



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

"Diseño, Construcción e Instalación del Sistema Contra Incendios
para Tanques de GLP para una Empresa dedicada al Proceso de
Roto-Moldeo"

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN
(PROYECTO DE GRADUACIÓN)**

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentado por:

Andrés Danilo Morillo de la Torre

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2015

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme las fuerzas para poder culminar mis estudios universitarios.

A mis padres por todo el apoyo brindado en toda mi vida y por haber sabido guiar por el buen camino.

Y en especial al Ing. Ernesto Martínez Director de este Proyecto por su invaluable ayuda.

DEDICATORIA

El presente Proyecto de Graduación está dedicado A mis Padres: Fabián Morillo, Julieta de la Torre, mis hermanas Belén e Isabel y al Sr. Francisco Alarcón Fernández-Salvador que me apoyaron desde el inicio en mi carrera universitaria y guiaron en cada momento de mi vida.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Jorge Duque R.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Ernesto Martínez L.
DIRECTOR DEL TFG

Ing. Jorge Duque R.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Andrés Danilo Morillo de la Torre

RESUMEN

El presente proyecto contiene la información necesaria para desarrollar y dar a conocer los diferentes criterios y pasos que se necesitan seguir para el diseño de un sistema contra incendio, utilizando las normas de seguridad y protección que sugiere la National Fire Protection Association (NFPA).

La empresa en estudio, se dedica a la fabricación de tanques de plástico, juegos infantiles etc, con el proceso de roto-moldeo, utilizando como combustible GLP (Gas Licuado de Petróleo) y como materia prima principal polietileno de baja densidad. Esta empresa está ubicada en la ciudad de Guayaquil en el Km 12.5 Vía a Daule, y **NO CUENTA CON UN SISTEMA CONTRA INCENDIO** lo que le ha generado muchos problemas con las diferentes entidades como el cuerpo de bomberos etc.

El objetivo del proyecto es diseñar un sistema de protección contra incendios por el método de supresión. Esto se realiza partiendo de una inspección de la planta, evaluando los riesgos que esta puede presentar para ocasionar incendios, aplicando normas nacionales e internacionales de diseño de un sistema contra incendios para que la empresa pueda cumplir con los requisitos normativos aplicables para

este tipo de planta industrial y así mismo operar con seguridad y sin ningún contratiempo con las autoridades pertinentes.

Obteniendo como resultado al termino del proyecto un diseño seguro y confiable para la empresa, se entrega los planos (Isométricos, P&ID, Análisis de Costos, Costo de materiales, Cronograma de actividades.)

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ABREVIATURAS.....	viii
SIMBOLOGÍA.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE PLANOS.....	xii
ANTECEDENTES.....	1
CAPÍTULO 1	
1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. Reseña histórica de la empresa.....	3
1.2. Descripción del proceso de producción por Roto-Moldeo.....	4
1.3. Definición del problema.....	7
1.4. Objetivo del proyecto.....	8
CAPÍTULO 2	
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Fuego.....	9

2.2. Incendio.....	11
2.3. Peligros existentes en la empresa que pueden contribuir a un incendio.....	12
2.4. Métodos de Supresión de un Sistema Contra Incendios.....	12
2.4.1. Método de Supresión Por Enfriamiento	12
2.4.2. Método de Supresión Por Sofocación.....	14
2.4.3. Método de Supresión Por Emulsificación.....	14
2.4.4. Método de Supresión por Dilución.....	15
2.5. Equipos utilizados en la Supresión Contra Incendios.....	16
2.5.1. Rociadores automáticos.....	16
2.5.2. Extintores	18
2.5.3. Gabinetes contra incendios.....	21
2.5.4. Hidrantes	22
2.5.5. Instrumentos de detección y alarmas	24
2.6. Elementos que componen el Sistema de Protección.....	28
2.6.1. Fuente de abastecimiento.....	28
2.6.2. Estación de bombeo.....	29
2.6.3. Línea de distribución.....	37
2.6.4. Método de supresión.....	41
2.7. Normas a utilizar.....	45

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO.....	48
3.1. Esquema de la empresa.....	48
3.2. Análisis de riesgos.....	49

3.3. Selección del Método de Supresión.....	53
3.4. Selección del tipo de Gabinetes Contra incendios.....	55
3.5. Selección del tipo de rociadores.....	57
3.6. Determinación del caudal requerido para el equipo de bombeo..	60
3.7. Cálculo del TDH requerido para el equipo de bombeo.....	66
3.8. Selección del caudal de la bomba principal.....	93
3.9. Selección del caudal de la Bomba Jockey.....	94
3.10. Selección del equipo Motriz.....	95
3.11. Determinación del volumen del reservorio o tanque de almacenamiento.....	96
3.12. Selección del equipo de bombeo contra incendios en base a las normas NFPA.....	97

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DEL COSTO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	102
4.1. Listado de equipos y accesorios.....	103
4.2. Costo de materiales e instalación.....	105
4.3. Análisis del costo de inversión.....	108
4.4. Cronograma de montaje.....	117

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	118
5.1. Conclusiones.....	119
5.2. Recomendaciones para trabajos futuros.....	120

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral.
ASTM	American Society for Testing and Materials.
NFPA	National Fire Protection Association.
API	American Petroleum Institute.
m	Metros.
s	Segundos
Psi	Presión- Libras sobre pulgadas cuadradas
GPM	Galones por minuto
TDH	Altura dinámica total
GLP	Gas licuado de petróleo
ESFR	Rociador de respuesta rápida y supresión temprana

SIMBOLOGÍA

A	Área
D	Diámetro
h_f	Resistencia por fricción en las tuberías
K	Coefficiente adimensional dado por el fabricante del rociador
Q	Caudal
P	Presión
g	Gravedad
ρ	Densidad

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Pasos básicos del Proceso de Roto-Moldeo	5
Figura 1.2 Máquina tipo carrusel	6
Figura 2.1 Tetraedro del fuego	10
Figura 2.2 Rociadores Automáticos	17
Figura 2.3 Extintores	21
Figura 2.4 Gabinete Contra Incendios	22
Figura 2.5 Hidrantes	24
Figura 2.6 Bomba centrífuga carcasa partida	31
Figura 2.7 Curva característica de la bomba	32
Figura 2.8 Bomba centrífuga vertical	33
Figura 2.9 Bomba tipo turbina vertical	34
Figura 2.10 Curva área densidad	45
Figura 3.1 Esquema de la empresa 3-D	49
Figura 3.2 Detalle de gabinete tipo III	56
Figura 3.3 Esquema área crítica de rociadores	61
Figura 3.4 Lazos de malla cerrada de los rociadores	74
Figura 3.5 Lazos de malla cerrada de los rociadores	75
Figura 3.6 Esquema accesorios de instalación de bomba centrífuga	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Métodos de aplicación de agua	54
Tabla 2	Protección ESFR de almacenamiento paletizado	58
Tabla 3	Áreas de protección y espaciamientos máximos ESFR	60
Tabla 4	Tabulación de las tuberías de riesgo Extra	67
Tabla 5	Capacidades de bombas centrifugas	93
Tabla 6	Lista de accesorios	103
Tabla 7	Costo de materiales	106
Tabla 8	Matriz de decisiones	108
Tabla 9	Costo de instalación sistema con tubería ranurada	110
Tabla 10	Costo de instalación sistema con tubería ranurada	111
Tabla 11	Costo mano de obra total sistema ranurado	112
Tabla 12	Presupuesto total de la inversión	113
Tabla 13	Costo mano de obra sistema soldado y ranurado	113
Tabla 14	Presupuesto de la inversión	114
Tabla 15	Lista de materiales para ramal soldado y ranurado	115
Tabla 16	Cronograma de montaje	117

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Planta General 3D
- PLANO 2 Vista superior toda la empresa
- PLANO 3 Isométrico de tubería de los rociadores
- PLANO 4 Área critica de los rociadores
- PLANO 5 Cuarto de bombas
- PLANO 6 Detalles de soporteria
- PLANO 7 Tanques de GLP

ANTECEDENTES

Actualmente cualquier industria para entrar en funcionamiento necesita el permiso de las autoridades competentes y una de las mayores exigencias es que tengan implementado un sistema de protección contra incendios de acuerdo al tamaño y nivel de riesgos que esta esté expuesta. Incluso la mayoría de empresas aseguradoras exigen estos sistemas antes de expedir la póliza, debido a que este sistema puede reducir las pérdidas que pueden ocasionar este tipo de siniestros.

Ecuador cuenta con Reglamentos Oficiales y Acuerdos Ministeriales para la Prevención; Mitigación y Protección Contra Incendios, pero es el Cuerpo de Bomberos de cada localidad quien complementa estas normas aplicando a cada tipo de riesgo y ellos se basan generalmente en el uso de normas internacionales como la NFPA (National Fire Protection Association).

Indeltro S.A una empresa dedicada al proceso de roto-moldeo desde el año 1986 ubicada en la ciudad de Guayaquil provincia del Guayas, se ve en la necesidad de implementar un sistema de protección contra incendios.

En el primer capítulo se realiza una breve reseña histórica de la empresa, la descripción del proceso por roto moldeo, se definen los objetivos y el problema que presenta esta empresa. YA QUE NO CUENTA CON UN SISTEMADE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS. Con la finalidad de que cuente con un sistema apegado a normativas nacionales e internacionales y

las buenas prácticas para la protección contra el fuego para de esta manera asegurar la vida de las personas, las instalaciones y el medio ambiente.

En el segundo capítulo se da una breve definición del fuego e incendio, un análisis de los peligros que existen en la empresa que pueden contribuir para que se ocasione un incendio, las consideraciones que se deben tener para el diseño contra incendios, y las normas que se pueden utilizar para poder tener la mayor eficiencia del sistema de protección contra incendios. También se habla de las normas que se utilizarán para la correcta selección de los diferentes equipos. Normas NFPA (National Fire Protection Association) como la NFPA 13, NFPA 20, NFPA 54, NFPA 58, NFPA 59, NFPA 59A.

En el tercer capítulo se llevó acabo el diseño del sistema de protección contra incendios que soporte la selección del equipo de bombeo mediante cálculos teóricos, de tal manera que puedan llegar a cumplir todos los requerimientos necesarios para la selección de los equipos, así también se calcularon caudales y presiones necesarias requeridas por el equipo de bombeo que se utilizará.

En el cuarto capítulo se procedió a realizar un análisis de los costos de un sistema de protección contra incendios un listado de equipos, costo de materiales, costo de instalación y un cronograma de montaje.

Finalmente se detallaron las conclusiones y recomendaciones necesarias que fueron obtenidas durante el desarrollo del proyecto.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Reseña histórica de la Empresa

Esta empresa ecuatoriana es pionera en el proceso de roto-moldeo desde 1986 para la producción de tanques de polietileno, para almacenar agua, químicos, combustibles y de uso doméstico. Brindando comodidad a miles de hogares ecuatorianos, de la misma forma al sector productivo del país con el desarrollo de sus actividades como: larvicultoras, camaroneras, empacadores etc. Entregando productos de primera calidad y duración con una garantía de hasta 10 años. En diferentes medidas, colores o formas (redondos, cuadrados, rectangulares), Desde 130 litros hasta 25000 litros.

Actualmente se ha diversificado ampliando su producción con el servicio de diseño y elaboración de juegos infantiles, ya que las piezas tales como resbaladeras, asientos, toboganes etc. Con el mismo proceso de roto-moldeo.

1.2. Descripción del proceso de producción por Roto-moldeo

El proceso de roto-moldeo es un método para la fabricación de productos de plástico huecos y el más conocido para la fabricación de tanques, pero varias personas en el mundo han usado la tecnología para la fabricación de diferentes piezas de plástico.

El principio del proceso de roto-moldeo es relativamente sencillo, es así que la simplicidad del proceso es la clave para su éxito ya que esto permite al moldeador de ejercer un poco control sobre dimensiones de la pieza y las propiedades. Esto básicamente consiste en introducir una cantidad conocida de plástico en polvo en un molde de acero al carbono. El molde se calienta y gira simultáneamente alrededor de dos ejes para que el plástico se adhiera en el molde y se forme una capa contra la superficie interior del molde por efecto de la fuerza centrífuga.

La rotación del molde continua durante la fase de enfriamiento para que el plástico mantenga la forma deseada a medida que se solidifica. Cuando el plástico es suficientemente rígido se puede

retirar el producto de plástico del molde. Las velocidades de rotación en una máquina automatizada son relativamente bajas entre 4-20 rpm.

Los pasos básicos son: (a) carga del molde; (b) calentamiento del molde; (c) enfriamiento del molde; (d) desmolde del producto.

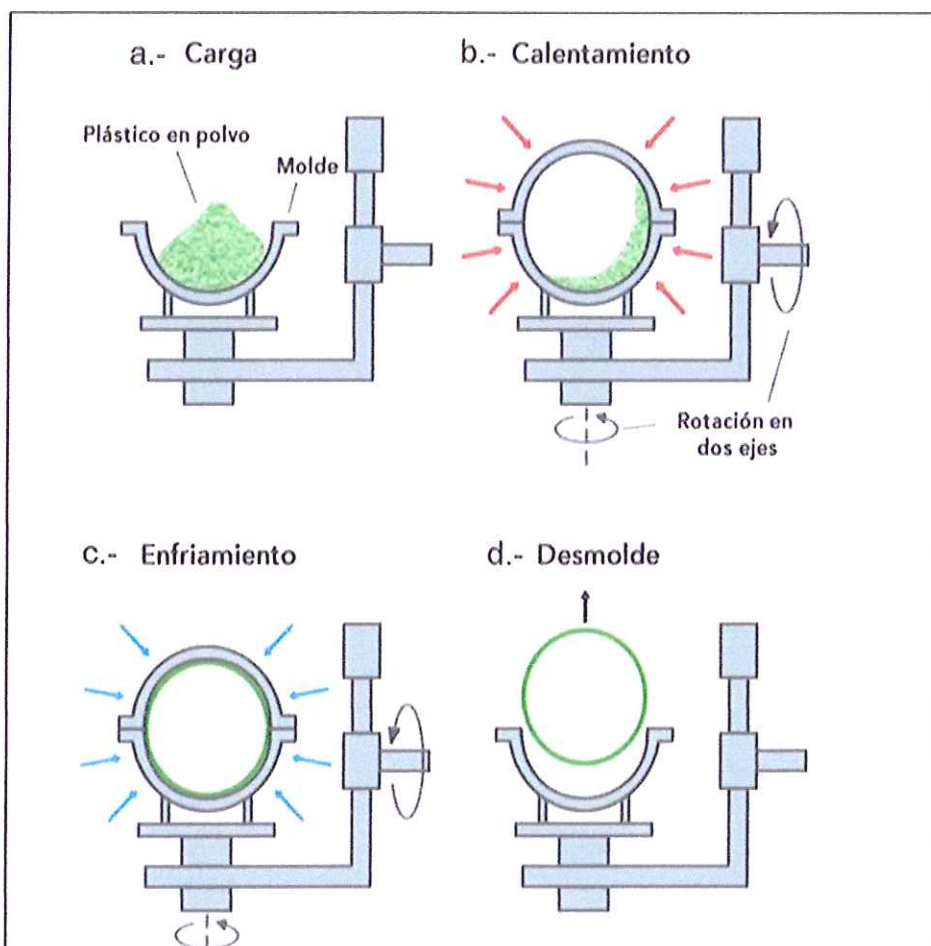


FIGURA 1.1 PASOS BÁSICOS DEL PROCESO DE ROTO-MOLDEO [1]

