. Las principales clases de espumas son químicas y mecánicas (que se determinan por la forma en que estas se generan), aunque las espumas químicas se consideran obsoletas en general. Estas clases 4 se subdividen. Las normas de la NFPA son:

- NFPA 11, Low Expansion foam Extinguishing Systems
- NFPA 11A, Medium and High Expansion foam Extinguishing Systems
- NFPA 16, Foam – Water Sprinkler and Spray Systems.
- NFPA 16A, Closed Head Foam – Water Sprinkler Systems.

Actúan como recubrimiento para excluir la presencia de aire y en algunos casos tienen un efecto aislante que resulta muy útil. Para fuego en líquidos inflamables, se dispone de espuma para la aplicación manual o

automática con una selección de las características apropiadas para una gran variedad de condiciones. La cantidad de espuma varía desde  $\frac{1}{2}$  pie<sup>3</sup> hasta varios pie<sup>3</sup> por pie cuadrados de superficie por proteger. La espuma especial de tipo Alcohol es necesaria para la aplicación a alcoholes, líquidos de tipos alcohólicos y solventes orgánicos, todos ellos insensibles a las espumas comunes. Las espumas de alta expansión está recibiendo cada día más atención y están siendo usadas más frecuentemente; Se producen con facilidad por medio de un generador de espuma de alta expansión al soplar aire a través de una pantalla húmeda con un rocío de agua continuo, que contiene un aditivo para producir burbujas, la espuma es muy ligera y fluida y puede aplicarse para llenar todo un cuarto rápidamente o cualquier otra área cerrada de tamaño considerable.

### **2.2.5 Sistemas de supresión por agentes especiales**

Se clasifican de la siguiente manera:

- a) **Sistemas de Bióxido de Carbono:** Es un gas no combustible que se ha usado con eficacia para extinguir cierto tipo de incendio. El bióxido de carbono diluye el oxígeno del área del incendio a tal punto que no hay aporte para la combustión. Debido a que el bióxido de carbono se almacena bajo presión es fácil que escape del recipiente. El bióxido de carbono es inerte y no conduce electricidad, puede usarse con toda seguridad en los incendios producidos en equipos de energía eléctrica sin causar daños. Se usa principalmente para combatir incendios en las siguientes situaciones:

- Líquidos Inflamables.



- Equipos Eléctricos, como es el caso de los grandes generadores eléctricos.
- En situaciones en donde se necesita un efecto de llenado de espacio por medio de una atmósfera inerte o en donde se requiere un agente de extinción no húmedo.
- El dióxido de carbono se encuentra disponible en pequeños cilindros de uso manual, en bancos de grandes cilindros o en tanques de almacenamiento refrigerado.

b) **Sistemas de extinción por medio de Halogenados:** El halón es un hidrocarburo (Hidrógeno y carbono) en el que se han reemplazado algunos de los átomos de hidrógeno por elementos tales como bromo, cloro o flúor o por combinaciones de éstos. Muchos halones son tóxicos, lo cual los excluye de un uso generalizado. Dos de ellos, el halón 1301 y el 1211 tienen niveles de toxicidad aceptables y excelentes propiedades de extinción de llama.

En la actualidad, los halones para protección contra incendio están sujetos a las restricciones internacionales impuestas por el protocolo de Montreal sobre sustancias que destruyen la capa de Ozono de la estratosfera.

c) **Sistemas de extinción por medio de sustancias químicas secas:**

Los agentes extinguidores por medio de sustancias químicas secas consisten en polvos finamente divididos que extinguen incendios de manera eficaz ya sea que se apliquen por medio de extinguidores portátiles, líneas de mangueras o sistemas fijos. El primer polvo seco

fue el bicarbonato de sodio. En la actualidad se utiliza bicarbonato de potasio y otros polvos químicos combinados con aditivos que les permite fluir con libertad y ser más resistentes a la humedad. Se ha descubierto que las sustancias químicas secas son agentes extinguidores efectivos en los incendios de los líquidos inflamables y en ciertos tipos de combustibles ordinarios y equipo eléctrico.

- d) **Sistemas de extinción para metales combustibles:** En el transporte y la industria, existe una serie de metales y polvos metálicos que arden. Algunos de ellos arden cuando se calienta a altas temperaturas debido a la fricción o al calor externo. Otros arden debido al contacto con la humedad o a que reacciona con otros materiales. Estos metales y polvos metálicos exigen el uso de agentes extinguidores y técnicas de extinción especiales. Algunos provocan explosiones y temperaturas muy altas, mientras que otros reaccionan con violencia al contacto con el agua. Otros más emiten humos tóxicos al quemarse.

El éxito de algunos agentes al extinguir metales combustibles ha propiciado el nacimiento de expresiones como polvo extinguidor aprobado y polvo seco. Típico ejemplo de los polvos utilizados en el combate contra incendios de metales es el polvo de grafito el talco y la arena.

### **2.2.6 Extinguidores portátiles**

Tanto los reglamentos municipales, estatales y nacionales como las compañías de seguros exigen que la mayoría de las plantas cuenten con extinguidores portátiles (ver fig. 00 ). Si se cuenta con personal capacitado

en el uso adecuado de los Extinguidores para apagar incendio incipientes pequeños, los extinguidores pueden resultar útiles para evitar conflagraciones

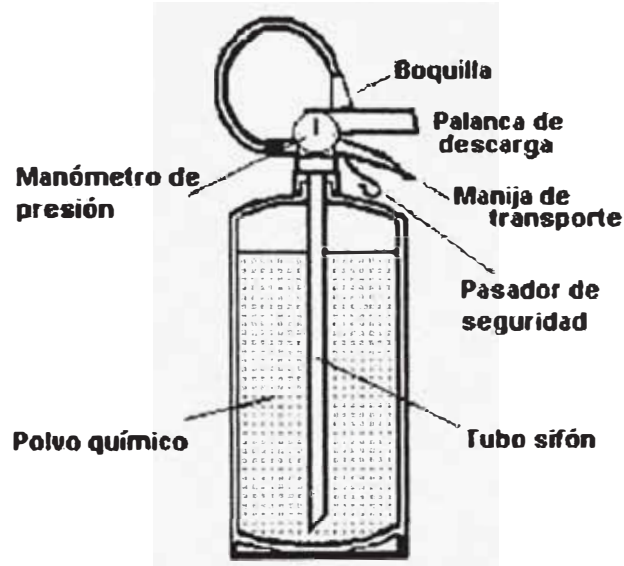


Fig. 00 Descripción de un extintor portátil.

Las limitantes de los extinguidores, como lo son las exposiciones de las personas al fuego y al humo, sus límites de capacidad, la selectividad y la disponibilidad, exige que, para que pueda resultar eficaz, se proporciona la capacitación correspondiente.

La norma NFPA 10 Standard for Portable Fire Extinguishers, prevé la clase y cantidad de extinguidores necesarios para los tipos de incendios específicos. Los tipos de extinguidores más comunes son los de agua presurizada, bióxido de carbono o sustancias químicas secas multiuso. Otros extinguidores de uso habitual son los tanques de bomba de agua, el halon 1211 y el polvo seco de tipo metálico combustible.

## **2.3 Tanques de almacenaje**

### **2.3.1 Tipos de Tanques de Almacenamiento**

Los tanques de almacenamiento se usan como depósitos para contener una reserva suficiente de algún producto para su uso posterior y/o comercialización. Los tanques de almacenamiento, se clasifican en:

- 1.- Cilíndricos Horizontales.
- 2.- Cilíndricos Verticales de Fondo Plano.

Los Tanques Cilíndricos Horizontales, generalmente son de volúmenes relativamente bajos, debido a que presentan problemas por fallas de corte y flexión.

Por lo general, se usan para almacenar volúmenes pequeños. Los Tanques Cilíndricos Verticales de Fondo Plano nos permiten almacenar grandes cantidades volumétricas con un costo bajo. Con la limitante que solo se pueden usar a presión atmosférica o presiones internas relativamente pequeñas.

Estos tipos de tanques se clasifican en:

- De techo fijo.
- De techo flotante.
- Sin techo.

Para el diseño se utilizara el tanque vertical de techo fijo (auto soportado y soportado por estructura) y tanques sin techo.

### **Código Aplicable**

En los Estados Unidos de Norteamérica y en muchos otros países del mundo, incluyendo el nuestro, el diseño y cálculo de tanques de almacenamiento, se basa en la publicación que realiza el "Instituto Americano del Petróleo", al que esta institución designa como "STANDAR API. 650", para tanques de almacenamiento a presión atmosférica y "STANDAR API. 620", para tanques de almacenamiento sometidos a presiones internas ternas cercanas a 1 Kg /cm<sup>2</sup> (14 lb/pulg<sup>2</sup> ).