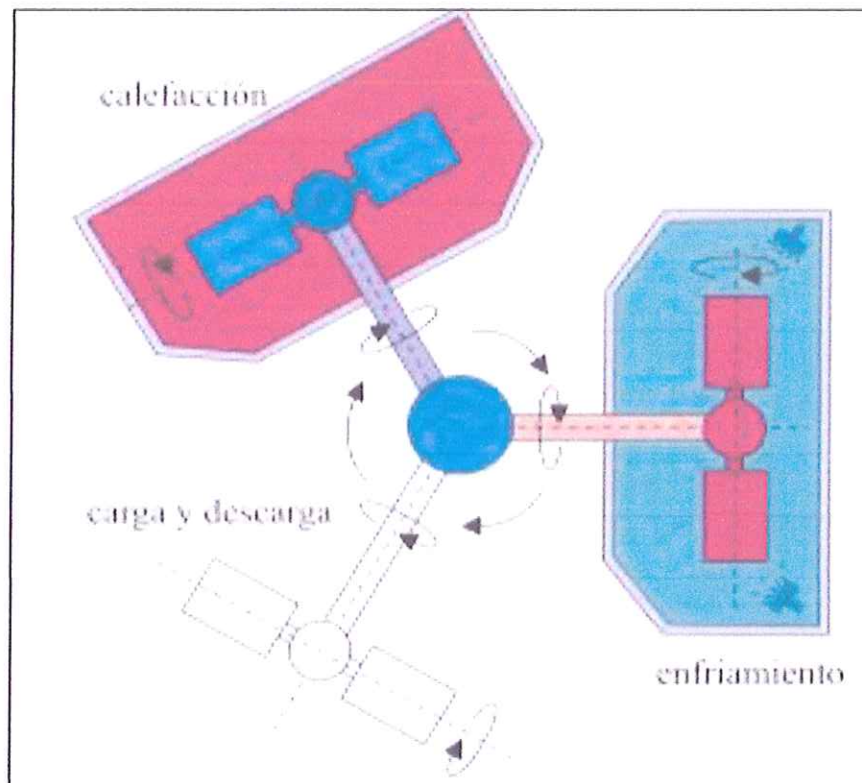


FIGURA 1.2. MÁQUINA TIPO CARRUSEL [2]

Las características el Roto-Moldeo son:

- Una parte hueca se puede hacer en una sola pieza sin líneas de soldadura o uniones.
- Los moldes son relativamente baratos
- El espesor de pared es bastante uniforme en comparación con el método de soplado.
- El espesor de pared se puede modificar sin realizar cambios al molde

- Diferentes tipos de productos pueden ser moldeados juntos por una máquina.

Las principales limitaciones del Roto-Moldeo son:

- Los tiempos de fabricación son largos
- Los costos del material son relativamente altos debido a la necesidad de colocar aditivos.
- Algunas características geométricas (como nervaduras) son difíciles de moldear

1.3. Definición del problema

La empresa de roto-moldeo está ubicada en la ciudad de Guayaquil en el Km 12.5 Vía Daule **NO CUENTA CON UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.** Y presenta un grave problema con las diferentes entidades reguladoras como El Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, El municipio de Guayaquil que exige la implementación del sistema contra incendio esto como medida de seguridad para los trabajadores y las industrias vecinas. Y de no hacerlo la empresa puede ser clausurada de manera inmediata dejando a casi 100 trabajadores desempleados.

1.4. Objetivo del proyecto

Este proyecto tiene como objetivo principal diseñar un sistema de protección contra incendios cumpliendo con los requerimientos de la empresa.

Determinando los parámetros de diseño del sistema como son en el caudal y la presión necesaria para el sistema de bombeo, identificando los tipos de riesgos que existen, escogiendo el método correcto de supresión, evaluando los diferentes métodos de aplicación de agua, seleccionando una correcta distribución de los rociadores en toda la empresa para obtener un diseño seguro y eficaz ante cualquier indicio de incendio.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Fuego

Para prevenir un incendio se debe conocer detalles del fuego y sus elementos.

El fuego es un fenómeno físico-químico que se caracteriza por el desprendimiento de luz y calor donde intervienen tres elementos (combustibles, temperatura y oxígeno), conocidos como el triángulo de fuego. Aunque en la actualidad se habla ya de un tetraedro del fuego al introducir el factor reacción en cadena.

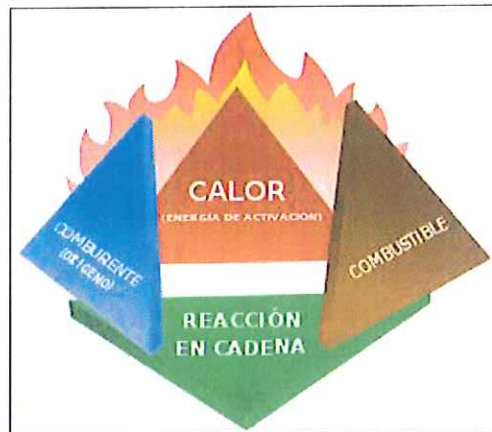


FIGURA 1.2. TETRAEDRO DEL FUEGO [3]

Oxígeno.- El fuego requiere un 16% de oxígeno y un máximo de 21%, en las mezclas inferiores el fuego se extinguirá por falta de oxígeno.

Calor.- El calor es el elemento más importante del producto de combustión para la propagación de fuego, ya que permite que otros materiales emitan vapores inflamables que combinados con el oxígeno forman una mezcla explosiva.

Combustible.- Los materiales combustibles se encuentran en tres estados:

- Sólidos: Madera, papel, plásticos etc.
- Líquidos: Gasolina, alcohol, diesel etc.
- Gaseoso: Propano, butano, hidrogeno etc.

Reacción en cadena.- Esta es una reacción que produce energía o productos que pueden causar reacciones de la misma clase.

Clases de fuego.- Existen cuatro clases de fuego según la Norma NFPA 10 (PORTABLE FIRE EXTINGUISHERS):

- Fuegos de Clase A: Combustibles sólidos generalmente de tipo orgánico, cuya combustión tiene lugar a la acumulación de brasas y sólidos de alto punto de fusión.
- Fuegos de Clase B: Son fuegos de líquidos (combustibles, grasas, pinturas, aceites, ceras etc.)
- Fuegos de Clase C: Combustibles gaseosos (propano, GLP, butano etc.)
- Fuegos de Clase D: Son fuegos de metales y químicos combustibles (magnesio, titanio etc.)

2.2. Incendio

Un incendio es un fuego de grandes proporciones que se desarrolla sin control, el cual puede presentarse de manera instantánea o gradual, Los incendios son una de las tantas catástrofes naturales que existen y en muchos casos son provocados por el hombre. Causando daños increíblemente grandes como la pérdida de vidas humanas como en pérdidas materiales y medio ambientales.

2.3. Peligros existentes en la empresa que pueden contribuir a un incendio

Los peligrosos que se encuentran en la empresa son:

No contar con un sistema de protección contra incendios

3 tanques de 2000 kg de GLP, sin rociadores

Bodega de materia prima LLDPE

Máquinas artesanales con pérdidas de gas en las conexiones

2.4. Métodos de Supresión de un Sistema Contra Incendios

Contra el riesgo de incendio se puede actuar con dos técnicas: prevención.- Es utilizada para impedir que el incendio empiece, y protección.- Esta es proporcionada por el sistema contra incendios para evitar la propagación.

La falta de uno de los elementos que intervienen en la combustión (combustible, comburente, energía de activación y reacción en cadena), daría lugar a la extinción del fuego. Según el elemento que se elimine aparecerán distintos mecanismos para su extinción:

2.4.1 Método de Supresión Por Enfriamiento

En casi todos los casos, se intenta bajar la temperatura de los materiales en combustión para que no ardan.

El enfriamiento superficial no es efectivo sobre los gases y líquidos inflamables con puntos de inflamación por debajo de la temperatura del agua aplicada. Generalmente no se debe emplear agua para líquidos con puntos de inflamación por debajo de 100 °F (37,8 °C).

La cantidad de agua necesaria para extinguir o apagar un fuego depende del calor desprendido por el mismo. La velocidad de extinción del fuego depende de la rapidez con la que se aplique el agua, del caudal y del tipo de agua que se aplique.

Lo más efectivo es descargar agua que absorba el máximo calor. El agua absorbe la máxima cantidad de calor cuando se transforma en vapor y esto se consigue cuando se aplica agua pulverizada en vez de un chorro compacto.

La aplicación de agua pulverizada se basa en los siguientes principios:

La velocidad de transmisión del calor es proporcional a la superficie expuesta de un líquido. Para un volumen dado de agua la superficie aumenta si el agua se convierte en gotas.

La velocidad de transmisión de calor depende de la diferencia de temperatura entre el agua y el material en combustión.

La velocidad de transmisión de calor depende del contenido de vapor del aire, especialmente a la propagación del fuego.

La capacidad de absorción de calor del agua depende de la distancia recorrida y de su velocidad en la zona de combustión. [4]

2.4.2 Método de Supresión Por Sofocación

Con este método lo que se pretende es eliminar el oxígeno. La combustión de determinados materiales puede extinguirse mediante esta acción sofocante, que se produce con más rapidez si el vapor que se genera puede confinarse, de alguna forma, en la zona de combustión.

Los fuegos de materiales combustibles ordinarios se extinguen normalmente por el efecto enfriador del agua, no por sofocación creada por la generación de vapor. Aunque este último puede suprimir las llamas, normalmente no extingue dichos incendios.

El agua puede sofocar el fuego de un líquido inflamable cuando su punto de inflamación esté por encima de los 37,8°C y su densidad relativa sea mayor que 1,1 y, además no sea soluble en agua. Para conseguir este efecto con mayor eficacia, se añade normalmente al agua un agente espumante. [4]

2.4.3 Método de Supresión Por Emulsificación

Se logra una emulsión cuando se agitan juntos dos líquidos inmiscibles y uno de ellos se dispersa en el otro. La extinción por este procedimiento se obtiene aplicando agua a determinados

líquidos viscosos inflamables, la emulsión aparece en forma de espuma espesa que retrasa la emisión de vapores inflamables. Generalmente, para este método se utiliza agua pulverizada relativamente fuerte y gruesa. No debe usarse chorros compactos que produciría una gran cantidad de espuma.

2.4.4 Método de Supresión por Dilución

Los fuegos de materiales inflamables hidrosolubles pueden extinguirse en varios casos por dilución. El porcentaje de dilución necesario varía ampliamente al igual que el volumen de agua y el tiempo necesario para la extinción. Por ejemplo la dilución puede aplicarse con buenos resultados contra un fuego de alcohol metílico o etílico, si se consigue una mezcla adecuada de agua y alcohol, sin embargo no es práctica que se realice cuando se trata de depósitos. Existe un peligro de rebose debido a la gran cantidad de agua que se necesita y la gran cantidad de espuma, cuando la mezcla alcanza la temperatura de ebullición del agua la extinción del fuego no será efectiva y no se extinguirá el fuego. [4]

2.5. Equipos Utilizados en la Supresión contra incendios

2.5.1 Rociadores Automáticos

Es un sistema fijo de enfriamiento de agua pulverizada con rociadores o sprinklers distribuidos de tal forma que se pueda lograr el enfriamiento uniforme de toda la superficie externa de las bombonas de GLP o de las diferentes bodegas.

Es un sistema que puede funcionar manualmente o de forma automática. Para garantizar un enfriamiento uniforme se instalan los rociadores a distancias iguales entre sí, en todos los techos de las bodegas o estructuras donde se vayan a colocar y estos a su vez se conectan a una tubería de agua constantemente llena de agua a presión. Los rociadores o sprinkler contienen un elemento térmico que esta normalmente encerrado en una ampolla de cristal que contiene alcohol. Esto sirve para que ocurra un pequeño incendio bajo el rociador. El alcohol se expande debido al calor como ocurre normalmente con los termómetros, cuando el alcohol llega a una temperatura para lo que están diseñados, la ampolla se rompe y el rociador empieza arrojar agua sobre el fuego para de esta forma extinguirlo. Para los distintos riesgos existe un número de rociadores que deben activarse, los rociadores nunca reaccionan al humo.

Los rociadores automáticos:

Reducen el índice de las muertes en un incendio casi por completo.

Una buena distribución de rociadores puede llegar a reducir las heridas y daños materiales causados por el fuego en más de un 80%. Arrojando cantidades de agua mucho menores que las mangueras de bomberos, se reduce mucho el daño causado por el agua.

Los rociadores automáticos no se activan con el humo o el vapor creado por el proceso de roto-moldeo de manera que sólo funcionan cuando se produce un incendio. [5]



FIGURA 2.2 ROCIADORES AUTOMÁTICOS [6]

2.5.2 Extintores

Los extintores son artefactos portátiles que contienen un agente extinguidor bajo presión que de esta forma permite dirigirlo hacia el fuego. El extintor es el primer elemento que se usa en los primeros minutos de la iniciación del fuego. Son muy efectivos cuando se los sabe utilizar de forma correcta en la fase inicial de un incendio, su tiempo de descarga depende de la capacidad del extintor y si el fuego no se logra extinguir lo recomendable es salir del lugar del incendio.

Existen diferentes tipos de extintores y su clasificación según la Norma NFPA 10 es la siguiente:

Extintor de Incendio Operado por Cartuchos o Cilindro.

Un extintor de incendio en el cual el gas expelente está en un recipiente separado del tanque que contiene el agente extintor. [7]

Extintor de Incendios no Recargable

Un extintor de incendios no recargable no se lo puede dar un correcto mantenimiento, realizar pruebas hidrostáticas y restaurarlo a su capacidad plena de operación. [7]

Extintores de Incendios Portátil

Son extintores pequeños que generalmente se los utilizan en autos.

No se recomienda el uso en empresas de gran tamaño. [7]

Extintores de Incendios Recargables

El extintor recargable es uno de los más usados en la industria puede ser sometido a mantenimiento completo por lo general cada año, esto incluye la inspección interna del recipiente a presión, el reemplazo de todas las partes, sellos defectuosos y prueba hidrostática.

Extintores residenciales automáticos

- ***Extintores residenciales automáticos.*** Es un elemento extintor fijo, que realiza su trabajo automáticamente con un diseño de operación muy eficaz, y que es listado para uso en un tipo de riesgo específico que lo especifica generalmente la etiqueta que poseen.
- ***Extintores residenciales para propósito general.*** Es un extintor que ha sido investigado, probado y listado específicamente para uso solamente en residencias y sus alrededores con el fin de extinguir incendios.