El estándar API. 650 sólo cubre aquellos tanques en los cuales se almacenan fluidos líquidos y están contruidos de acero con el fondo uniformemente soportado por una cama de arena, grava, concreto, asfalto, etc., diseñados para soportar una presión de operación atmosférica o presiones internas que no excedan el peso del techo por unidad de área y una temperatura de operación no mayor de 93 °C (200 °F), y que no se usen para servicios de refrigeración. Este estándar cubre el diseño y cálculo de los elementos los constitutivos del tanque. En lista de los materiales de fabricación, se sugieren secuencias en la erección del tanque, recomendación de procedimientos de soldaduras, pruebas e inspecciones, así como lineamientos para su operación.

### **2.3.2 Tipos de Techos fijos**

De acuerdo al estándar API 650, clasificaremos los tanques de acuerdo al tipo de techo, lo que nos proporcionará el servicio recomendable para éstos.

Se emplean para contener productos no volátiles o de bajo contenido de ligeros (no inflamables) como son: agua, diesel, asfalto, petróleo crudo, etc. Debido a que al disminuir la columna del fluido, se va generando una cámara de aire que facilita la evaporación del fluido, lo que es altamente peligroso.

Los techos fijos se clasifican en:

- Techos auto soportados.
- Techos soportados.

### **2.3.3 Materiales para el uso en la fabricación**

Para el mejor diseño, cálculo y manufactura de tanques de almacenamiento es importante seleccionar el material adecuado dentro de la variedad de aceros que existen en el mercado de acuerdo al estándar A.S.T.M. (American Society for Testing and Materials) el uso de A-36.

Acero Estructural.

Sólo para espesores iguales o menores de 38 mm. (1 1/2 pulg.). Este material es aceptable y usado en los perfiles, ya sean comerciales o ensamblados de los elementos estructurales del tanque.

### **2.3.4 Materiales para Soldadura**

Para el soldado de materiales con un esfuerzo mínimo a la tensión menor de 5625 Kg /cm<sup>2</sup> (80000lb / pulg<sup>2</sup>), los electrodos de arco manual deben estar hechos de materiales cuya clasificación sea AWS: E-60XX y E70XX.

Para soldado de materiales con un esfuerzo mínimo a la tensión de 5625-5976 Kg /cm<sup>2</sup> (80000-85000lb / pulg<sup>2</sup>), el material del electrodo de arco manual debe ser E80XX-CX.

También podrán ser usados otros materiales que sean recomendados por otros Estándares, Códigos o Normas como: A.S.T.M., API., CSA (Canadian Standard for Standardization.)

### **Soldadura en Tanques de Almacenamiento**

El estándar API. 650, se auxilia del Código A.S.M.E. sección IX para dar los alineamientos que han de seguirse en la unión y/o soldado de materiales.

El Código A.S.M.E. sección IX, establece que toda junta soldada deberá realizarse mediante un procedimiento de soldadura de acuerdo a la clasificación de la junta y que, además, el operador deberá contar con un certificado que lo acredite como soldador calificado, el cual le permite realizar cierto tipo de soldaduras de acuerdo con la clasificación de ésta. Una vez realizada la soldadura o soldaduras, éstas se someterán a pruebas y ensayos como: ultrasonido, radiografiado, líquidos penetrantes, dureza, etc., donde la calidad de la soldadura es responsabilidad del fabricante.

Al efectuar el diseño se deberán preparar procedimientos específicos de soldadura para cada caso.

Los procedimientos de soldadura serán presentados para su aprobación y estudio antes de aplicar cualquier cordón de soldadura para cada caso en particular. Este procedimiento debe indicar la preparación de los elementos a soldar, así como la temperatura a la que se deberá precalentar tanto el material de aporte (electrodo, si lo hubiera), como los materiales a unir.

Todas las soldaduras serán aplicadas mediante el proceso de arco eléctrico sumergido, arco con gas inerte o electrodos recubiertos. Estos procesos pueden ser manuales o automáticos. En cualquiera de los dos casos, deberán tener penetración completa, eliminando la escoria dejada al aplicar un cordón de soldadura antes de aplicar sobre éste el siguiente cordón.

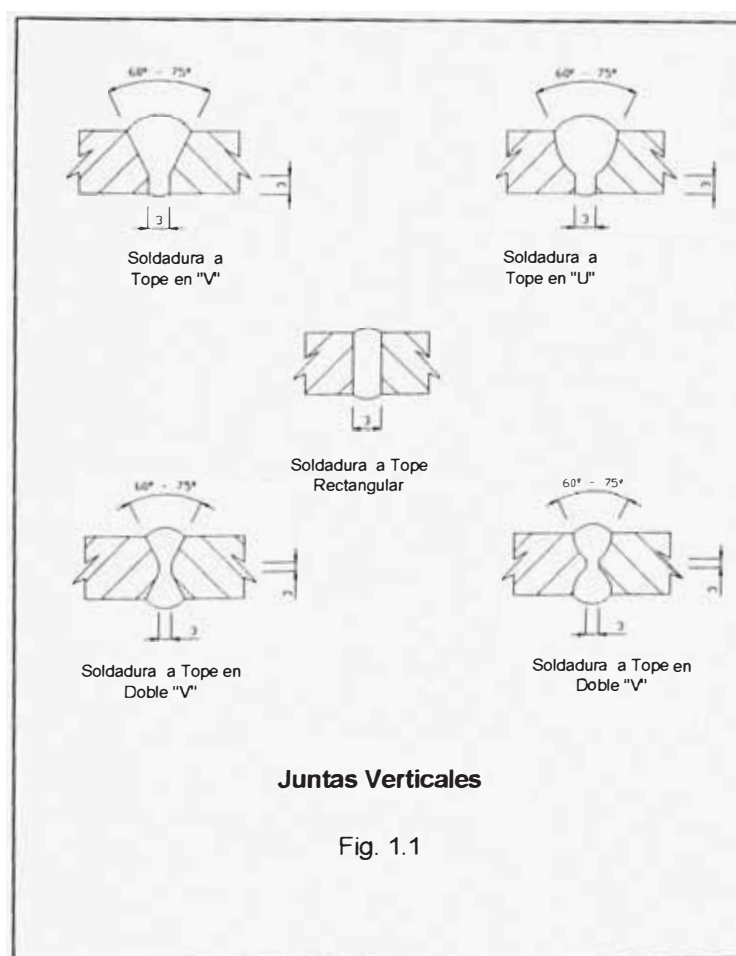
Las soldaduras típicas entre elementos, se muestran en las figuras 1.1. y 1.2. La cara ancha de las juntas en "V" y en "U" podrán estar en el exterior o en el interior del cuerpo del tanque dependiendo de la facilidad que se tenga para realizar el soldado de la misma. El tanque deberá ser diseñado de tal forma que todos los cordones de soldadura sean verticales, horizontales y paralelos, para el cuerpo y fondo, en el caso del techo, podrán ser radiales y/o circunferenciales.

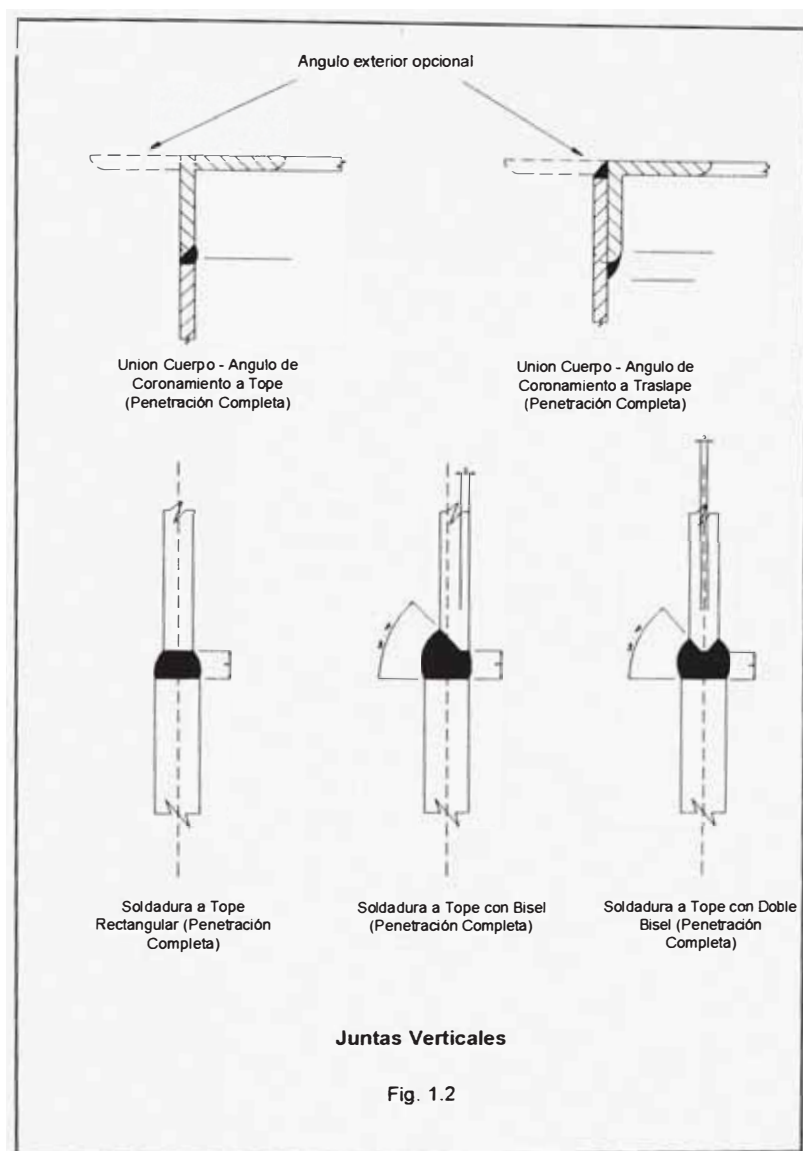


- **Juntas Verticales del Cuerpo**

A) Las juntas verticales deberán ser de penetración y fusión completa, lo cual se podrá lograr con soldadura doble, de tal forma que se obtenga la misma calidad del metal depositado en el interior y el exterior de las partes soldadas para cumplir con los requerimientos del procedimiento de soldaduras.

B) Las juntas verticales no deberán ser colineales, pero deben ser paralelas entre sí en una distancia mínima de 5 veces el espesor de la placa (5t).





## Juntas Horizontales

A) Las juntas horizontales, deberán ser de penetración y fusión completa, excepto la que se realiza entre el ángulo de coronamiento y el cuerpo.

B) A menos que otra cosa sea especificada, la junta a tope con o sin bisel entre las placas del cuerpo, deberán tener una línea de centros o fibra media común.

### **Soldadura del Fondo**

A) **Soldadura a Traslape.**- Las placas del fondo deberán ser rectangulares y estar escuadradas. El traslape tendrá un ancho de, por lo menos, 32mm. (1-1/4 pulg.) para todas las juntas: las uniones de dos o tres placas, como máximo que estén soldadas, guardarán una distancia mínima de 305mm. (1 pie) con respecto a cualquier otra junta y/o a la pared del tanque. Cuando se use placa anular, la distancia mínima a cualquier cordón de soldadura del interior del tanque o del fondo, será de 610mm. (2 pie).

Las placas del fondo serán soldadas con un filete continuo a lo largo de toda la unión. A menos que se use un anillo anular, las placas del fondo llevarán bayonetas para un mejor asiento de la placa del cuerpo que son apoyadas sobre el fondo de acuerdo a la Figura 1.4.

B) **Soldadura a Tope.**- Las placas del fondo deberán tener sus cantos preparados para recibir el cordón de soldadura, ya sea

escuadrando éstas o con biseles en "V". Si se utilizan biseles en "V" la raíz de la abertura no deberá ser mayor a 6.3 mm. (1/4 pulg.). Las placas del fondo deberán tener punteada una placa de respaldo de 3.2 mm. (1/8 pulg.) de espesor o mayor que la abertura entre placas, pudiéndose usar un separador para conservar el espacio entre las placas.

Cuando se realicen juntas entre tres placas en el fondo del tanque, éstas deberán conservar una distancia mínima de 305 mm. (1 pie) entre sí y/o con respecto a la pared del tanque.

#### **Juntas de la Placa Anular del Fondo**

La junta radial del fondo de la placa anular deberá ser soldada con las mismas características expuestas en el punto "B" del párrafo anterior y tener penetración y fusión completa. El material de la placa anular será de las mismas características que el material del fondo.

#### **Juntas del Cuerpo - Fondo**

A) Para espesores de placa del fondo o de placas anulares que sean de 12.7mm. (1/2 pulg.) o menores son incluir corrosión, la unión entre el fondo y el canto de las placas del cuerpo tendrá que ser hecha con un filete continuo de soldadura que descansa de ambos lados de la placa del cuerpo (Ver Figura 1.4).

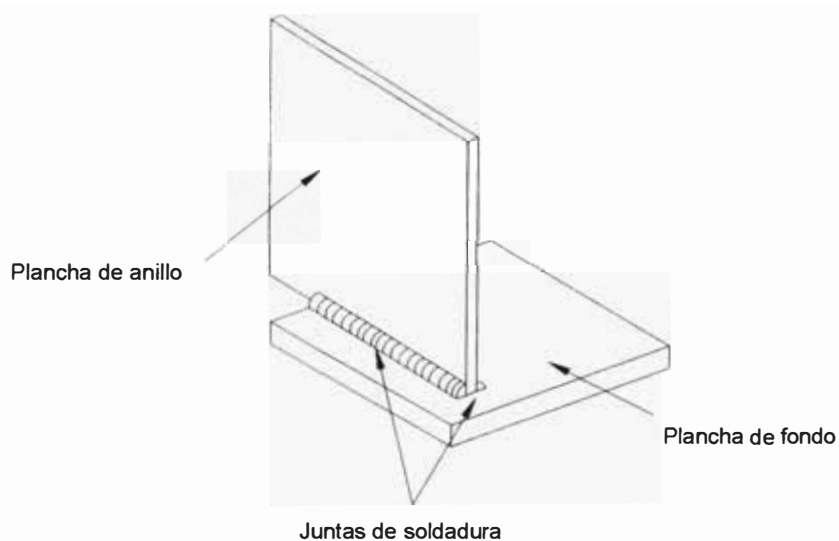


Figura 1.4

El tamaño de cada cordón, sin tomar en cuenta la corrosión permisible, no será mayor que 12.7mm. (1/2") y no menor que el espesor nominal de la más delgada de las placas a unir, o menor que los siguientes valores:

MÁXIMO ESPESOR DEL TANQUE (mm.)	DIMENSION MÍNIMA DEL FILETE (mm.)
4.76	4.76
> 4.76 - 19.05	6.35
> 19.05 - 31.75	7.93
> 31.75 - 44.45	9.52

TABLA 1.2

B) Para placas anulares de un espesor mayor de 12.7 mm. (1/2 pulg.), la junta soldada deberá ser de una dimensión tal que la pierna del filete

o la profundidad del bisel más la pierna del filete de una soldadura combinada sean del mismo espesor que la placa anular.

C) El filete entre cuerpo y fondo para materiales en los grupos IV, IVA, V ó VI debe realizarse con un mínimo de dos cordones de soldadura (Ver Tabla 1.2).

### **Juntas para Anillos Anulares**

A) Las soldaduras para unir secciones anulares que conformen todo el anillo tendrán penetración y fusión completa.

B) Se usarán soldaduras continuas para todas las juntas que por su localización puedan ser objeto de corrosión por exceso de humedad o que puedan causar oxidaciones en la pared del tanque.