- **Extintores residenciales para propósito especial.** Es un extintor de incendios diseñado probado y listado para un tipo especial de riesgo como se especifica en su etiqueta. [4]

Extintores auto expelentes. Un extintor portátil en el cual el agente tiene suficiente presión a temperaturas normales de operación para expulsarse.

Extintor presurizado. Este extintor se puede conseguir en diferentes cantidades de libras, en este extintor el agente extintor como el gas expelente están contenidos en el mismo recipiente y tienen un manómetro indicador de la presión.

Extintor de neblina de agua. Un extintor portátil que contiene agua destilada y emplea una boquilla que descarga el agente en una aspersión fina.

Extintor de incendios tipo de agua. El extintor de incendios de agua contiene agentes a base de agua, como espuma, AFFF (Aqueous Film Forming Foam), anticongelante y chorro cargado.

Extintor sobre ruedas. Un extintor de incendio equipado con un armazón de soporte y ruedas para ser fácilmente transportado por una persona hasta el fuego. [4]



FIGURA 2.3 EXTINTORES [5]

2.5.3 Gabinetes contra incendios

Es un sistema eficaz e inagotable para la protección contra incendios, que por su eficacia y facilidad de manejo están destinados para el uso de bomberos y personal entrenado en el manejo de chorros pesados en la fase inicial de un fuego o incendio. Consisten fundamentalmente en un gabinete o cajetín metálico dotado de un porta mangueras y puerta de vidrio. El marco inferior deberá estar a una altura del piso entre 0.8 y 1 metro. La manguera de 15 a 30 metros longitud, 37.5 mm (1.5 pulgadas) de diámetro.

Los gabinetes de mangueras podrán contener también un extintor portátil y se ubicarán en las puertas de ingreso o pasillos asegurándose que no sean un obstáculo a las vías de escape en caso de incendio. [8]

Clases de gabinetes:

Clase I.- Conexión para manguera de 2 ½"

Clase II.- Conexión para manguera de 1 ½"

Clase I.- Conexión para manguera de 2 ½" y 3 ½"



FIGURA 2.4 GABINETE CONTRA INCENDIOS[5]

2.5.4 Hidrantes

Los hidrantes son dispositivos hidráulicos para la lucha contra incendios constituido principalmente por un conjunto de válvulas conectadas a la red de abastecimiento y destinados a suministrar agua en caso de incendio.

Normalmente NO se utilizan para suprimir los incendios, principalmente su uso está destinado para suministrar agua a los

camiones de bomberos con objeto de reponer la utilizada para la extinción.

El tipo más conocido es el seco cuya válvula de control se encuentra en la base por debajo de la línea de congelamiento entre la zapatilla y el cuerpo del hidrante, estos hidrantes son también conocidos como a prueba de congelamiento.

Otro tipo es el húmedo, muchas veces utilizado cuando hay peligro de congelamiento del agua este hidrante tiene generalmente una válvula tipo compresión en cada salida y a su vez el agua en estos se encuentra hasta la válvula de salida y son utilizados en lugares donde no existe problemas de congelamiento de agua por defectos del medio ambiente.

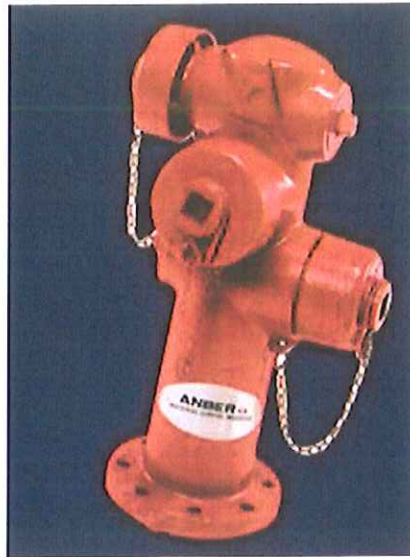


FIGURA 2.5 HIDRANTE DE COLUMNA HÚMEDA[9]

2.5.5 Instrumentos de detección y alarmas

Tienen por objeto enviar una señal rápidamente del incendio y transmitir la noticia para iniciar la extinción del fuego y evacuación de las personas.

La detección de un incendio puede realizarse mediante estos sistemas:

- Detección humana
- Instalaciones automáticas de detección de incendias
- Sistemas mixtos

Detección humana

- La detección queda confiada a las personas que se encuentran en el lugar. Es muy necesario una correcta

formación en materia de incendios. Y que el plan de emergencia debe establecer detalladamente las acciones a seguir en caso de un incendio.

- Localización del incendio y evaluación del mismo
- Aviso al servicio interno, sonar la alarma para evacuación de personas todo según el plan establecido.
- Extinción del fuego
- El desarrollo de estas funciones exige la existencia de un Plan de Emergencia y de formación correcta que debe incluir:
 - Conocimiento exhaustivo del Plan de Emergencia.
 - Zonas de riesgo críticas.
 - Presionar pulsadores de alarma y en forma rápida coordinar el aviso de inmediato a los bomberos. [4]

Detección Automática

Las instalaciones fijas de detección de incendios permiten la localización automática o semiautomática accionando los sistemas fijos de extinción de incendios.

Pueden vigilar permanentemente zonas inaccesibles a la detección humana.

Las funciones del sistema de detección automática de incendios son:

- Detectar la presencia de un incendio con rapidez dando una alarma preestablecida (señalización óptica, acústica en un panel o central de señalización). Esta detección debe ser fiable.
- Localizar el incendio en el espacio.
- Ejecutar el plan de alarma con o sin intervención humana.
- Realizar funciones auxiliares: transmitir automáticamente la alarma.
- Los componentes principales de una instalación fija de detección son:
 - Detectores automáticos.
 - Pulsadores automáticos.
 - Central de señalización y mando a distancia.
 - Aparatos auxiliares: alarma general, teléfono de comunicación directa con los bomberos, accionamiento del sistema de extinción, etc.

Tipos de detectores automáticos

Los detectores automáticos son elementos de gran ayuda ya que detectan el fuego a través de algunos fenómenos que acompañan al fuego: Gases y humos, temperatura, radiación UV, visible o infrarroja etc. Según el principio en que se basan los detectores se denominan:

Detector de gases o iónico: Utilizan el principio de ionización y velocidad de los iones conseguida mediante una sustancia radiactiva inofensiva para el hombre (generalmente Americio).

Detector de humos visibles: Funcionan mediante una captación de humos visibles que pasan a través de una celda fotoeléctrica que hace activar el detector.

Detector de temperatura: Reaccionan a una temperatura fija para la que han sido fabricados. (Un rociador automático o sprinkler es uno de ellos).

Detector de llama: Reaccionan frente a las radiaciones ultravioleta o infrarroja propias del espectro. [4]

2.6. Elementos que componen el sistema de protección

2.6.1 Fuente de abastecimiento

Pueden ser de forma ilimitada cuando provienen de fuentes naturales tales como lagos, mares y ríos en cuyo caso será necesario el diseño de la captación y la estación de bombeo y de carácter limitado, para lo cual se deberá disponer una cisterna construida de acuerdo a las prácticas de ingeniería aprobadas que garanticen la capacidad requerida.

Las tuberías de agua para los sistemas contra incendios no pueden estar conectadas a otros sistemas o que se use el agua para otros propósitos.

Capacidad.-

Cuando la fuente de suministro de agua es limitada se requiere una capacidad de almacenamiento que indique la norma NFPA 13 y con su respectivo tiempo de demanda del fluido.

Las instalaciones ubicadas en zonas remotas donde no exista una fuente ilimitada de agua, podrán tener una capacidad de almacenamiento mínima que lo indique la norma NFPA 13.

Calidad del Agua

Puede ser la misma que se presenta desde su fuente natural siempre que esté libre de contaminantes químicos que impidan la formación de espuma contra incendio.

De acuerdo a la calidad del agua se debe realizar la selección de los materiales y equipos del sistema para evitar los problemas con la abrasión y corrosión.

Requerimientos de agua

El caudal de agua contra incendios se determinará la norma NFPA 13 en función de tasas mínimas de aplicación tomando en cuenta las distancias entre equipos, tipo de riesgo presente y la naturaleza de los productos involucrados.

2.6.2 Estación de bombeo

El equipo de bombeo incluye entre sus partes principales las bombas de uso contra incendios y el motor que accionará los mismos que pueden ser eléctricos o accionados con diesel estos se seleccionan de acuerdo a los requerimientos del cliente y las condiciones en el sitio de trabajo tomando en cuenta la Norma NFPA 13. Para el caso de utilizarse motores a diesel la capacidad mínima del tanque de

combustible deberá ser suficiente para garantizar un funcionamiento continuo de 6 horas en condiciones de máxima potencia.

Bombas Contra Incendio

La característica principal que deberán satisfacer las bombas centrífugas para uso contra incendio, es la de presentar una curva de presión versus caudal. Esto garantizará un nivel de presión estable para diferentes caudales de operación, facilitando la operación de varias bombas en paralelo. No se deberán usar bombas tipo reciprocante para sistemas contra incendio.

Bombas Principales

Se usarán bombas centrífugas horizontales y verticales dependiendo de la altura de succión disponible desde la fuente de abastecimiento.

- a) Bombas centrífugas horizontales.- Las bombas centrífugas horizontales también llamadas roto dinámicas son capaces de suministrar un 150% de su capacidad nominal, a una presión no menor de 65% de la presión nominal. **[10]**

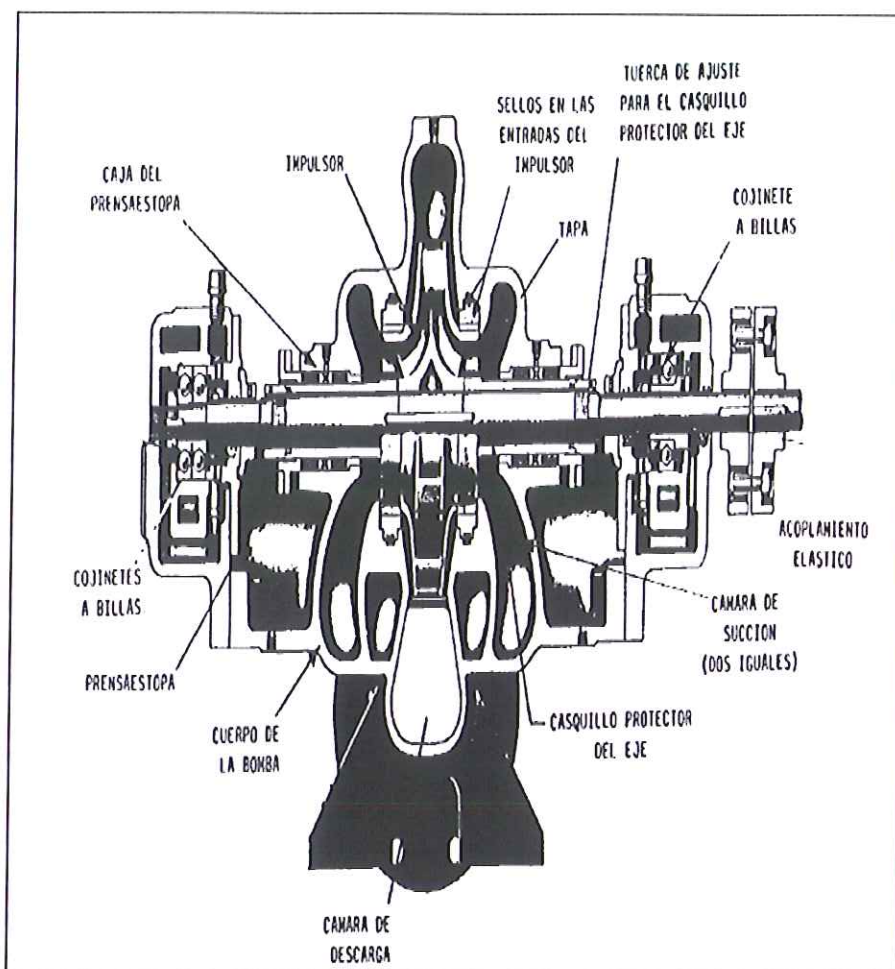


FIGURA 2.6 BOMBA CENTRIFUGA CARCAZA PARTIDA [11]

Curva característica para este tipo de bomba.

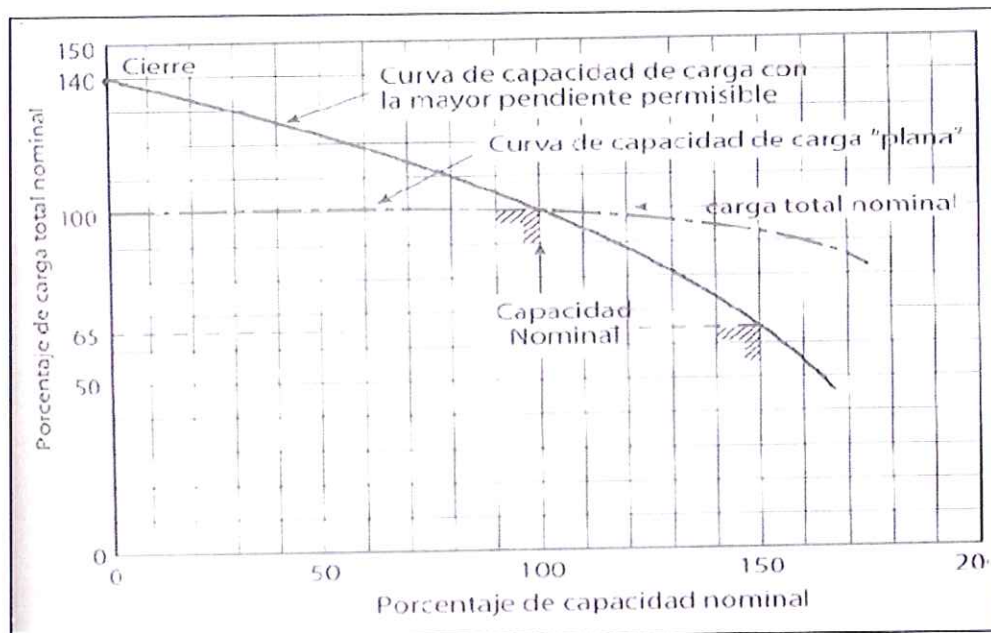


FIGURA 2.7 CURVA CARACTERÍSTICA DE LA BOMBA [11]

Las bombas centrifugas horizontal podrán utilizarse bajo las siguientes condiciones.

1. Cuando se disponga de una altura de succión positiva desde una fuente limitada de abastecimiento.
2. Cuando se disponga de una fuente limitada con succión positiva que garantice mínimo 3 horas y a la vez se cuente con una fuente ilimitada con succión negativa.

b) Bombas centrifugas verticales.- Estas se usarán normalmente en aquellos casos en que se tenga una altura de succión

negativa. Las mismas deberán ser capaces de suministrar un 150% de su capacidad nominal a una presión nominal. A cero flujo la presión no deberá exceder 140% de la presión nominal.