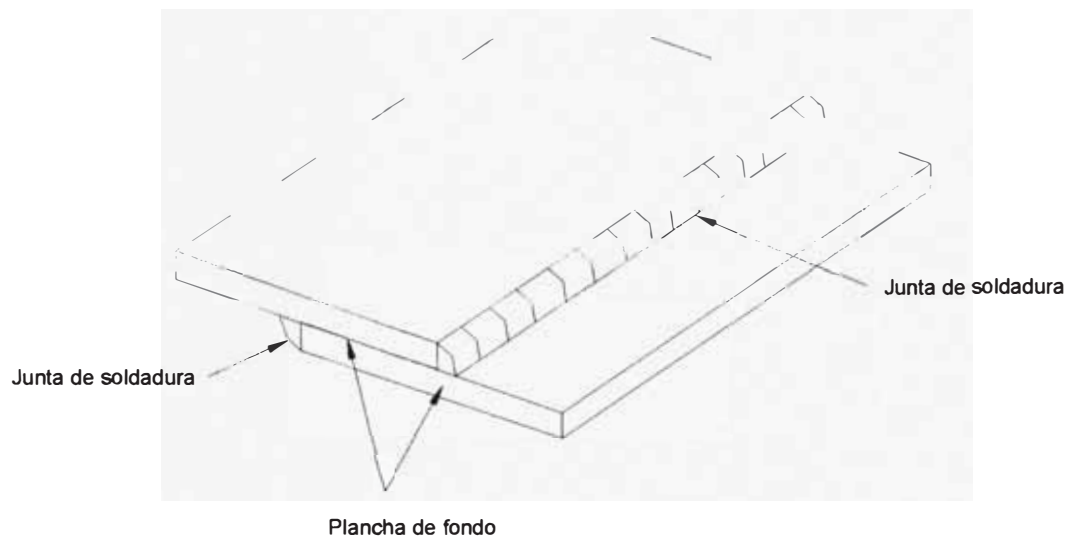
### **Juntas del Techo y Perfil de Coronamiento**

A) Las placas del techo deberán soldarse a traslape por el lado superior con un filete continuo igual al espesor de las mismas (Ver Figura 1.5).

B) Las placas del techo serán soldadas al perfil de coronamiento del tanque con un filete continuo por el lado superior únicamente y el tamaño del filete será igual al espesor más delgado (Ver Figura 1.5).

C) Las secciones que conformen el perfil de coronamiento para techos auto soportados estarán unidas por cordones de soldadura que tengan penetración y fusión completa.

D) Como una opción del fabricante para techos auto soportados, del tipo domo y sombrilla, las placas perimetrales del techo podrán tener un doblado horizontal, a fin de que descansen las placas en el perfil de coronamiento.



**Figura 1.5**

### 3.0 DESARROLLO DEL DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO

El desarrollo del sistema contra incendio esta sustentada en la norma Americana NFPA, en la cual se indica parámetros generales para el diseño de un sistema contra incendio. Además el apoyo de ediciones desarrolladas en base a las normas NFPA de procedencia Americana como la fire Protection Engineering.

Se inicia evaluando el estado de la planta o fabrica, si existe un sistema de contra incendios.

#### 3.1 Situación actual

La fabrica en la actualidad cuenta con un sistema de Redes contra incendio la cual se comparte con otras líneas de tuberías de otro uso, según la norma NFPA es recomendable tener un sistema contra incendio independiente a cualquier otro sistema de redes de tal manera mantener las presiones requeridas en cualquier emergencia.

El Sistema Contra Incendio de la planta de Fabricación de Insumos Químicos a la fecha, comparte las bombas del Sistema Hidroneumático N° 2 adyacente a la Sala de Calderos.



Estas bombas poseen una capacidad de suministro de agua de 120 gpm a 42 psi como máximo y tienen unas válvulas de corte y derivación para bloquear el Sistema de Agua Cruda y pasar la descarga de las bombas a la red Contra Incendio.

La red nace con una tubería de 2 ½" y en algunos tramos llega a ser de 4" y la distribución de gabinetes Contra Incendio sigue el criterio de que una manga y sólo una llega a un punto determinado de siniestro.

Los gabinetes existentes poseen válvulas para conexión de mangueras de 2 ½" y 1 ½" con pitones de descarga regulables con chorro tipo niebla.

### **Observaciones de durante la inspección**

Se encuentra una presión en la red de 42 psi es insuficiente para botar de flujo a una manga de 2 ½" y que ésta sea efectiva para una siniestro. Según las normas NFPA las redes Contra Incendio deben trabajar con presiones como mínimo de línea de 100 psi.

El hecho de llegar con una sola manga a la zona de siniestro no garantiza un adecuado o suficiente ataque contra incendios, puesto que se debe considerar 2 premisas:

- a. Ataque al siniestro propiamente dicho (fuente de generación de energía).

- b. Enfriamiento de las zonas adyacentes para evitar la expansión del siniestro.

La tubería posee tramos troncales con muy poco diámetro lo cual originaría altas caídas de presión afectando el flujo y presión en mangas.

La red Contra Incendio actual no es una red presurizada ya que no tiene un suministro continuo de presurización. Esto puede originar golpes de ariete y daños a las personas o las mangas ante una mala operación.

### **3.2 Propuesta de diseño**

La propuesta de diseño para la planta de fabricación de insumos químicos, según premisas antes mencionadas basadas en normas y ediciones de diseños de protecciones contra el fuego. Se selecciona áreas de siniestros relevantes para realizar ubicar los puntos de llegas de hidrantes y la cantidad de hidrantes según el criterio de diseño. Las normas NFPA son muy generales en el criterios de ubicación y deja algunas criterios para que el diseñador tome parámetros de diseño, para este caso se tomara ediciones basadas en la norma NFPA como la SFPE Society of fire protection Engineering

#### **3.2.1 Descripción del diseño**

Se seleccionara zonas o escenarios de siniestros relevantes, por los materiales que encierran las zonas. También se tomara puntos de llegadas de tal manera cubrir todo el área de la fabrica que sirva como puntos de toma para los siniestros.

### 3.2.1.1 Criterios de Diseño

Según el criterio de diseño mencionado por la SFPE sostiene tomar por cada 900 m<sup>2</sup> un gabinete con grifos para amage de siniestros. Adicionalmente se debe colocar otro gabinete para enfriamiento de las zonas adyacentes.

Se determina 4 zonas o escenarios de siniestros relevantes en toda la planta.

La primera zona (escenario 1) corresponde a 1.270 m<sup>2</sup> de almacenes (ver esquema).

En este almacén existe almacenamiento de cartones y productos químicos inflamables en gran cantidad. Aproximadamente 600 posiciones de almacenamiento por medio de parihuelas.

La segunda zona (escenario 2) corresponde a 880 m<sup>2</sup> una zona de producción (sabores, aceites y solventes), la cual viene siendo ampliada. Aproximadamente 52 posiciones de almacenamiento de productos inflamables.

La tercera zona (escenario 3) corresponde a 687 m<sup>2</sup> una zona (Atomizado), la cual posee varios quemadores a gas (aprox. 5 und).

Y la cuarta zona (escenario 4) corresponde a una zona de almacenamiento de solventes y aceites, un almacén de

aproximadamente 1.400 m<sup>2</sup>, 1.000 posiciones de capacidad de almacenamiento por medio de parihuelas.

En estos escenarios, en especial en las zonas 1 y 4, se están considerando llegar con 4 gabinetes tipo A (según la norma NFPA 14 sistema de clase III, consta de dos salidas 01 de Ø 1 ½" y 01 de Ø 2 ½"), para ataque y para enfriamiento, con un flujo instantáneo de agua para mitigación el fuego de 480 gpm a una presión de 100 psi.

### 3.2.1.2 Equipamiento del sistema

El sistema comprende la instalación de 14 gabinetes tipo A que cuentan con una válvula angular de 2 ½", una válvula angular de 1 ½", una manga de 30 m de 2 ½" con pitón de chorro tipo niebla para 2 ½" y una manga de 1 ½" de 30 m de largo con pitón de 1 ½" con chorro tipo niebla.

Y la instalación de 06 gabinetes tipo B, para cubrir toda el área de la planta como zonas de bajo siniestro relevante, con acometida de red de 1 ½" con una válvula angular de 1 ½", una manga de 1 ½" y un pitón de chorro tipo niebla de 1 ½":

También se instalará una siamesa (standpipe) de 2 ½" en el exterior del predio para conexión de Bomberos.

La tubería troncal será de 6" y de acuerdo a su distribución los ramales irán bajando a 4", 3", 2.1/2", 2 y 1½" dependiendo de la cantidad y tipo de gabinetes a alimentar. En su mayor parte la tubería será aérea de

acero al carbono SCH 40, solo algunos tramos serán enterrados y de HDPE, por facilidad de instalación.

### **3.2.1.3 Sistema de Bombeo.**

Según la norma NFPA 14, 7.10 el caudal de diseño. Para el Sistema de Bombeo se está considerando la instalación de una bomba de 600 gpm a 100 psi en paralelo con una bomba de presurización de 20 gpm a 100 psi. Con este sistema se podrá cubrir los 4 gabinetes previstos para un escenario determinado a demás de un sistema de rociadores para los 2 almacenes más grandes.

### **3.2.1.4 Sistema de Tuberías.**

El uso de redes tuberías necesarias para el traslado del flujo de agua, para el sistema se selecciona tuberías en acero al carbono sin costura Schedule 40 según la norma ASTM y el uso de tuberías enterradas por la flexibilidad y durabilidad se usara polietileno de alta densidad (HDPE) normalizados según UNE 53.133.

### **3.2.1.5 Sistema de rociadores de agua.**

El sistema contra incendio considera la instalación futura de rociadores c/bulbo y válvula de bloqueo en las zonas 1 y 4 del predio. Se considera lo siguiente para el diseño según la norma NFPA 15 para la instalación de rociadores:

- a. Un ratio de enfriamiento de 0.25 gpm/pie<sup>2</sup>.

- b. Una distancia entre rociadores de 2.5 m.
- c. Tubería inundada para el rápido ataque C/I.

Para ello necesitaríamos una cantidad de 448 roceadores en las zonas 1 y 4.

### **3.2.1.6 Almacenamiento de Agua.**

Dado que los dos reservorios de agua de la planta son muy pequeños y no están interconectados para dotar de agua el tiempo suficiente a la red, se recomienda la fabricación de un tanque cilíndrico de pared cónica de 150 m<sup>3</sup> de capacidad. Esto permitirá tener un aprovisionamiento de 1 hora de agua para lucha contra incendio propiamente. El diseño del tanque será realizado según el estándar Americano API 640 del Instituto Americano del Petróleo, para tanques de almacenaje a presión atmosférica.

Dimensiones del Tanque:

- Diámetro: 5.2 m
- Altura : 7.5 m

Material: Ac. Estructural A-36 según ASTM de grado A y B

Por lo descrito de esta manera se pueden definir 4 etapas para el diseño del sistema:

- a. Recorrido de red y gabinetes.

- b. Instalación de bombas Contra Incendio.
- c. Nuevo Reservoirio de Agua Contra Incendio de 150 m<sup>3</sup>.
- d. Sistema de rociadores para escenarios 1 y 4 (almacenes).

### **3.2.2 Memória de Cálculos**

El calculo del sistema contra incendio esta basado de acuerdo a los criterios de diseño seleccionado para las áreas de la planta industrial seleccionada. Los cálculos del sistema de bombeo se baso en la selección de los equipos basados de acuerdo a la capacidad de la disposición de los gabinetes y el dimensionado de los roceadores destinados en las áreas indicadas, basados por ser de alto riesgo de inicios de un incendio.

El calculo de tuberías esta basado utilizado el coeficiente de perdida (k) de los accesorios, obteniendo las presión final, para determinar el dimensionado de las tuberías.

Para la instalación de las redes, se utiliza soportería de manera distribuida, utilizado de criterios de distribución y ubicación por el recorrido de las redes.

#### **3.2.2.1 Selección del Sistema de Bombeo**

Para realizar el cálculo del sistema de bombeo de acuerdo a la capacidad se basa de acuerdo a la norma NFPA 14, el caudal de diseño. Se selecciona una bomba de 600 gpm a 100 psi en paralelo con una bomba de presurización de 20 gpm a 100 psi.

De acuerdo a los catálogos de Hidrostal se selecciona el tipo de bomba a utilizar en el sistema de acuerdo a la capacidad, la Bomba C/I principal marca Hidrostal modelo 65-200, 3540 RPM, impulsor de 190 mm, 50 HP. Y la selecciona de una segunda bomba de presurización, la Bomba de presurización marca Hidrostal modelo B 1x1,1,1/2"-3,4T, 3400 RPM, 2,5 HP.

### **3.2.2.2 Cálculo del abastecimiento del tanque de almacenamiento**

Para el abastecimiento de todo el sistema es necesario considerar la construcción de un tanque de almacenaje de previsión de agua, para un flujo continuo, se considera para la capacidad de los sectores de mayor requerimiento en los cuales se utiliza 04 gabinetes de capacidad de 120 GPM para ser utilizado en un tiempo continuo de 1 hora.

$$4 \times 120 = 480 \text{ GPM}$$

Entonces se requiere para 1 hora el abastecimiento;

El requerimiento del tanque de almacenaje es de 109.152 m<sup>3</sup>, para lo cual se diseñara un tanque de 150 m<sup>3</sup>.

Las dimensiones del tanque serán:

- Diámetro: 5.2 m
- Altura : 7.5 m

**Material:** Acero Estructural A-36 según ASTM de grado A y B



### 3.2.2.3 Cálculo de la red de tuberías

El sistema de tuberías en base a las siguientes capacidades de suministro de agua por los gabinetes.

Tipo A: 120 GPM@100psi

Tipo B: 50 GPM@100psi

- Escenario críticos:  
Zonas 1 y 4
- Cantidad de Gabinetes involucrados:  
Hasta 04 und  
Flujo total de alimentación 4 x 120 = 480 GPM
- De instalarse futuro sistema de rociadores C/I:  
Densidad de aplicación: 0.25 GPM/pie2
- Máxima área de aplicación de rociadores: 100 m2  
Flujo requerido: 270 Gpm
- Caída de presión en tuberías:

#### Calculo de la Red Contra Incendio

Numero de Reynold  
(Re)

$$\text{Re} = \frac{VD}{\nu}$$

D = Diámetro interior

m

V = Velocidad de circulación m/s

$\nu$  =Viscosidad cinematica m2/s (para el agua es 1,24 x 10E-6)

## Bernoulli

$$\frac{P_A}{\gamma} + \frac{V_A^2}{2g} + Z_A = \frac{P_B}{\gamma} + \frac{V_B^2}{2g} + Z_B + J$$

Al ser velocidad constante

$$V_A = V_B \text{ (velocidad constante)}$$

$\gamma$  = Peso específico del agua es 1000 kg/m<sup>3</sup>

### Unidades de Referencia

1 PSI = 0,0689 bar

1 PSI = 6,7637 kg/cm<sup>2</sup>

### TABLA DE MEDIDAS DE ACCESORIOS

	6"	4"	3"	2 1/2"	1 1/2"		
<b>Codo 90°</b>	0,12959	0,099745	0,084825	0,074615	0,037935		
<b>Tee</b>	0,165	0,127	0,108	0,095	0,07		
	6" - 4"	6" - 3"	6" - 2 1/2"	4" - 2 1/2"	4" - 1 1/2"	3" - 2 1/2"	2 1/2" - 1 1/2"
<b>Reducción</b>	0,102	0,102	0,102	0,076	0,254	0,064	0,064
	2 1/2"	1 1/2"	6"	4"			
<b>Valvula Angular</b>	0,12	0,08					
<b>Valvula Compuerta</b>			0,32	0,28			
<b>Valvula Mariposa</b>			0,15				

### TABLA DE PERDIDAS EN ACCESORIOS RAURADOS

ELEMENTO	f ó $\lambda$
VALVULA	0,12
CODOS 90	0,27
CODOS 45	0,27
TOMA	0,5
TEE	0,9
REDUCCION	0,5

Ver tabla de cálculos en anexos.

### 3.2.2.4 Selección de Soportaría Recomendada

El uso de soportaría se utilizara en las tuberías aéreas, instaladas en la Red Contra Incendio. El uso de soportaría según.

La tubería y el equipo deberán estar soportados en forma sustancial y como resultado de un buen trabajo, de manera que puedan evitar o reducir la vibración excesiva, y deberán estar lo suficientemente bien anclados, para evitar tensiones indebidas en el gabinetes y válvulas conectadas.

#### **Holgura para la Dilatación**

Deberán instalarse soportes de apoyo, colgadores y anclajes de manera que no interfieran con la libre dilatación y contracción de la tubería entre anclajes (ver Tabla 2.1). Se deberán proveer soportaría adecuada, con sujeciones de cimbrado o abrazados, etc., donde sea necesario.

<b>DILATACIÓN TÉRMICA DE MATERIALES DE TUBERÍA</b>	
<b>Acero al Carbono y de Baja Aleación Acero de Alta Resistencia y Hierro Fundido</b>	
<b>Temperatura en °F</b>	<b>Dilatación Total, pulgadas/100 pie. por encima de 32 °F</b>
32	0.0
60	0.2
100	0.3
125	0.7
150	0.9
175	1.1
200	1.3
225	1.5
250	1.7
300	2.2
350	2.6
400	3.0
450	3.5

**Tabla 2.1**

### Materiales, Diseño e Instalación

Todos los soportes, postes y anclajes, deberán ser fabricados de materiales durables e incombustibles, los materiales encontrados en nuestro ambiente son fabricados según la Norma Técnica ASTM A36 y la Norma equivalente DIN 17100 St 37 -2. Diseñados e instalados en conformidad con las buenas prácticas de ingeniería (según recomendaciones de deflexión longitudinal, ver Tabla 2), para las condiciones de servicio en que se hallen. Todas las partes del equipo de soporte, deberán estar diseñadas e instaladas de manera que no se desenganchen con el movimiento de la tubería que soportan; para ello se utilizarán diferentes materiales que se encuentran en el mercado local como abrazaderas tipo collarín en Platina, abrazaderas en redondo liso como los U-bolts. Los anclajes para el montaje de los soportes se pueden utilizar pernos de expansión o soldados en la estructura existente.