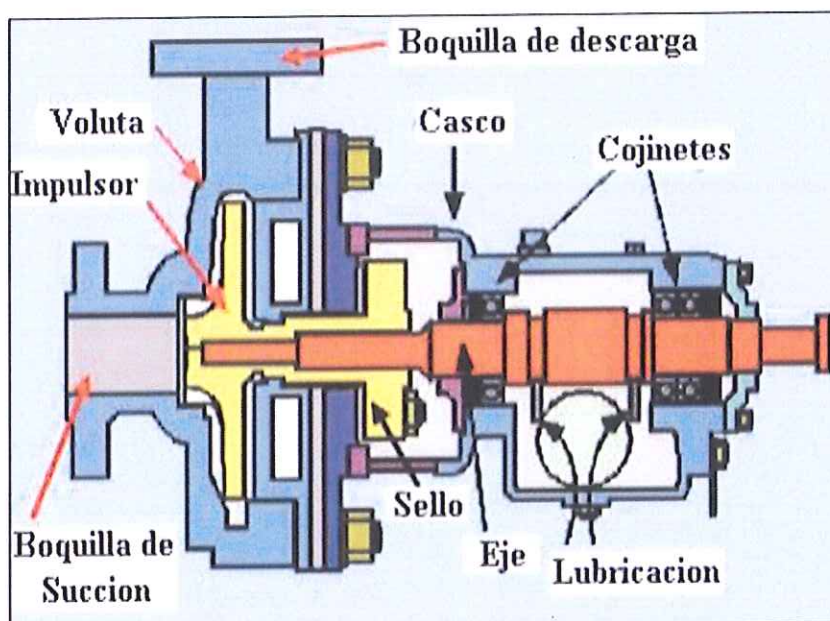


FIGURA 2.8 BOMBA CENTRIFUGA VERTICAL [4]

- c) Bombas tipo turbina de eje vertical.- Cuando el suministro de agua se encuentra ubicado por debajo de la línea central de descarga de la brida y la presión de abastecimiento de agua no es suficiente para transportar el agua a la bomba contra incendio, deberá utilizarse una bomba de tipo turbina de eje vertical.

Las bombas deberán proporcionar no menos del 150% de capacidad nominal.

La cabeza de cierre total no deberá exceder el 140% de la cabeza nominal total de las bombas tipo turbina vertical.

Las bombas de eje tipo turbina vertical son adecuadas para servicio contra incendio cuando la fuente de agua se localice por debajo de la superficie y donde sea difícil de instalar cualquier otro tipo de bomba debajo del nivel mínimo de agua. Fueron originalmente diseñadas para instalarse en pozos perforados pero se permite su utilización para elevar agua a la superficie. Se utilizan tanto las bombas lubricadas con aceite y eje en línea cubierta como las bombas lubricadas y eje en línea descubierta. [4]

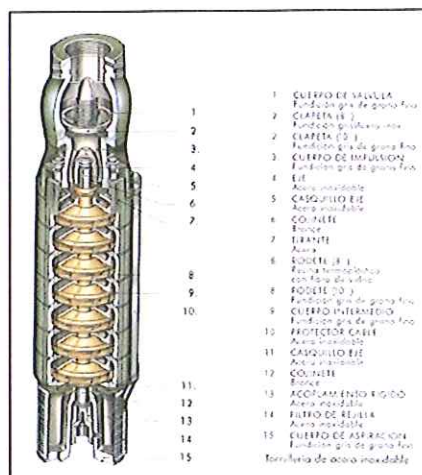


FIGURA 2.9 BOMBA TIPO TURBINA VERTICAL [12]

Motores Contra Incendio

Motores eléctricos para bombas.- Todos los abastecimientos de energía eléctrica deberán estar ubicados, arreglados y protegidos contra el daño producido por incendios dentro de las instalaciones y riesgos de exposición.

La velocidad del motor sin carga a la temperatura de trabajo no debe exceder más de un 10% de la velocidad a plena carga y a la temperatura de trabajo.

Todos los abastecimientos de energía deberán tener una capacidad de operar la bomba de incendios de manera continua.

Los motores de corriente alterna más empleados son los de tipo de inducción en jaula de ardilla, todos los motores deben cumplir con NEMA MG-1. **[13]**

Motores a diesel para bombas.- los motores a diesel para el impulso de bombas contra incendio deberán ser del tipo ignición por compresión. No deberán utilizarse motores de combustión interna encendidos por chispa.

Deben tener una placa indicando la clasificación listada en caballos de fuerza para impulsar la bomba.

La potencia del motor cuando es equipada para el servicio de incendios no deberá ser menos que el 10% de la potencia listada en la placa del motor.

Los factores para seleccionar un motor a diesel son:

1. Suministro de combustible
2. Tipo de control de mayor confiabilidad
3. Instalación eléctrica y mecánica
4. Funcionamiento del motor a diesel

Cuando se utiliza un motor a diesel para impulsar una bomba de eje horizontal el motor debe estar conectado a la bomba de eje horizontal mediante un acoplamiento flexible listado para este servicio.

Cuando se utiliza el motor a diesel para impulsar una bomba tipo turbina de eje vertical debe estar conectado a las bombas de eje vertical mediante un impulsor de engranaje de ángulo recto con un eje de conexión flexible.

El motor diesel de ignición por compresión ha demostrado ser el más eficiente y confiable de los motores de combustión interna para conducir bombas contra incendios. [13]

Bomba Jockey.-

La bomba jockey es la encargada de mantener presurizada y compensar pequeñas fugas.

Cuando un incendio es declarado, se abren puntos de consumo en la tubería y la presión de la misma comienza a disminuir. Cuando la presión de la tubería es inferior a la presión consigna de la bomba principal esta pone en funcionamiento de forma automática. En el caso que exista una segunda bomba principal esta arrancará solo si la demanda de agua sigue aumentando a una presión inferior a la consigna de la primera bomba principal.

2.6.3 Línea de distribución [4]

La configuración del sistema de distribución de agua contra incendio, consistirá en una red formada por lazos cerrados alrededor de las diferentes secciones de una instalación.

Requerimientos Generales.- En el diseño de redes de distribución deberán observarse los siguientes requerimientos.

- a) El dimensionamiento de la red principal de tuberías será el resultado del cálculo correspondiente, considerando como caudal de diseño el requerido en la sección o bloque con mayor demanda. En el cálculo hidráulico normalmente se utiliza el método de Hazen-Williams, con $C=120$ para tuberías de acero comercial.
- b) Las tuberías principales de la red no serán de diámetro inferior a 200mm (8 pulgadas), en aquellos casos en que el caudal de diseño sea superior a $227 \text{ m}^3/\text{h}$ (1000gpm). Para caudales inferiores o iguales a $227 \text{ m}^3/\text{h}$ (1000gpm), las tuberías de la red no podrán ser de un diámetro inferior a 150 mm (6 pulgadas).
- c) Las tuberías principales de la red de agua contra incendios se tenderán a niveles del terreno convenientemente soportados y anclados de acuerdo a normas y prácticas aprobadas de ingeniería. Las tuberías principales se enterrarán únicamente en puntos críticos tales como cruces con carreteras o vías de acceso. Cuando se determine que las tuberías y/o ramales interiores pueden estar sometidos a daños por incendio/explosión serán enterrados o protegidos adecuadamente.

- d) La máxima presión de trabajo admisible en cualquier punto de la red no será mayor de $0,5 \text{ kg/cm}^2$ (150 lb/plg^2). En este sentido y en función de la curva característica de la bomba se requerirá el uso de las válvulas de re-circulación y/o alivio en la descarga de las bombas, que impidan la sobre presurización del sistema en caso de bajo caudal.
- e) Las tuberías serán de acero al carbono según ASTM A-53 Gr. B, ASTM A-106 Gr. B o API-5L Gr. B, cedula 40 como mínimo.
- f) Se deberá prestar especial atención a la protección del sistema de tuberías frente a la corrosión, tanto interna como externa, particularmente en tramos enterrados o cuando se instales en ambientes corrosivos.
- g) No se instalarán conexiones a la red de agua contra incendio, para usos diferentes al del combate de incendios.
- h) En la tubería de agua contra incendio se deben instalar el número suficiente de válvulas de seccionamiento estratégicamente ubicadas, de manera tal que puedan aislarse los diversos tramos en cada lazo de la red, para reparaciones y/o realización de trabajos de ampliación y mantenimiento. Se instalarán estas válvulas en las intersecciones y en puntos intermedios de lazos muy

extensos. La ubicación de las válvulas seccionadoras, se establecerá en función de los siguientes criterios:

- a. En la red principal no se utilizarán tuberías de longitudes mayores a 300 m (1000 pies) que se conecten a las que se conecten monitores, hidrantes, sistemas rociadores y/o sistemas de agua pulverizada sin válvulas de seccionamiento. Ninguna sección de la instalación podrá quedar sin protección del sistema de agua contra incendio, por más de dos lados adyacentes.

Los ramales de tuberías que contengan dos o más monitores, hidrantes o sistemas de rociadores y/o agua pulverizada, deberán conectarse a dos lados diferentes del lazo principal de la red de agua contra incendio previéndose la instalación de válvulas seccionadoras en los extremos.

Las válvulas de seccionamiento serán del tipo Vástago Ascendente (OS&Y), de manera que sean fácilmente identificable en su posición abierta o cerrada. En aquellos casos especiales donde sea estrictamente necesario instalar válvulas de seccionamiento bajo el nivel del terreno, estas se alojarán en cajas de cemento y deberán dotarse de un poste indicador. La tubería de distribución debe

disponer de una cantidad suficiente de drenajes en los puntos altos y bajos respectivamente. Estas conexiones se mantendrán normalmente cerradas con tapones roscados o bridas ciegas. En la red de agua contra incendio podrán instalarse manómetros ubicados en sitios estratégicos con el fin de facilitar en cualquier momento la rápida comprobación de la presión en el sistema.

- i) Las tuberías de la red de agua contra incendio se pintarán de color rojo de seguridad.

2.6.4 Método de supresión

De acuerdo a las normas de Prevención y Seguridad Contra Incendios establecidas por el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, se recomienda como Sistema de Defensa Contra Incendios uno mixto compuesto de una parte hidráulica (bocatomas y rociadores automáticos) y otra a base de extintores (extintores manuales y sobre ruedas).

La elección de un método de supresión determinado o de una combinación de métodos exige un profundo análisis de las condiciones existentes. Esto tiene una importancia particular cuando se intenta emplear el agua para impedir que se produzca una BLEVE, debido al poco tiempo disponible para impedirlo si se trata de recipientes no provistos de aislamiento térmico.

Todo ello unido a exigencias sumamente precisas para proteger al personal de emergencias, afecta gravemente en muchos casos a la capacidad de aplicación de los chorros de agua con manguera. La activación manual de los sistemas fijos de rociadores o agua pulverizada con boquillas o tuberías secas situadas en la zona incendiada es de eficacia dudosa porque la intensidad inmediata de un incendio de gas puede dañar rápidamente el sistema de tuberías antes de que se pueda dar paso al agua.

La protección con rociadores automáticos convencionales está limitada a zonas interiores pero se ha verificado que han sido eficaces para recipientes de gases, ayudan a disminuir el número de dispositivos de alivio a sobrepresiones que actúan durante un fuego, además ayudan a disminuir el número de recipientes que puedan romperse al estar expuestos al calor o fuego que se puedan producir en otros recipientes. Sin embargo el espaciamiento de los rociadores y densidad debe adecuarse exactamente al tipo de riesgo.

Los sistemas de rociadores automáticos deberán diseñarse para ocupaciones de riesgo Extra (Grupo 2) NFPA 13.21.4.2.

Según la norma NFPA 13 en su sección 21.4.1 Para líquidos y gases inflamables “ El sistema de rociadores automáticos deberá ser un sistema de tubería húmeda, un sistema de tubería seca, un sistema de pre-acción o un sistema de diluvio de cabezas abiertas, el que sea más apropiado para la parte de la operación de pulverizado que se protege.

21.4.1.3 El abastecimiento de agua para los rociadores deberá ser suficiente para abastecer todos los rociadores probablemente funcionarán en cualquier incidente de incendio sin agotar el agua disponible que se utiliza para los chorros de manguera”.

Métodos de Aplicación de Agua

El método de supresión combinado con espuma no es recomendado para este tipo de incendios, indicado en el inciso 8.6 de la norma API 2150 *“8.6 Fire-Fighting Foam Fire-Fighting foam shall not used to extinguish LPG Fires.”*

Se deberá tener en cuenta que la capacidad de agua necesaria para enfriar el tanque afectado, más la cantidad necesaria enfriar los tanques adyacentes, más otros tres chorros de agua de enfriamiento

de 250 gpm cada uno que se aplica directamente sobre la zona donde se produce el escape del gas y la llama.

El sistema contra incendio para tanques de GLP, se proyectará para suministrar agua dentro de los 60 segundos de su activación. Los caudales de diseño deberán mantenerse por lo menos durante 90 minutos.

La densidad de aplicación del agua de enfriamiento a los tanques de GLP varía según el método de aplicación, pero en ningún caso serán menores a 0,25 gpm/pie². Aplicaciones de hasta 0,50 gpm/pie² deben ser consideradas para compensar las pérdidas por viento y ocasionales obturaciones de las boquillas o rociadores.

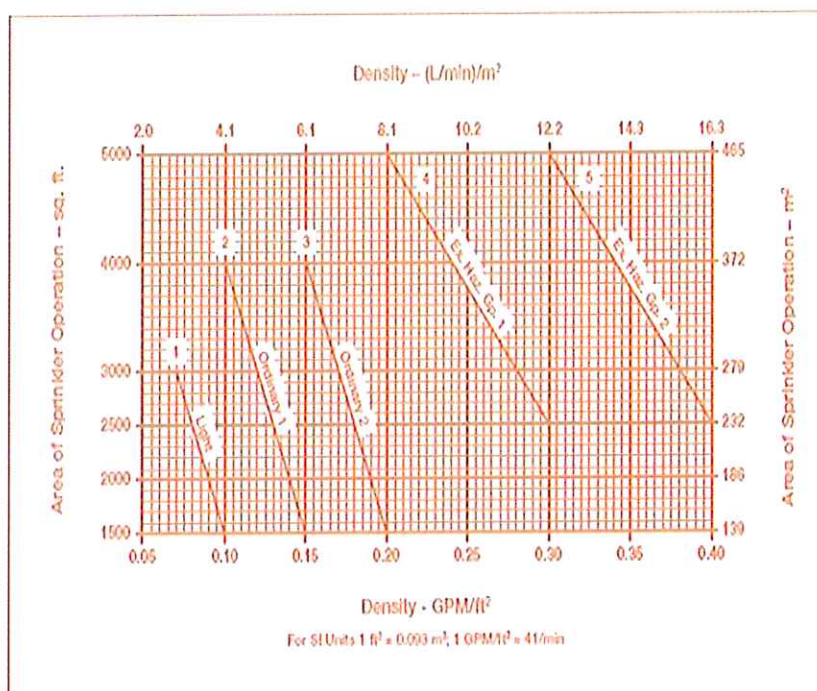


FIGURA 2.10 CURVA ÁREA DENSIDAD [14]

En la curva área densidad se observa que la aplicación de agua de enfriamiento para riesgos extraordinarios grupo 1 y 2 va desde 0,20 a 0,40 gpm/pie², pero para las instalaciones con GLP este valor puede incrementarse hasta 0,5 gpm/pie².