#### Distancia Recomendada para Soportería de Tuberías de Acero al Carbono

Diámetro Nominal	SCH	Peso Tubería (kg/m)	Peso de tubería + agua (kg/m)	Distancia Recomendada (m)	Peso por Soporte (kg)
¾"	Sch40	1.6	2.1	1.3	3
	Sch80	2.2	2.5	1.5	4
1"	Sch40	2.5	3.1	1.8	6
	Sch80	3.3	3.7	2.1	8
1 ½"	Sch40	4.0	5.4	2.0	11
	Sch80	5.4	6.5	2.7	18
2"	Sch40	5.4	7.6	2.5	19
	Sch80	7.4	9.4	3.0	29
2 ½"	Sch40	8.6	11.7	3.0	35
	Sch80	11.4	14.1	3.4	47
3"	Sch40	11.3	16.2	3.7	60
	Sch80	15.3	19.5	4.0	78
4"	Sch40	16.1	24.2	4.3	104
	Sch80	22.3	29.7	4.8	143

6"	Sch40	28.2	46.8	5.2	243
	Sch80	42.5	59.3	5.8	344
8"	Sch40	42.5	74.6	5.8	433
	Sch80	64.5	93.9	6.4	601
10"	Sch40	60.2	110.9	6.7	743
	XS (0.500)	81.3	129.3	7.5	970
12"	Std (0.375)	66.3	146.5	7.0	1026
	XS (0.500)	97.2	167.1	7.8	1303
14"	10 (0.250)	55.0	147.1	7.6	1118
	30 (0.375)	81.7	169.4	8.5	1440
16"	10 (0.250)	62.4	184.3	8.2	1511
	30 (0.375)	93.6	211.0	9.0	1899
18"	10 (0.250)	69.9	225.9	8.5	1920
	30 (0.375)	105.5	255.6	9.5	2428

**Tabla 2.2**

Nota: Los valores indicados de distancias corresponden a tuberías sin ningún tipo de elementos, tales como flanges, válvulas, elementos en línea, etc

#### **Fuerzas en los Tramos de Tubería**

(a) Todas las juntas de tubería expuesta, deberán poder resistir la máxima fuerza debida a la presión interna, es decir, la presión de diseño (psi) multiplicada por el área interna la tubería en pulgadas cuadradas (pulg<sup>2</sup>) así como cualesquiera fuerzas adicionales debidas a la dilatación o contracción por temperatura o por el peso de la tubería y su contenido.

(b) Si es que se usan acoples de compresión o de tipo manga en la tubería expuesta, deberán tomarse medidas para resistir las fuerzas longitudinales.

Si no se toman tales medidas en la fabricación de las uniones, se deberán proveer amarres o apoyos adecuados, aunque tal diseño no debe interferir con el desempeño normal del acople o conexión ni con su mantenimiento apropiado

### Sujeción de Soportes y Anclajes

El uso de una sujeción a la tubería mediante soportes independientes fabricados con materiales mencionados en párrafos anteriores. Y el uso anclajes si son necesarios en estructura de concreto o soldados en estructura metálica existente. En el apéndice mostraremos los diferentes tipos de soportes recomendados para la fijación.

### 3.2.3 Listado de Materiales y Equipos

En el siguiente listado se indican los diversos materiales a utilizar en la fabricación e instalación del sistema contra incendio. Dando los metrados correspondientes según los planos de fabricación diseñados.

#### Materiales Principales en las Redes

##### Materiales Permanentes

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Tubo de 6" Ac. Carbón ASTM A-53 grado B sch 40	m	343
2	Tubo de 4" Ac. Carbón ASTM A-53 grado B sch 40	m	216
3	Tubo de 3" Ac. Carbón ASTM A-53 grado B sch 40	m	67
4	Tubo de 2.1/2" Ac. Carbón ASTM A-53 grado B sch 40	m	83
5	Tubo de 2" Ac. Carbón ASTM A-53 grado B sch 40	m	14
6	Tubo de 1.1/2" Ac. Carbón ASTM A-53 grado B sch 40	m	128
7	Mangueras Ø 2 1/2" c/ pitón Ø 2 1/2"	und	14
8	Mangueras Ø 1 1/2" c/ pitón Ø 1 1/2"	und	20
9	Codo Ranurado Ø 6" x 90°	und	7
10	Codo Ranurado Ø 4" x 90°	und	4
11	Codo Ranurado Ø 3" x 90°	und	5
12	Codo Ranurado Ø 2 1/2" x 90°	und	5
13	Codo Ranurado Ø 1 1/2" x 90°	und	7
14	Tee Ranurado Ø 6"	und	12
15	Tee Ranurado Ø 4"	und	2
16	Tee Ranurado Ø 2 1/2"	und	2
17	Reducción Ranurado Ø 6" a Ø 4"	und	4
18	Reducción Ranurado Ø 6" a Ø 3"	und	1



19	Reducción Ranurado Ø 6" a Ø 2 1/2"	und	7
20	Reducción Ranurado Ø 4" a Ø 3"	und	1
21	Reducción Ranurado Ø 4" a Ø 2 1/2"	und	4
22	Reducción Ranurado Ø 4" a Ø 1 1/2"	und	2
23	Reducción Ranurado Ø 3" a Ø 2 1/2"	und	2
24	Reducción Ranurado Ø 2 1/2" a Ø 1 1/2"	und	2
25	Acople Rígido Ranurado Ø 6"	und	8
26	Acople Flexible Ranurado Ø 6"	und	92
27	Acople Rígido Ranurado Ø 4"	und	11
28	Acople Flexible Ranurado Ø 4"	und	38
29	Acople Rígido Ranurado Ø 3"	und	4
30	Acople Flexible Ranurado Ø 3"	und	9
31	Acople Rígido Ranurado Ø 2 1/2"	und	27
32	Acople Flexible Ranurado Ø 2 1/2"	und	27
33	Acople Rígido Ranurado Ø 1 1/2"	und	12
34	Acople Flexible Ranurado Ø 1 1/2"	und	23
35	Tee Roscado Ø 2 1/2"	und	14
36	Tee Roscado Ø 1 1/2"	und	20
37	Reducción Bushing Ø 2 1/2" a Ø 1 1/2"	und	14
38	Tapón Roscado Hembra Ø 1 1/2"	und	20
39	Codo soldable Sch40 Ø 4" x 90°	und	1
40	Brida Slip on Ø6" x 150 lb	und	8
41	Brida Slip on Ø4" x 150 lb	und	14
42	Tubería HPDE Ø 100 mm	m	30
43	Codo HPDE Ø 100 mm x 90°	und	4
44	Union HPDE Ø 100 mm	und	2

### Equipos seleccionados

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Gabinete tipo A 925 mm x 627 mm x 375 mm	m	343
2	Gabinete tipo B 725 mm x 627 mm x 325 mm	m	216
3	Bomba C/I principal marca Hidrostal modelo 65-200, 3540 RPM, impulsor de 190 mm, 50 HP	m	67
4	Bomba de presurización marca Hidrostal modelo B 1x1,1/2"-3,4T, 3400 RPM, 2,5 HP	m	83
5	Rociador K=5.6 GPM/ psi (1/2) conexión 1/2" NPT tipo Pendent con elemento fusible, material bronce	m	14
6	Válvulas Angulares Ø 2 1/2" , NPT, Bronce	m	128
7	Válvulas Angulares Ø 1 1/2" , NPT, Bronce	und	14
8	Válvula de Compuerta Ø 6", Bridada	und	6
9	Válvula de Compuerta Ø 4", Bridada	und	1

10	Válvula Mariposa Ø 6" x 150 lb.	und	1
11	Válvula Check wafer Ø 6"	und	459
12	Válvula Check wafer Ø 4"	und	14
13	Válvula de bola Ø 1 ¼" x 150lb	und	2
14	Válvulas Siamesas de inyección – Standpipe 166Y A105	und	1

### 3.3 Instalación de Redes de Tuberías

En nuestra industria existen diferentes maneras y formas de proceder a la instalación de redes de tuberías. Para este informe se muestra planes de instalación de redes de tuberías, según la norma internacional NFPA e indicaciones de seguridad relacionados para la fabricación y el montaje de todas las redes, y equipamiento necesario para su funcionamiento.

#### 3.3.1 Planes de Instalación

Para la instalación de la Red Contra Incendio es necesaria la manipulación de las tuberías, fabricación de accesorios de fijación de las tuberías como; soportes y postes. La fabricación de la sala de bombas y el tanque de almacenaje.

Para realizar un plan de instalación se debe verificar los obstáculos y dificultades que se tiene en el terreno. Lo primero, será la fabricación de soportería necesaria para la fijación de la tubería, tomando también el punto de vista estético para la fabricación y el montaje. El tiempo para ejecutar los proyectos es muy necesario para terminar los plazos establecidos, por ese lado, es necesario tomar tiempos fabricación y montaje. Estimando los tiempos de demora de cada tarea que corresponde a las actividades a



realizar, estimar los rendimientos del personal a utilizar para ejecutar las tareas.

Lo segundo, será necesario una vez fijados los soportes, proceder al montaje de las tuberías, para esta red el montaje de estas tuberías será por medio de accesorios llamados acoples ranurados. Para ello es necesario el previo metrado de los nipples a utilizar para el montaje para llevarlos a ranurarlos.

Ubicar las válvulas de corte según indicado en los planos, y si es necesario ubicar adicionalmente soportes para fijar las válvulas según sus pesos, se debe proceder a realizarlo.

Para el montaje de las tuberías enterradas es necesario tener las siguientes pautas para asegurar la fijación y protección de las redes enterradas. Las tuberías enterradas son de material flexible para ello es necesario protegerlo, se procede a realizar una zanja de 0.50 m de ancho x 1.20 m de profundidad, apisonando el fondo con tierra y nivelando unos 0.20 m, luego enterrar la tubería y cubrirlo con mas tierra y apisonar ligeramente unos 0.40 m, luego colocar una mezcla de concreto de 120 kg/cm<sup>2</sup> para protección de la tubería por unos 0.22 m, luego cubrir con tierra unos 0.20 m de espesor colocando una cinta roja para indicar que existe una tubería enterrada en ese lugar, luego finalizar nivelando con el terreno exterior, si se realizo la zanja en una loza o en terreno verde o piso asfaltado.

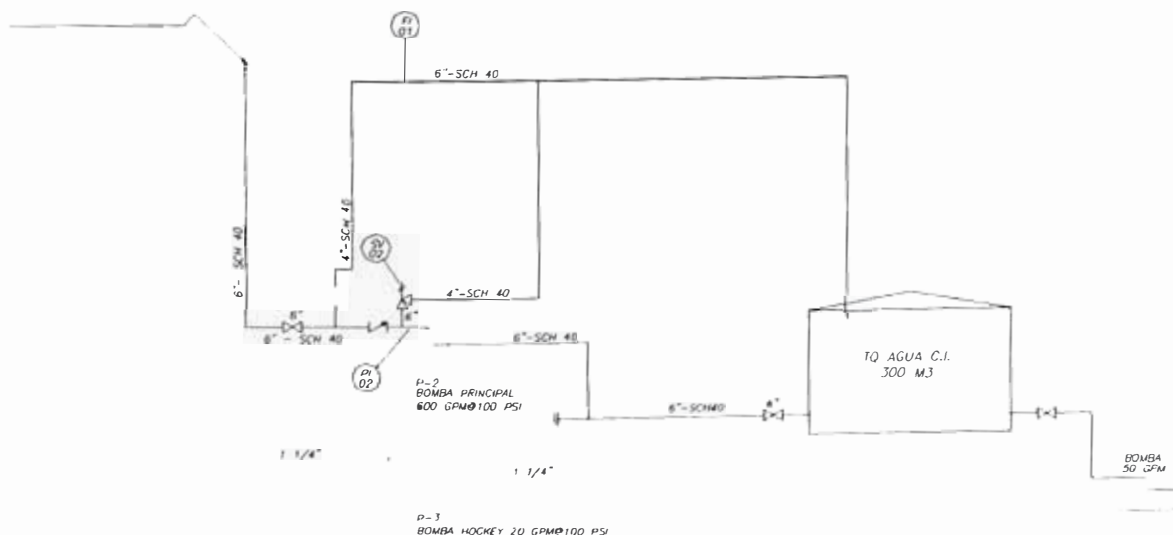
### Procedimiento de Instalación de la Red Contra Incendio

Tarea	Descripción	Día de inicio	Tiempo en Dias
<b>1.0</b>	<b>Primera etapa</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
1	Verificar los planos de fabricación	1	1
<b>1.1</b>	<b>Soportería</b>	<b>1</b>	<b>28</b>
2	Logística de los materiales, traslado y almacenaje de materiales y herramientas	1	2
3	Habilitación de soportería, corte y armado	2	7
4	Soldeo de soportería y pintado de base y acabado	4	10
5	Montaje de soportería	9	20
<b>1.2</b>	<b>Cimentación de Tanque de Almacenamiento</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
6	Preparación de terreno; nivelación.	5	2
7	Armado de malla y encofrar	7	3
8	Vaciado de concreto	10	1
<b>1.3</b>	<b>Movimiento de tierras para enterrar tubería</b>	<b>7</b>	<b>4</b>
9	Cavado de zanja	7	3
10	Retiro de tierra, limpieza, señalización de área y colocar puentes	9	2
<b>2.0</b>	<b>Segunda etapa</b>		
<b>2.1</b>	<b>Fabricación de tanque de almacenaje</b>	<b>5</b>	<b>71</b>
11	Traslado del material al lugar del servicio de rolado	5	2
12	Rolado de planchas laterales y ángulos	7	9
13	Traslado al lugar del armado	16	2
14	Armado de base del tanque de almacenaje	18	4
15	Soldeo de base del tanque de almacenaje	21	5
16	Trazado y corte de planchas para techo	21	2
17	Traslado de plancha a servicio de rolado	23	4
18	Armado del cuerpo del tanque de almacenaje	25	14
19	Soldeo del cuerpo del tanque de almacenaje	34	35
20	Armado de techo de tanque de almacenaje	27	6
21	Soldeo de techo de tanque de almacenaje	30	13
22	Armado y soldeo de entrada de hombre	43	3
23	Montaje de techo con maniobra (grúa 15 Ton)	45	1
24	Armado y soldeo de techo	45	4
25	Armado y soldeo de escalera y baranda	48	5
26	Limpieza de interior y exterior de tanque	68	2
27	Aplicación de base zincromato interior y exterior	70	3
28	Aplicación de acabado esmalte interior y exterior	73	3
<b>2.2</b>	<b>Habilitación de tuberías</b>		
<b>2.2.1</b>	<b>Tubería enterrada</b>	<b>11</b>	<b>18</b>
29	Traslado de tuberías HDEP al sector de instalación	11	2
30	Habilitación de tubería HDEP	13	2
31	Unión por termofusión de tuberías HDEP	15	2
32	Montaje de tubería en el interior de zanja	17	2
33	Enterrado de tubería en zanja	19	3

34	Prueba de tubería enterrada	21	3
35	Vaciado de concreto de protección y resane de nivel exterior	24	5
<b>2.2.2</b>	<b>Tubería aérea</b>	<b>10</b>	<b>87</b>
36	Traslado de Tuberías ac. al carbono al servicio de arenado	10	2
37	Servicio de arenado y pintado de base epóxica a tubería	12	5
38	Traslado de tubería arenada y pintada al lugar del montaje	17	2
39	Habilitado de tubería	19	15
40	Ranurado de nipples	30	3
41	Armado de spools soldables	32	10
42	Montaje de tubería aérea	42	28
43	Montaje de bajadas a gabinete	71	10
44	Fabricación de soportería para gabinetes	82	10
45	Montaje de soportes para gabinetes	88	7
46	Suministro de gabinetes	85	3
47	Montaje de gabinetes y accesorios de gabinetes	90	7
48	Aplicación de pintura de acabado	82	3
<b>3.0</b>	<b>Tercera etapa</b>		
<b>3.1</b>	<b>Prueba de tubería aérea</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
49	Prueba de inspección visual a las juntas	98	1
50	Prueba de hermeticidad	98	2

### 3.3.2 Diagrama de Instalación

Diagrama de Operación Bombas C/I:



## 4.0 EVALUACION DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO

### 4.1 Evaluación de zonas de riesgo

La evaluación de las zonas de riesgo se considera los sectores propensos a provocar un incendio o ser material inflamable.