2.7. Normas a utilizar

La NFPA (National Fire Protection Association) es reconocida alrededor del mundo como la fuente autorizada principal de conocimientos técnicos, datos y consejos para el consumidor sobre la problemática del fuego, la protección y prevención.

El diseño de sistemas se basa en normas NFPA que recoge las recomendaciones mínimas de seguridad y protección que deben tomarse en cuenta para proteger un área, usando una combinación de sistemas y equipos: mangueras, extintores y rociadores.

Durante el desarrollo de la presente tesis se irán mencionando en los diferentes capítulos las normas NFPA aplicadas. De las cuales menciono las más representativas tales como:

NFPA 13- Edición 2010, Installation Of Sprinkler Systems, proporciona los detalles de los requisitos de diseño e instalación correspondientes a los rociadores automáticos.

NFPA 14, Installation Of Standpipe And Hose Systems, describe el diseño y la instalación para el sistema de tuberías.

NFPA 20, Installation Of Centrifugal Fire Pumps, presenta las consideraciones adicionales correspondientes a las bombas contra incendio.

NFPA 22, Standard For Water Tanks For Private Fire Protection, determina los depósitos de agua para la protección privada contra incendio.

NFPA 24, Installation Of Private Fire Service Mains And Their Appurtances, indica los requisitos de los sistemas de suministro de agua.

NFPA 54, National Fuel Gas Code, Código Nacional De Gas Combustible.

NFPA 58, Liquefied Petroleum Gas, Gas Licuado De Petróleo.

NFPA 59, Utility LP-Gas Plant Code.

NFPA 59A, Standard for the Production, Storage and Handling Of Liquefied Natural Gas.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO

3.1. Esquema de la Empresa

La empresa dedicada al proceso de Roto-moldeo, cuenta con siete áreas completamente definidas, una primera zona "Oficinas" donde funciona el área administrativa, comedor, mantenimiento, oficinas de producción y oficina de suministros. Una segunda zona es la bodega de materia prima y molinos pulverizadores, en esta zona se realiza el pulverizado del polietileno y su respectivo almacenamiento y distribución. Una tercera zona es el Área de la Mezcladoras, donde se procede a mezclar el polietileno con los diferentes colores dependiendo de las necesidades. Una cuarta zona es el Galpón de acabados y Máquina Ferry Rotospeed, en esta zona se producen diferentes productos con el proceso automatizado de roto-moldeo, y a la vez se da el respectivo acabado a dichos productos. Una quinta zona es el Galpón de

Llama abierta, en esta zona se fabrican todo tipo de tanques de plástico en diferentes capacidades de forma artesanal. Una sexta zona que es el Galpón de Producto terminado, en esta zona se guarda todos los productos para luego ser despachados. Y por último la séptima zona bombonas de almacenamiento del Gas Licuado de petróleo.

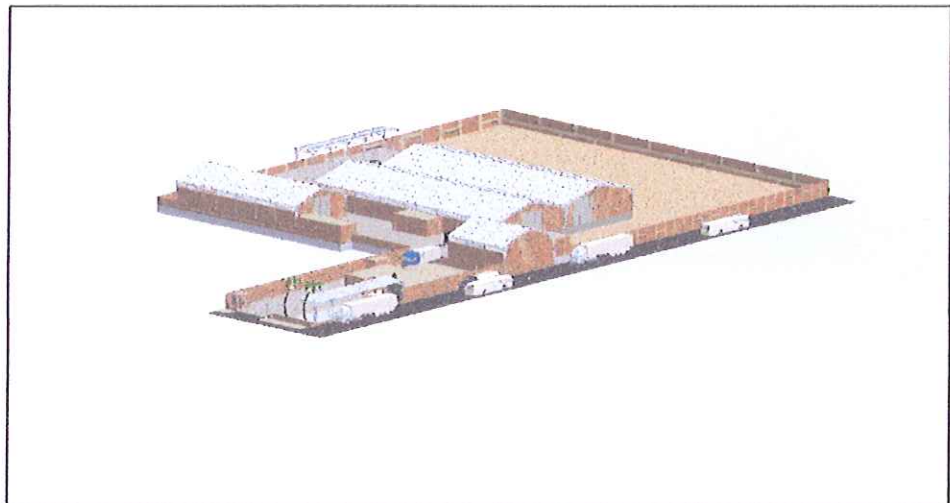


FIGURA 3.1 ESQUEMA DE LA EMPRESA

Plano 1.- Planta General 3D

3.2. Análisis de riesgos

El objetivo principal de este análisis es determinar los factores más influyentes en la gravedad de los accidentes que podrían afectar las instalaciones, la continuidad de las operaciones de la Empresa

y las personas que trabajan en ella y sobre todo poder desarrollar un sistema de protección contra incendios para minimizar el potencial peligro en caso de accidentes.

Según la norma NFPA 13, por el tipo de ocupación se presentan los siguientes riesgos que se refieren únicamente a los requisitos de diseño, instalación y abastecimiento de agua de los rociadores.

Ocupaciones de riesgo ligero.-

Las ocupaciones de riesgo ligero deberán definirse como las ocupaciones o parte de otras ocupaciones donde la cantidad y/o combustibilidad de los contenidos es baja, y se esperan incendios con bajos índices de liberación de calor.

Ocupaciones de riesgo ordinario:

Riesgo ordinario (Grupo 1): Las ocupaciones de riesgo ordinario (grupo 1) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es moderada, las pilas de abastecimiento de combustibles no superan 8 pies (2,4 m) y se esperan incendios con un índice de liberación de calor moderado.

Riesgo ordinario (Grupo 2): Las ocupaciones de riesgo ordinario (grupo 2) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es moderada a alta.

Ocupaciones de riesgo extra:

Ocupaciones de riesgo extra (Grupo 1): Las ocupaciones de riesgo extra (grupo 1) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos son muy altas y hay presentes polvos, pelusas y otros materiales, que introducen la probabilidad de incendios que se desarrollarán rápidamente con elevados índices de calor pero con poco o ningún líquido inflamable o combustible.

Ocupaciones de riesgo extra (Grupo 2): Las ocupaciones de riesgo extra (grupo 2) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones con cantidades desde moderada hasta considerables de líquidos inflamables o combustibles.

Análisis de riesgos existentes en la Empresa de Roto-moldeo:

Como primer paso para este procedimiento se realizó una inspección técnica minuciosa en las instalaciones de la Empresa para de esta manera establecer el tipo de riesgo existente,

tomando en cuenta factores como son protecciones existentes, organización de la seguridad (orden y limpieza, manipulación y almacenamiento de materiales, prohibiciones, etc.), protecciones externas como El Benemérito Cuerpo de Bomberos más cercano, entre otros.

La Empresa se encuentra distribuida o sectorizada en las siguientes áreas:

- Oficinas Administrativas
- Bodega de materia prima
- Galpón de Acabados y Máquina Ferry Rotospeed
- Galpón de Llama Abierta
- Galpón de Producto Terminado
- Bombonas de almacenamiento de GLP

Plano 2.- Distribución de la Empresa (vista superior)

Por las inspecciones realizadas y evaluando el riesgo basándose en las definiciones que estipula la norma NFPA 13 sobre la cantidad y la combustibilidad de los contenidos, las tasas de liberación de calor esperadas, el potencial de liberación de energía, la altura de las estanterías de almacenamiento y la presencia de líquidos inflamables y combustibles, se determina que el área de

mayor riesgo es la del galpón para almacenamiento de producto terminado, y la Bodega de Materia Prima por consiguiente se lo define como **Riesgo Extra (Grupo II)**.

La norma NFPA 13 en la sección A.5.4.3 define a una empresa de fabricación de plásticos como un Riesgo Extra Grupo II [15]

3.3. Selección del Método de Supresión

En la selección del método de Supresión se realizó una evaluación de la eficacia de cada uno de ellos, se comparó el método de supresión por Diluvio, un sistema con aplicación de agua por monitores fijo, un sistema de agua pulverizada y Extintores portátiles.

TABLA 1
MÉTODOS DE APLICACIÓN DE AGUA [16]

Métodos De Aplicación De Agua			
Diluvio de Agua	Monitores Fijos	Rociadores de Agua	Equipos Portátiles
Ventajas De Cada Método			
<p>Activación rápida, se puede activar de forma automática, menos sujeto a daños por explosión de vapor nube, menos sensible al viento, solo accionamiento de la válvula</p>	<p>Fácilmente de activar y dirigida a exposiciones, se puede activar de forma automática, menos vulnerable a vapor explosión nube, dirige rápidamente el agua en las áreas expuestas, efectiva para los incendios de chorro, menos sujeto a taponamiento.</p>	<p>Activación rápida, puede activarse automáticamente, reduce las preocupaciones sobre la humectabilidad y en mal estado, menos sensible al viento, actuación de la válvula individual.</p>	<p>Menos vulnerable a vapor explosiones de nubes, puede dirigir el agua hacia áreas específicas, el consumo de agua reduce cuando está parcialmente expuestos al fuego.</p>

Desventajas De Cada Método			
<p>Posible problema con humectabilidad y el mal estado, puede ser necesario complementar con rociadores de agua en recipiente de apoyos para las conexiones de tubería, para los cilindros horizontales de distribución de agua de buena calidad puede ser difícil, puede no ser eficaz para los incendios de chorro.</p>	<p>Activación manual lenta, riesgo de exposición al personal de accionamiento manual, afectado por el viento, alcance limitado a la corriente de agua, mayor demanda de agua para la cobertura total.</p>	<p>Vulnerables a los daños en explosiones de nubes de vapor, sujetos a conectar, lo que puede resultar en una aplicación desigual, mayor demanda de agua que la necesaria para el riesgo de incendio localizado, puede no ser eficaz para los incendios de chorro.</p>	<p>Más tiempo para la implementación, no es automática, mayor riesgo para el personal, afectado por el viento.</p>

Según la norma los métodos de extinción con espuma para tanques de almacenamiento de GLP no son recomendadas.

Con estos antecedentes el método de aplicación de agua seleccionado fue una combinación de Agua Diluvio y Gabinetes fijos de tubería húmeda. Para obtener una mejor cobertura en caso de emergencia.

La norma NFPA 13 en su sección 21.4.1 para Líquidos y Gases inflamables indica los sistemas de rociadores que se pueden aplicar y hace referencia que los rociadores deberán diseñarse para ocupaciones de riesgo extra.

3.4. Selección el tipo de Gabinetes contraincendios

Dentro de los diferentes tipos de gabinetes se tiene:

- Los sistemas de clase I, que tienen conexiones para mangueras de 2 ½ "(64mm) en determinados lugares con el fin de facilitar una total intervención contra incendios. Estos sistemas están proyectados para ser utilizados por los bomberos.
- Los sistemas de clase II tienen conexiones de 1 ½" (38mm) en determinados lugares para proporcionar una primera ayuda en caso de incendio.

- Los Sistemas de clase III, reúne las características de los de clase I y II. Están proyectados tanto como primera ayuda en caso de incendio como para luchar contra el fuego.

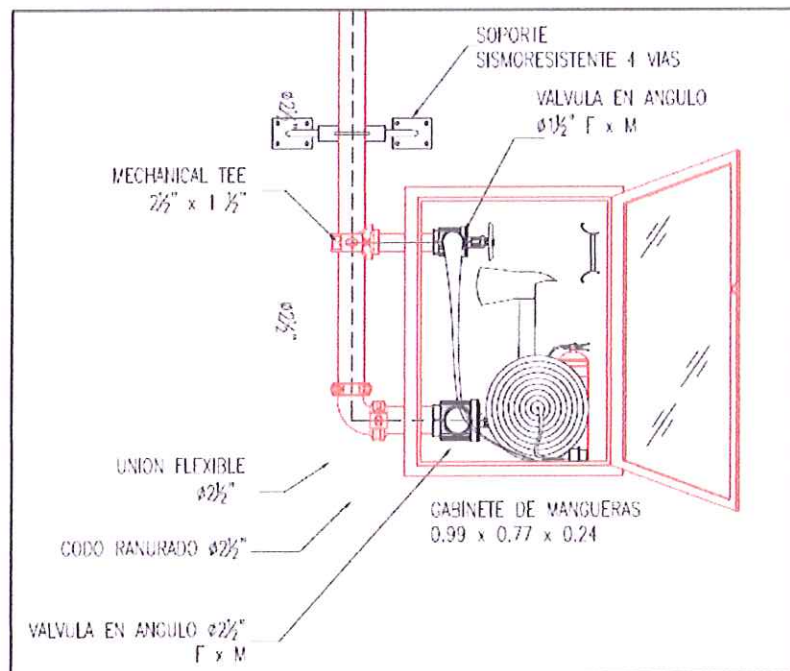


FIGURA 3.2 DETALLE DE GABINETE TIPO III [9]

Los sistemas de clase III se limitan generalmente a 100 pies de longitud (30.2 m). La demanda para un sistema combinado de clase III es de 500 gpm mínimo para interiores y exteriores. Debido a que el cálculo se realiza con el gabinete más lejano y actuando

otro gabinete en el extremo opuesto a este, ya que el caudal mínimo por cada gabinete es de 250 gpm a 100 psi.

Dadas las condiciones de la empresa se seleccionan los sistemas clase III

3.5. Selección del tipo de rociadores

Por la tabla 15.4.1 de la Norma NFPA 13 se seleccionan rociadores **ESFR “Rociadores de respuesta rápida y supresión temprana”** que son los ideales para empresas que se dedican a la fabricación de plásticos. Con un diámetro de rosca 3/4”, tipo NPT, con una constante (K) de 16.8 y una presión de salida de 35 psi, y una presión máxima de trabajo de 175 psi (12.1 bar).