En la evaluación se considera el tipo de material o equipos que son parte de los ambientes industriales como:

- Ambientes de almacenaje.
- Ambiente de producción
- La infraestructura de los ambientes.

Para la evaluación se consideran las áreas que ocupan las cuales se consideran para la instalación de gabinetes contra incendios o sistemas de roceadores o en lo contrario sistema de inundación.

### 4.2 Riesgo de los materiales

Según la norma NFPA 101 Life Safety Code, los procesos industriales pueden entrañar riesgos pocos usuales. Se debe saber identificar estos riesgos, como reducirlos y conocer los métodos de protección contra incendio mas apropiado.

## **Riesgos de los materiales**

El nivel de riesgo de los materiales contenido en un edificio es clasificado como bajo, ordinario o alto según NFPA 101, Capítulo 4 del Life Safety Code, código para la seguridad de vidas. El grado de riesgo de incendio de los materiales, que asigne el diseñador, influirá notablemente en la evaluación de la seguridad de vidas y en las recomendaciones resultantes.

**Materiales de riesgo bajo:** Aquellos que su baja combustibilidad no pueden propagar el incendio y, por lo tanto, solo será necesario el uso de salidas de emergencias debido al pánico, humos o fuego procedente de fuentes externas.

**Materiales de riesgo ordinario:** Aquellos que pueden arder con velocidad moderada o desprender una cantidad de humos considerable, pero no desprenderán productos de combustión tóxicos ni explotarán en caso de incendio.

**Materiales de riesgo alto:** Aquellos susceptibles de arder con extrema rapidez y capaces de desprender productos tóxicos o causar explosiones durante un incendio.

Se deberán considerar los siguientes requisitos que se indican a continuación, se dará al conjunto una clasificación de riesgo ordinario según sus materiales, aunque deben considerarse las tres clasificaciones para realizar una evaluación:

1. Los materiales considerados de riesgo alto están protegidos adecuadamente y convenientemente separados del riesgo.

2. Los materiales considerados de riesgo bajo no constituyen de forma significativa en la superficie total de la instalación.
3. Los materiales considerados de riesgo ordinario son predominantes.

#### 4.3 Diagrama de Ubicación de Zonas de Riesgo



## 5.0 ESTRUCTURA DE COSTO

Los alcances del costo de la instalación de una Red contra incendio abarcan desde la elaboración del diseño hasta la instalación y prueba de funcionamiento.

### 5.1 Costo de ingeniería

Este costo involucra el diseño para la instalación y la elaboración de los planos de diseño y de instalación conjuntamente un alcance de los materiales a utilizar para la instalación.

El costo ingeniería promedio en el mercado el de \$ 4 500.00 dólares americanos.

### 5.2 Costos de Fabricación e Instalación

Dentro del costo de la fabricación e instalación se considerara los siguientes alcances que se detallara como.

1. Costo de instalación metal mecánica

Costo de materiales permanentes:

- Considera Equipamiento a instalarse como Bombas, válvulas, gabinetes, mangueras, etc.
- Tubería de acero la cantidad metrada.
- Accesorios para la red como bridas, accesorios roscados, etc.
- Material para soportería.
- Pintura de recubrimiento de protección.
- Material para la fabricación e instalación de tanque.
- Accesorios ranurados.

Costo de materiales consumibles:

- Materiales para las uniones soldadas.
- Todo material de uso para la fabricación e instalación

Costo de mano de obra:

- Supervisión de las obras.
- Personal capacitado para la fabricación e instalación como operarios armadores, soldadores, oficiales y ayudantes.

Costo de maquinaria, herramientas y servicios:

- Herramientas para la fabricación e instalación.
- Equipos para instalación como grúa, montacargas, maquinas de soldar, equipo de pintado, transporte para movilización, etc.



- Servicios de cómo arenado, termofusión para las líneas de HDPE, ranurado de tuberías, servicio de pruebas, etc.

## 2. Costo de obras civiles

- Costo para remover tierras.
- Costo para resane de líneas enterradas.
- Costo de cimentación de tanque.
- Costo de construcción de recinto para sala de bombas.

## 3. Costo de Instalaciones eléctricas

- Costo conexas de bombas y válvulas actuadas.
- Costo para iluminación de la sala de bombas.
- Costo de alarmas

El costo de fabricación e instalación promedio en el mercado el de \$ 145 500.00 dólares americanos.

Se detallara los gastos realizados en un cuadro de costos:

### Cuadro de Costos

<b>Costos Directos</b>		
<b>1</b>	<b>Materiales Permanentes</b>	<b>\$97.247,0<sup>0</sup></b>
	Obras Civiles	\$4.677,00
	Metal-Mecánicos	\$89.620,00
	Eléctricos	\$2.950,00
<b>2</b>	<b>Materiales Consumibles</b>	<b>\$6.435,00</b>
	Obras Civiles	\$970,00
	Metal-Mecánicos	\$4.800,00
	Eléctricos	\$665,00
<b>3</b>	<b>Mano de Obra</b>	<b>\$10.810,00</b>
	Obras Civiles	\$2.200,00
	Metal-Mecánicos	\$7.500,00
	Eléctricos	\$1.110,00
<b>4</b>	<b>Equipos y herramientas</b>	<b>\$5.660,70</b>
	Obras Civiles	\$1.146,00
	Metal-Mecánicos	\$3.710,00
	Eléctricos	\$804,70
<b>5</b>	<b>Servicios por terceros</b>	<b>\$4.820,00</b>
<b>6</b>	<b>Costo Ingeniería</b>	<b>\$4.500,00</b>
<b>7</b>	<b>Costo de Supervisión y Dirección de Obras</b>	<b>\$2.800,00</b>
	<b>Costo Directo</b>	<b>\$132.273</b>
	<b>Gastos administrativos y Generales</b>	<b>\$13.227,27</b>
	<b>10%</b>	
	<b>Costo total</b>	<b>\$145.500,0</b>

## CONCLUSIONES

1. Este informe nos da una clara amplitud en la mejora en el sistema contra incendios para la fábrica de insumos químicos.
2. Se incremento el caudal y la presión de la red contra incendio, seleccionando un nuevo equipamiento.
3. Se cubrió toda el área de la fábrica con gabinetes con manguera contra incendio y válvulas presurizadas.
4. Se mantuvo aislar completamente la red de sistema contra incendio de del uso hacia otros procesos.
5. La red contra incendio mantiene una presión para el amague del incendio por 1 hora, mediante un tanque de almacenaje y bombas para presurizar.
6. La instalación de la red contra incendio genera un costo considerable la cual no genera ninguna perdida sino una medida de prevención a corto y largo plazo.
7. La inversión es cuantiosa pero la instalación es muy práctica y segura en las uniones.

## RECOMENDACIONES

1. Es una alternativa para implementar un sistema seguro para la protección de toda una industria por medio de juntas flexibles, que dan rapidez durante la instalación.
2. Se recomienda mantener un monitoreo de todas las válvulas en gabinetes, para prevenir la presurización de la red.
3. Los gabinetes deben estar colocados en lugares libre de acceso y el mantenimiento continuó de las válvulas y de protección vidrios.
4. Durante la evaluación de las zonas de riesgos, se debe verificar el continuo flujo de materiales y productos que pueden producir un incendio, las cuales se encuentran en las zonas por periodos de tiempos o en lo contrario coordinar para establecer zonas fijas para aquellos productos.
5. Se recomienda aplicar roceadores en zonas de difícil acceso personal y zonas de alto riesgo de siniestros.

## BIBLIOGRAFIA

- Carson, W.G and Klinder, R.L., edition. Fire Protection Systems – 1992
- Catalogo general G-103 Victaulic - 2005
- Grinnell Corporation (1995). Piping Design and Engineering. U.S.A. 7ma Edición.
- Manual de Inspecciones Séptima Edición Traducido por Cepreven Madrid - 2004
- Shigley, Joseph Edward (1984). Diseño en Ingeniería Mecánica. 5ª Edición, México: Mc Graw-Hill
- Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems 14 National Fire Protection Association NFPA - 2003
- The American Society of Mechanical Engineers (1996). Process Piping. ASME Code for Pressure Piping B31.3. U.S.A
- Welded Steel Tanks for oil Storage (API 650) Publicación de la American Petroleum Institute. Octava Edición, - 1988