TABLA 2.
PROTECCIÓN "ROCIADORES DE RESPUESTA RÁPIDA Y SUPRESIÓN
TEMPRANA" DE ALMACENAMIENTO PALETIZADO O EN APILAMIENTO
DE COMPACTOS DE MERCANCÍAS PLÁSTICAS [17]

Disposición del almacenamiento		INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE ROCIADORES										Demanda del chorro de mangueras		Duración del abastecimiento de agua (horas)
		Altura máxima del almacenamiento		Altura máxima del techo/cielo raso		Factor K nominal	Orientación	Presión mínima de operación						
		pies	m	pies	m			psi	bar					
Almacena- miento paleti- zado y en apilamiento compacto (comedores con la parte superior no abierta o anaqueles sólidos)	Plástico no expandido en cajas de cartón	30	9.1	35	10.7	14.0 (200)	Colgante	75	5.2	150	140	3		
						16.8 (240)	Colgante	52	3.6					
						14.0 (200)	Colgante	75	5.2					
				16.8 (240)	Colgante	52	3.6							
				22.4 (320)	Colgante	50	3.4							
				25.2 (360)	Colgante	50	3.4							
	Plástico no expandido en cajas de cartón	35	10.7	40	12.2	14.0 (200)	Colgante	75	5.2					
						16.8 (240)	Colgante	52	3.6					
						22.4 (320)	Colgante	50	3.4					
						25.2 (360)	Colgante	50	3.4					
						14.0 (200)	Colgante	75	5.2					
						16.8 (240)	Colgante	52	3.6					
Plástico no expandido en cajas de cartón	20	6.1	25	7.6	14.0 (200)	Montante/ colgante	50	3.4						
					16.8 (240)	Montante/ colgante	35	2.4						
			14.0 (200)	Montante/ colgante	50	3.4								
			16.8 (240)	Montante/ colgante	35	2.4								
	25	7.6	30	9.1	14.0 (200)	Montante/ colgante	50	3.4						
					16.8 (240)	Montante/ colgante	35	2.4						
					14.0 (200)	Montante/ colgante	50	3.4						
	28	7.6	35	9.1	14.0 (200)	Montante/ colgante	50	3.4						
					16.8 (240)	Montante/ colgante	35	2.4						
					14.0 (200)	colgante	60	4.1						
Plástico expandido en cajas de cartón	25	7.6	40	12.2	16.8 (240)	Montante/ colgante	42	2.9						
					25.2 (360)	Colgante	60	4.1						
					16.8 (240)	Colgante	60	4.1						

Apéndice 1.- Se adjunta información técnica del rociador.

Área de protección y espaciamientos máximos para rociadores de respuesta rápida y supresión temprana.

$$\text{Área de protección} = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{9,3 \times 4}{\pi}}$$

$$D = 3,4 \text{ m}$$

Como se observa en la tabla el área de protección máxima para rociadores de respuesta rápida y supresión temprana es de 100 pies² o 9,3 m², con un espaciamiento máximo de 10 pies o 3,1 m.

TABLA 3
ÁREAS DE PROTECCIÓN Y ESPACIAMIENTO PARA ROCIADORES
“ROCIADORES DE RESPUESTA RÁPIDA Y SUPRESIÓN
TEMPRANA”[17]

Tipo de construcción		Alturas de cielo raso/ techo hasta 30 pies				Alturas de cielo raso/techo por encima de 30 pies			
		Área de protección		Espaciamento		Área de protección		Espaciamento	
		pies ²	m ²	pies	m	pies ²	m ²	pies	m
Incombustible, sin obstrucciones		100	9.3	12	3.7	100	9.3	10	3.1
Incombustible, con obstrucciones		100	9.3	12	3.7	100	9.3	10	3.1
Combustible, sin obstrucciones		100	9.3	12	3.7	100	9.3	10	3.1
Combustible, con obstrucciones		N/A		N/A		N/A		N/A	

3.6. Determinación del caudal requerido para el equipo bombeo

Para determinar el caudal necesario La Norma NFPA 13 indica que El área de diseño debe consistir en el área de 12 rociadores con mayor demanda hidráulica en la longitud más lejana de la empresa.

En el análisis de riesgo que existen, se determinó las áreas a proteger:

- Oficinas Administrativas

- Bodega de materia prima
- Galpón de Acabados y Máquina Ferry Rotospeed
- Galpón de Llama Abierta
- Galpón de Producto Terminado
- Bombonas de almacenamiento de GLP

El lugar más crítico es la Bodega de Materia por lo que se calcula el caudal requerido en el punto más lejano.

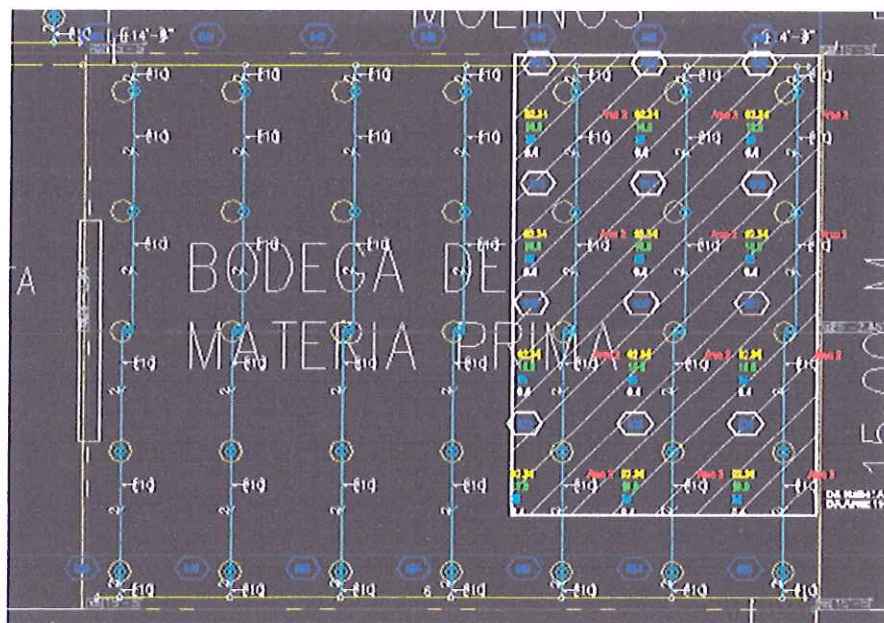


FIGURA 3.3 ESQUEMA ÁREA CRÍTICA (BODEGA DE MATERIA PRIMA)

Plano 3.- Área crítica de los rociadores

BODEGA DE MATERIA PRIMA

Utilizando la siguiente formula se determina el caudal requerido para un rociador.

$$Q_{roc} = k\sqrt{p}$$

Donde

Q_{roc} = caudal en gpm

k = factor del rociador

p = presion en psi

$$Q_{roc} = 16.8 \sqrt{35}$$

$$Q_{roc} = 99.39 \text{ gpm}$$

2.- Caudal total requerido para 12 rociadores

$$Q_{totalrociadores} = 99.39 \times 12$$

$$Q_{totalrociadores} = 1192.68 \text{ gpm}$$

3.- Número de rociadores para la Bodega de Materia Prima

$$\# \text{ Rociadores} = \frac{\text{Area}_{total}}{\text{Area de cobertura maxima}}$$

Donde

$Area_{total} = Area\ de\ la\ Bodega\ de\ Materia\ Prima$

$Area\ de\ cobertura\ maxima = cobertura\ maxima\ del\ rociador$

$$\# Rociadores = \frac{300\ m^2}{9.3\ m^2}$$

$$\# Rociadores = 32.25 \approx 34\ rociadores$$

Por lo tanto el caudal necesario para proteger la Bodega de materia Prima es:

Caudal necesario para los rociadores	1192,68 GPM
Caudal mínimo para el gabinete más alejado	250 GPM
Caudal total requerido	1442,68 GPM

GALPÓN DE ACABADOS Y MÁQUINA FERRY ROTOSPEED

Número de rociadores para el Galpón de Acabados y Máquina Ferry Rotospeed.

$$\# Rociadores = \frac{Area_{total}}{Area\ de\ cobertura\ maxima}$$

Donde

$Area_{total} = Area \text{ de la Bodega de Materia Prima}$

$Area \text{ de cobertura maxima} = cobertura \text{ maxima del rociador}$

$$\# \text{ Rociadores} = \frac{1000 \text{ m}^2}{9.3 \text{ m}^2}$$

$$\# \text{ Rociadores} = 107.5 \approx 108 \text{ rociadores}$$

GALPÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS

Número de rociadores para el Galpón de Productos Terminados

$$\# \text{ Rociadores} = \frac{Area_{total}}{Area \text{ de cobertura maxima}}$$

Donde

$Area_{total} = Area \text{ de la Bodega de Materia Prima}$

$Area \text{ de cobertura maxima} = cobertura \text{ maxima del rociador}$

$$\# \text{ Rociadores} = \frac{1000 \text{ m}^2}{9.3 \text{ m}^2}$$

$$\# \text{ Rociadores} = 107.5 \approx 108 \text{ rociadores}$$

GALPÓN DE LLAMA ABIERTA

Número de rociadores para el Galpón de Llama Abierta

$$\# \text{ Rociadores} = \frac{\text{Area}_{total}}{\text{Area de cobertura maxima}}$$

Donde

$\text{Area}_{total} = \text{Area de la Bodega de Materia Prima}$

$\text{Area de cobertura maxima} = \text{cobertura maxima del rociador}$

$$\# \text{ Rociadores} = \frac{512 \text{ m}^2}{9.3 \text{ m}^2}$$

$$\# \text{ Rociadores} = 55 \text{ rociadores}$$

BOMBONAS DE GLP

Número de rociadores para Bombonas de GLP

$$\# \text{ Rociadores} = \frac{\text{Area}_{total}}{\text{Area de cobertura maxima}}$$

Donde

$\text{Area}_{total} = \text{Area de la Bodega de Materia Prima}$

$\text{Area de cobertura maxima} = \text{cobertura maxima del rociador}$

$$\# \text{ Rociadores} = \frac{80 \text{ m}^2}{9.3 \text{ m}^2}$$

$$\# \text{ Rociadores} = 8.6 \approx 9 \text{ rociadores}$$

3.7. Cálculo del TDH o H_B requerido para el equipo de bombeo

Para determinar el H_B requerido se utilizará la fórmula de Bernoulli:

$$H_B = h_{f\ total} + \left[\frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 \right] + \left[\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 \right]$$

Dónde:

P_2 = Presión en la salida del rociador

V_2 = Velocidad del flujo a la salida del rociador

Z_2 = Altura de los rociadores

P_1 = Presión en el nivel de toma de agua

V_1 = Velocidad del flujo en el reservorio

ρ = densidad del agua

Z_1 = Altura del reservorio

g = coeficiente de gravedad

La tubería para los ramales se seleccionó de acuerdo a la tabla A.22.5.4 que muestra la tabulación de las tuberías para riesgo extra.

La tubería madre tendrá un diámetro de 6 pulgadas, los ramales secundarios 4 pulgadas y la tubería para todos los rociadores será de 2 pulgadas.

TABLA 4.-
TABULACIÓN DE LAS TUBERÍAS DE RIESGO EXTRA[17]

Tabla A.22.5.4 Tabulación de las tuberías de riesgo extra

Acero		Cobre	
1 pulg	1 rociador	1 pulg	1 rociador
1¼ pulg	2 rociadores	1¼ pulg	2 rociadores
1½ pulg	5 rociadores	1½ pulg	5 rociadores
2 pulg	8 rociadores	2 pulg	8 rociadores
2½ pulg	15 rociadores	2½ pulg	20 rociadores
3 pulg	27 rociadores	3 pulg	30 rociadores
3½ pulg	40 rociadores	3½ pulg	45 rociadores
4 pulg	55 rociadores	4 pulg	65 rociadores
5 pulg	90 rociadores	5 pulg	100 rociadores
6 pulg	150 rociadores	6 pulg	170 rociadores

Para unidades SI, 1 pulg = 25.4 mm.

A continuación se presentan los cálculos que se necesitan para obtener el H_B o TDH de la bomba y seleccionar el equipo de bombeo que se requiere.

Rociadores.-

Pérdidas de presión en la tubería

Se realiza la sumatoria de las pérdidas por fricción en cada tramo de la tubería que abastecerá del agua necesaria a los 12

rociadores, siendo esta el área de diseño que indica la norma NFPA 13.

Tubería de 6 pulgadas

METODO DE HAZEN-WILLIAMS [17]

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

Dónde:

h_f = resistencia por fricción en las tuberías (psi /pie de tubería)

Q = flujo (gpm)

C = coeficiente de pérdida por fricción

d = diametro interior real de la tubería (pulgadas)

$$h_{f6"} = \frac{4.52 \times 1200^{1.85}}{120^{1.85} 6,065^{4.87}}$$

$$h_{f6"} = 0,049 \frac{\text{psi}}{\text{pie tubería}}$$

Para conocer cuáles son las pérdidas reales en la tubería de 6 pulgadas se debe conocer la longitud equivalente total.

La longitud de la tubería es de 416 pies (126.80m).

Se calcula la longitud equivalente total de los accesorios en la tubería, se utiliza los valores de los accesorios dados en el

Apéndice 2.- Longitudes equivalentes de los accesorios

Accesorio	Longitud por accesorio	Número de accesorios	Total
Codo 90°	14 pie (4.3m)	3	42 pie (12.8m)
Tee	30 pie (9.2m)	2	60 pie (18.28m)
Longitud Equivalente Accesorios			102 pie (31.09m)

$Longitud\ equivalente\ total_{6"} = 416\ pies + 102 = 518\ pies$

$$h_{f6"} = 0,049 \frac{psi}{pie} \times 518\ pies$$

$$h_{f6"} = 25,53\ psi$$

Tubería de 4 pulgadas

Se realizan los mismos cálculos para esta tubería que llevará agua a los rociadores más alejados, para proveer el caudal que necesita cada rociador de 99,39 gpm con una presión de 35 psi.

METODO DE HAZEN-WILLIAMS

$$h_{f4''} = \frac{4.52 Q^{1.85}}{C^{1.85} d^{4.87}}$$

$$h_{f4''} = \frac{4.52 \times 1200^{1.85}}{120^{1.85} 4.026^{4.87}}$$

$$h_{f4''} = 0,36 \frac{\text{psi}}{\text{pie tubería}}$$

Para conocer cuáles son las pérdidas reales en la tubería de 4 pulgadas se debe conocer la longitud equivalente total.

La longitud de la tubería es de 29.52pies (9m).

Se calcula la longitud equivalente total de los accesorios en la tubería.

Accesorio	Longitud por accesorio	Número de accesorios	Total
Codo 90°	10 pie (3m)	4	40 pie (12.19m)
Válvula de compuerta	2 pie (0,6m)	1	2 pie (0,6m)
Longitud Equivalente Accesorios			42pie (12,802m)

$$\text{Longitud equivalente total}_{6''} = 29,52\text{pie} + 42 \text{ pie} = 71.52 \text{ pie}$$

$$h_{f_{4''}} = 0,36 \frac{psi}{pie} \times 71,52 pie$$

$$h_{f_{4''}} = 25,93psi$$

MALLA DE ROCIADORES TUBERÍA 2 PULGADAS

MÉTODO DE HARDY CROSS [18]

El método de aproximaciones sucesivas está basado en el cumplimiento de dos principios o leyes:

Ley de continuidad los nudos:

La suma algebraica de los caudales en un nodo deber ser igual a cero.

$$\sum Q_{\text{ingreso}} = \sum Q_{\text{salida}}$$

Ley de conservación de la energía en los circuitos:

La suma algebraica de las pérdidas de energía en los tramos que conforman un lazo cerrado debe ser igual a cero.

$$\sum hf_{\text{lazo}} = 0$$

En donde las pérdidas del sistema están dadas por la ecuación de Hazen Williams:

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

Dónde:

h_f = resistencia por fricción en las tuberías (psi /pie de tubería)

Q = flujo (gpm)

C = coeficiente de pérdida por fricción

d = diametro interior real de la tubería (pulgadas)

Los caudales en los tramos son corregidos sucesivamente iteración tras iteración con la siguiente ecuación:

$$\Delta Q = - \frac{\sum h_f}{n \sum \left| \frac{h_f}{Q} \right|}$$

En caso de ser un tramo único, es decir que no se repite en alguna otra malla solo se le sumará al caudal inicial el ΔQ para corregir la malla. **[19]**

Las correcciones ΔQ tendrán signo positivo si tienen la misma dirección de Q , o un signo negativo si tienen sentido contrario.

$$Q_{ii} = Q_i + \Delta Q$$

$$Q_{ii} = Q_i - \Delta Q$$

En caso de ser un tramo común, es decir que si se repite en alguna malla al caudal inicial se le sumará la corrección ΔQ en donde se encuentre el tramo en desarrollo y se le restará la corrección de la malla donde el tramo se repita.

$$Q_f = Q_i + \Delta Q_{\text{lazo2}} - \Delta Q_{\text{lazo1}}$$

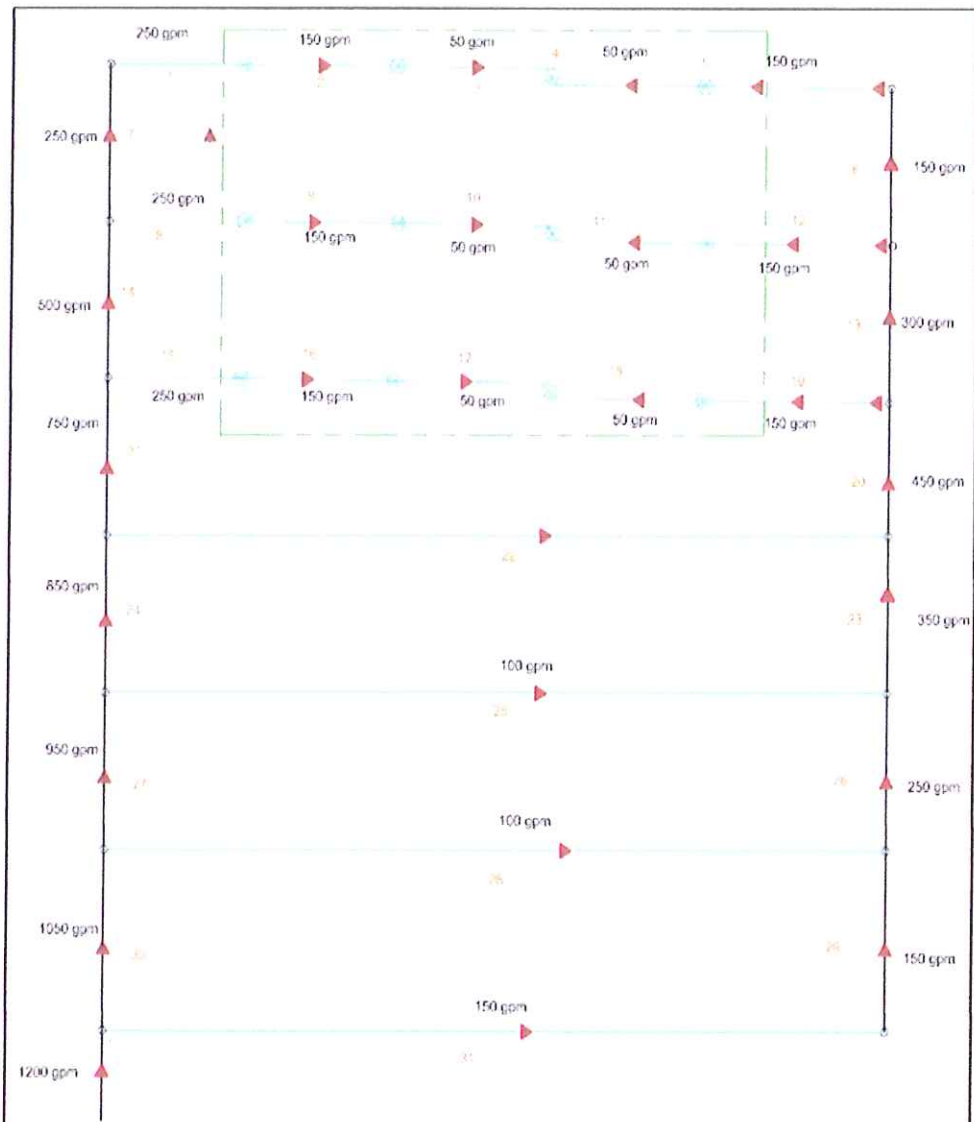


FIGURA 3.4 MALLA CERRADA DE LOS ROCIADORES

Para empezar el cálculo se aproximará los caudales en cada tubería tomando en cuenta la primera ecuación que indica que la suma de lo que ingresa en un nodo debe ser igual a lo que sale del mismo.

A continuación se propone una dirección para cada lazo de la malla, todo caudal que se oponga a la dirección del lazo es caudal negativo y lo mismo va para las pérdidas en dicho lazo.

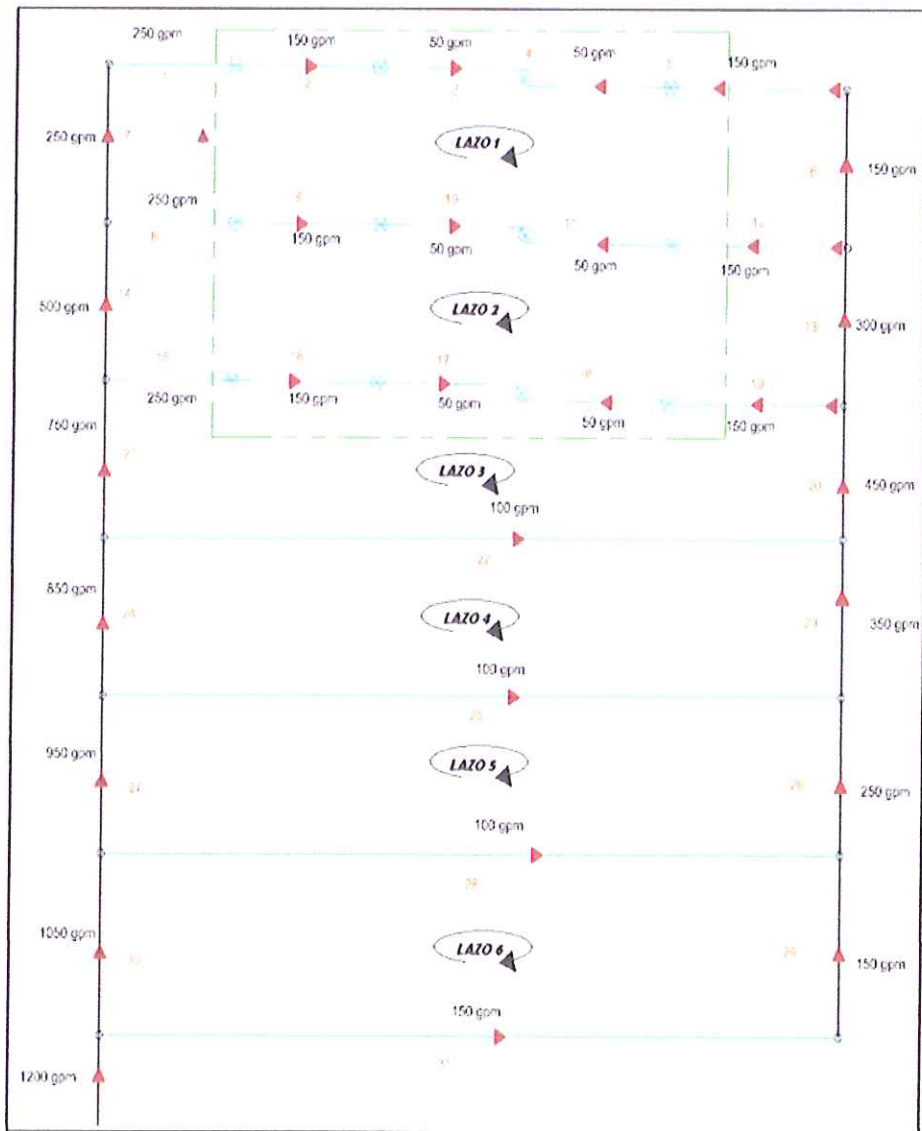


FIGURA 3.5 LAZOS DE MALLA CERRADA DE LOS ROCIADORES

Una vez determinada la dirección y el valor del caudal aproximado se procede a realizar el primer cálculo para generar la tabla:

Tramo 1-2

El caudal Q_i que se aproxima para empezar la iteración es de 250 gpm.

h_f Esta dado por la ecuación de Hazen Williams

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

Dónde:

h_f = resistencia por fricción en las tuberías (psi por pie de tubería)

Q = flujo (gpm)

C = coeficiente de pérdida por fricción

d = diametro interior real de la tubería (pulgadas)

$$h_{f2"} = \frac{4.52 \times 250^{1.85}}{120^{1.85} 2.067^{4.87}}$$

$$h_{f2"} = 0,51183 \frac{\text{psi}}{\text{pie tubería}}$$

Para conocer cuáles son las pérdidas reales en la tubería de 2 pulgadas se debe conocer la longitud equivalente total.

La longitud de la tubería es de 2.35 pies (0.71m).

Se calcula la longitud equivalente total de los accesorios en la tubería.

Accesorio	Longitud por accesorio	Número de accesorios	Total
Tee	10 pie (3.1m)	1	10 pie (3.1m)
Longitud Equivalente Accesorios			10 pie (3.1m)

Longitud equivalente total_{2"} = 2,35 pies + 10 = 12,35 pies

$$h_{f2"} = 0,51183 \frac{\text{psi}}{\text{pie}} \times 12,35 \text{ pies}$$

$$h_{f2"} = 6,321 \text{ psi}$$

El factor de corrección de caudal $\frac{hf}{Q}$ en aquel tramo es:

$$\frac{hf}{Q} = \frac{6,321}{250} = 0,02528$$

Esto se repite para cada tramo de la tubería hasta llegar al final de la tabla donde se obtiene la suma de todas las pérdidas con la dirección correspondiente y la suma de las pérdidas sobre caudal para aplicar la variación del caudal para la siguiente interacción.

$$\Delta Q_{\text{lazo1}} = - \frac{\sum hf_{\text{lazo1}}}{n \sum \left| \frac{hf}{Q_{\text{lazo1}}} \right|} = - \frac{0,12}{1,85 (0,1729)} = -0,3790$$

Para la siguiente iteración se calcula el caudal nuevo sumando la variación del caudal de la iteración anterior con el caudal inicial.

$$Q_f = Q_i + \Delta Q_{\text{lazo1}} = 250 - 0,3790 = 249,62 \text{ gpm}$$

El Q_f es 249,62 gpm ahora se repite la iteración hasta que la suma de las pérdidas sea menor 0,05 en tal punto se podrá para la iteración, estos cálculos pararon en la iteración número 30.

La pérdida en el tramo más lejano se calcula:

$$\begin{aligned} hf_{25-4} = \frac{1}{2} [& hf_{4-3} + hf_{3-2} + hf_{2-1} + hf_{1-7} + hf_{7-13} + hf_{13-19} + hf_{19-21} \\ & + hf_{21-23} + hf_{23-25} + hf_{4-5} + hf_{5-6} + hf_{6-12} + hf_{12-18} \\ & + hf_{18-20} + hf_{20-22} + hf_{22-24} + hf_{24-26} + hf_{26-25}] \end{aligned}$$

$$hf_{25-4} = 22,5625 \text{ psi}$$

Iteración 1											
RECORRIDO 1											
		L(FT)	Le(FT)	LT(FT)	C	DIA (in)	Q	ph	Dirección	ph	Ph/Q
Tramo	1-2	2,35	10	12,35	120,0	2,067	300	8,86	1	8,85699271	0,02952331
Tramo	2-3	10,666	0,00	10,666	120,0	2,067	200	3,61	1	3,61286788	0,01806434
Tramo	3-4	10,666	10,00	20,666	120,0	2,067	100	1,94	1	1,9417863	0,01941786
Tramo	4-5	10,666	0,00	10,666	120,0	2,067	0,0001	0,00	-1	-7,9606E-12	7,9606E-08
Tramo	5-6	12,666	10	22,666	120,0	2,067	-100	2,13	-1	-2,12970717	0,02129707
Tramo	6-12	9,843	0,00	9,843	120,0	4,016	-100	0,04	-1	-0,03641709	0,00036417
Tramo	12-11	12,666	10	22,666	120,0	2,067	150	4,51	1	4,50908811	0,03006059
Tramo	11-10	10,666	0,00	10,666	120,0	2,067	50	0,28	1	0,27799763	0,00555995
Tramo	10-9	10,666	10,00	20,666	120,0	2,067	-50	0,54	-1	-0,5386367	0,01077273
Tramo	9-8	10,666	0,00	10,666	120,0	2,067	-150	2,12	-1	-2,12185361	0,01414569
Tramo	8-7	2,35	10	12,35	120,0	2,067	-250	6,32	-1	-6,32122111	0,02528488
Tramo	7-1	9,843	0,00	9,843	120,0	4,016	300	0,28	1	0,27795827	0,00092653
										8,33	0,17541721
											25,6650068
RECORRIDO 2											
Tramo	7-8	2,35	10	12,35	120,0	2,067	250	6,32	1	6,32122111	0,02528488
Tramo	8-9	10,666	0,00	10,666	120,0	2,067	150	2,12	1	2,12185361	0,01414569
Tramo	9-10	10,666	10,00	20,666	120,0	2,067	50	0,54	1	0,5386367	0,01077273
Tramo	10-11	10,666	0,00	10,666	120,0	2,067	-50	0,28	-1	-0,27799763	0,00555995
Tramo	11-12	12,666	10	22,666	120,0	2,067	-150	4,51	-1	-4,50908811	0,03006059
Tramo	12-18	9,843	0,00	9,843	120,0	4,016	-250	0,20	-1	-0,19837836	0,00079351
Tramo	18-17	12,666	10	22,666	120,0	2,067	150	4,51	1	4,50908811	0,03006059
Tramo	17-16	10,666	0,00	10,666	120,0	2,067	50	0,28	1	0,27799763	0,00555995
Tramo	16-15	10,666	10,00	20,666	120,0	2,067	-50	0,54	-1	-0,5386367	0,01077273
Tramo	15-14	10,666	0,00	10,666	120,0	2,067	-150	2,12	-1	-2,12185361	0,01414569
Tramo	14-13	2,35	10	12,35	120,0	2,067	-250	6,32	-1	-6,32122111	0,02528488
Tramo	13-7	9,843	0,00	9,843	120,0	4,016	550	0,85	1	0,85305346	0,00155101
										0,65	0,17399222
											2,03387508
RECORRIDO 3											
Tramo	13-14	2,35	10	12,35	120,0	2,067	250	6,32	1	6,32122111	0,02528488
Tramo	14-15	10,666	0,00	10,666	120,0	2,067	150	2,12	1	2,12185361	0,01414569
Tramo	15-16	10,666	10,00	20,666	120,0	2,067	50	0,54	1	0,5386367	0,01077273
Tramo	16-17	10,666	0,00	10,666	120,0	2,067	-50	0,28	-1	-0,27799763	0,00555995
Tramo	17-18	12,666	10	22,666	120,0	2,067	-150	4,51	-1	-4,50908811	0,03006059
Tramo	18-20	9,843	0,00	9,843	120,0	4,016	-400	0,47	-1	-0,47327794	0,00118319

Tramo	20-19	44,664	10	54,664	120,0	2,067	-100	5,14	-1	-5,1362531	0,05136253	
Tramo	19-13	9,843	10,00	19,843	120,0	4,016	800	3,44	1	3,43954978	0,00429944	DQ
										2,02	0,14266901	7,67091865
RECORRIDO 4												
Tramo	19-20	44,664	10	54,664	120,0	2,067	100	5,14	1	5,1362531	0,05136253	
Tramo	20-22	9,843	10,00	19,843	120,0	4,016	-300	0,56	-1	-0,56035009	0,00186783	
Tramo	22-21	44,664	10,00	54,664	120,0	2,067	-100	5,14	-1	-5,1362531	0,05136253	
Tramo	21-19	9,843	10,00	19,843	120,0	4,016	900	4,28	1	4,27694598	0,00475216	DQ
										3,72	0,10934506	18,3727623
RECORRIDO 5												
Tramo	21-22	44,664	10	54,664	120,0	2,067	100	5,14	1	5,1362531	0,05136253	
Tramo	22-24	9,843	10,00	19,843	120,0	4,016	-200	0,26	-1	-0,26466141	0,00132331	
Tramo	24-23	44,664	10,00	54,664	120,0	2,067	-100	5,14	-1	-5,1362531	0,05136253	
Tramo	23-21	9,843	10,00	19,843	120,0	4,016	1000	5,20	1	5,1973878	0,00519739	DQ
										4,93	0,10924576	24,4067932
RECORRIDO 6												
Tramo	23-24	44,664	10	54,664	120,0	2,067	100	5,14	1	5,1362531	0,05136253	
Tramo	24-23	9,843	10,00	19,843	120,0	4,016	-100	0,07	-1	-0,07341505	0,00073415	
Tramo	26-25	44,664	10,00	54,664	120,0	2,067	-100	5,14	-1	-5,1362531	0,05136253	
Tramo	25-23	9,843	10,00	19,843	120,0	4,016	1100	6,20	1	6,19957032	0,00563597	DQ
										6,13	0,10909519	30,3536335

Iteración 30											
RECORRIDO 1											
		L(FT)	Le(FT)	LT(FT)	C	DIA (in)	Q	ph	Dirección	ph	
Tramo	1-2	2,35	10	12,35	120	2,067	231,9389914	5,50	1	5,502416111	0,023723549
Tramo	2-3	10,666	0	10,666	120	2,067	131,9389914	1,67	1	1,673543224	0,01268422
Tramo	3-4	10,666	10	20,666	120	2,067	31,93899144	0,24	1	0,235069157	0,007359943
Tramo	4-5	10,666	0	10,666	120	2,067	-	0,49	-1	-	0,007226213
Tramo	5-6	12,666	10	22,666	120	2,067	168,0610086	5,56	-1	5,564597791	0,033110582
Tramo	6-12	9,843	0	9,843	120	4,016	168,0610086	0,10	-1	0,095152272	0,000566177
Tramo	12-11	12,666	10	22,666	120	2,067	167,6890931	5,54	1	5,541837694	0,03304829
Tramo	11-10	10,666	0	10,666	120	2,067	67,68909307	0,49	1	0,486862331	0,007192626
Tramo	10-9	10,666	10	20,666	120	2,067	-	0,24	-1	-	0,007432727
Tramo	9-8	10,666	0	10,666	120	2,067	32,31090693	1,68	-1	0,240158166	0,012714605
Tramo	8-7	2,35	10	12,35	120	2,067	132,3109069	5,52	-1	1,682280975	0,02375588
Tramo	7-1	9,843	0	9,843	120	4,016	232,3109069	0,17	1	5,518750072	0,000744514
										0,02	0,169559327
											-0,0626331
RECORRIDO 2											
Tramo	7-8	2,35	10	12,35	120	2,067	232,3109069	5,52	1	5,518750072	0,02375588
Tramo	8-9	10,666	0	10,666	120	2,067	132,3109069	1,68	1	1,682280975	0,012714605
Tramo	9-10	10,666	10	20,666	120	2,067	32,31090693	0,24	1	0,240158166	0,007432727
Tramo	10-11	10,666	0	10,666	120	2,067	-	0,49	-1	-	0,007192626
Tramo	11-12	12,666	10	22,666	120	2,067	67,68909307	5,54	-1	0,486862331	0,03304829
Tramo	12-18	9,843	0	9,843	120	4,016	167,6890931	0,34	-1	5,541837694	0,001019575
Tramo	18-17	12,666	10	22,666	120	2,067	335,7501016	5,45	1	0,342322274	0,032799652
Tramo	17-16	10,666	0	10,666	120	2,067	166,2058428	0,47	1	5,451493814	0,007058436
Tramo	16-15	10,666	10	20,666	120	2,067	66,20584279	0,26	-1	-	0,007721769
Tramo	15-14	10,666	0	10,666	120	2,067	33,79415721	1,72	-1	0,260950679	0,012835659
Tramo	14-13	2,35	10	12,35	120	2,067	133,7941572	5,58	-1	-1,71733615	0,023884743
Tramo	13-7	9,843	0	9,843	120	4,016	233,7941572	0,62	1	5,584113345	0,001342902
										0,05	0,170806864
											0,15827059
RECORRIDO 3											

Tramo	13-14	2,35	10	12,35	120	2,067	233,7941572	5,58	1	5,584113345	0,023884743	
Tramo	14-15	10,666	0	10,666	120	2,067	133,7941572	1,72	1	1,71733615	0,012835659	
Tramo	15-16	10,666	10	20,666	120	2,067	33,79415721	0,26	1	0,260950679	0,007721769	
Tramo	16-17	10,666	0	10,666	120	2,067	-	0,47	-1	-0,46730968	0,007058436	
Tramo	17-18	12,666	10	22,666	120	2,067	166,2058428	5,45	-1	5,451493814	0,032799652	
Tramo	18-20	9,843	0	9,843	120	4,016	501,9559444	0,72	-1	0,720338519	0,001435063	
Tramo	20-19	44,664	10	54,664	120	2,067	-82,1029424	3,57	-1	3,566235765	0,043436151	
Tramo	19-13	9,843	10	19,843	120	4,016	698,0440556	2,67	1	2,672811702	0,003829001	DQ
										0,03	0,133000474	0,12125174
RECORRIDO 4												
Tramo	19-20	44,664	10	54,664	120	2,067	82,10	3,57	1	3,566235765	0,043436151	
Tramo	20-22	9,843	10	19,843	120	4,016	-419,85	1,04	-1	1,043554317	0,002485523	
Tramo	22-21	44,664	10	54,664	120	2,067	-106,54	5,78	-1	5,775395711	0,054206221	
Tramo	21-19	9,843	10	19,843	120	4,016	780,15	3,28	1	3,283307358	0,004208575	DQ
										0,03	0,10433647	0,15849499
RECORRIDO 5												
Tramo	21-22	44,664	10	54,664	120	2,067	106,54	5,78	1	5,775395711	0,054206221	
Tramo	22-24	9,843	10	19,843	120	4,016	-313,31	0,61	-1	0,607201262	0,001938032	
Tramo	24-23	44,664	10	54,664	120	2,067	-137,92	9,31	-1	9,310381732	0,067504772	
Tramo	23-21	9,843	10	19,843	120	4,016	886,69	4,16	1	4,160683493	0,004692367	DQ
										0,02	0,128341393	0,07790122
RECORRIDO 6												
Tramo	23-24	44,664	10	54,664	120	2,067	137,92	9,31	1	9,310381732	0,067504772	
Tramo	26-24	9,843	10	19,843	120	4,016	-175,39	0,21	-1	0,207575952	0,001183536	
Tramo	26-25	44,664	10	54,664	120	2,067	-175,39	14,52	-1	14,52239789	0,082802357	
Tramo	25-23	9,843	10	19,843	120	4,016	1024,61	5,44	1	5,436525476	0,005305927	DQ
										0,02	0,156796592	0,05837607

Habiendo obtenido las pérdidas por fricción de todas las secciones de tubería que deben abastecer a los rociadores, se procede a reemplazar los datos en la ecuación de Bernoulli para obtener el H_B de la bomba.

Primero se determina la velocidad del flujo de agua a la salida del rociador más lejano para lo cual se emplea la siguiente fórmula:

$$Q = A \times v_2$$

Dónde:

$$Q = 99,39 \text{ gpm} = 0,006271 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$A =$ Sección interna de la tubería en m^2

$d =$ diámetro a la salida del orificio = 0,75 pulg = 0,019m

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (0,75)^2}{4} = 0,4417 \text{ plg}^2 = 0,0002849 \text{ m}^2$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,006271 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,0002849 \text{ m}^2} = 22,01 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 72,21 \frac{\text{pie}}{\text{s}}$$

$$H_B = h_{f \text{ total}} + \left[\frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 \right] + \left[\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 \right]$$

Dónde:

$$P_2 = 35 \text{ psi} = 241316,0688 \frac{N}{m^2}$$

$$V_2 = 22,01 \frac{m}{s} = 72,21 \frac{pie}{s}$$

$$Z_2 = 21,32 \text{ pie} = 6,5 \text{ m}$$

$$P_1 = 0$$

$$V_1 = 0$$

$$\rho = \text{densidad del agua} \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

$$Z_1 = \text{Altura del reservorio}$$

$$g = \text{coeficiente de gravedad} \left[9,8 \frac{m}{s^2} \right]$$

$$h_{f \text{ total}} = 25,53 \text{ psi} + 25,93 \text{ psi} + 22,56 \text{ psi}$$

$$h_{f \text{ total}} = 74,02 \text{ psi} = 170,74 \text{ pie} = 52,042 \text{ m}$$

$$H_{B \text{ roc}} = 52,042 + \left[\frac{241316,0688}{1000(9,8)} + \frac{22,01^2}{2(9,8)} + 6,5 \right] \\ + \left[\frac{0}{1000(9,8)} + \frac{0}{2(9,8)} + 4,5 \right]$$

$$H_{B \text{ roc}} = 112,37 \text{ m} = 368,66 \text{ pie} = 159,82 \text{ psi}$$

Potencia del Motor:

$$P = H_{B \text{ roc}} \times \rho \times g \times Q$$

$$P = 112,37 \text{ m} \times 1000 \frac{kg}{m^3} \times 9,8 \frac{m}{s^2} \times 0,07569 \frac{m^3}{s}$$

$$P = 83357,97 \frac{kg \ m^2}{s^3}$$

Potencia teórica de la bomba

Considerando la equivalencia $1HP = 745 W$

$$HP = \frac{83357,97}{745} = 111,88$$

Eficiencia de la bomba = 85%

Potencia real de la bomba

$$HP_{real} = \frac{111,88}{0,85} = 131,63 HP$$

Plano 4.- Isométrico de la tubería del sistema contra incendio

Gabinetes fijos.-

Pérdidas de presión en la tubería

Se aplican las mismas fórmulas para calcular cual será la potencia que se requiere para abastecer los gabinetes fijos, por lo que se procede a realizar los cálculos de las pérdidas por fricción en las tuberías.

Caudal requerido para el gabinete fijo más lejano no debe ser menor a 250 gpm, como lo indica la norma NFP13 con un tiempo de duración de abastecimiento de agua de 1 hora.

Tubería de 6 pulgadas

METODO DE HAZEN-WILLIAMS

$$h_f = \frac{4,52 Q^{1,85}}{C^{1,85} d^{4,87}}$$

Dónde:

h_f = resistencia por fricción en las tuberías (psi / pie de tubería)

Q = flujo (gpm)

C = coeficiente de pérdida por fricción

d = diametro interior real de la tubería (pulgadas)

$$h_{f6"} = \frac{4,52 \times 250^{1,85}}{120^{1,85} 6,065^{4,87}}$$

$$h_{f6"} = 0,002706 \frac{\text{psi}}{\text{pie tubería}}$$

Para conocer cuáles son las pérdidas reales en la tubería de 6 pulgadas se debe conocer la longitud equivalente total.

La longitud de la tubería es de 416 pies (126.80m).

Se calcula la longitud equivalente total de los accesorios en la tubería.

Accesorio	Longitud por accesorio	Número de accesorios	Total
Codo 90°	14 pie (4.3m)	3	42 pie (12.8m)
Tee	30 pie (9.2m)	2	60 pie (18.28m)
Longitud Equivalente Accesorios			102 pie (31.09m)

Longitud equivalente total_{6"} = 416 pies + 102 = 518 pies

$$h_{f6"} = 0,002706 \frac{\text{psi}}{\text{pie}} \times 518 \text{ pies}$$

$$h_{f6"} = 1,402 \text{ psi}$$

Tubería de 4 pulgadas

Se realizan los mismos cálculos para esta tubería que llevará agua al gabinete más alejados, para proveer el caudal necesario de 250gpm, con una presión de 65 psi.

METODO DE HAZEN-WILLIAMS

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

$$h_{f4"} = \frac{4.52 \times 250^{1.85}}{120^{1.85} 4,026^{4.87}}$$

$$h_{f_{4''}} = 0,01991 \frac{\text{psi}}{\text{pie tubería}}$$

Para conocer cuáles son las pérdidas reales en la tubería de 4 pulgadas se debe conocer la longitud equivalente total.

La longitud de la tubería es de 60 pies (18,28m).

Se calcula la longitud equivalente total de los accesorios en la tubería.

Accesorio	Longitud por accesorio	Número de accesorios	Total
Codo 90°	10 pie (3m)	4	40 pie (12.19m)
Tee	20 pie (6,1m)	7	20 pie (18.28m)
Válvula de compuerta	2 pie (0,6m)	1	2 pie (0,6m)
Longitud Equivalente Accesorios			62pie (18,89m)

$$\text{Longitud equivalente total}_{6''} = 60 \text{ pies} + 62 = 122 \text{ pies}$$

$$h_{f_{4''}} = 0,01991 \frac{\text{psi}}{\text{pie}} \times 122 \text{ pies}$$

$$h_{f_{4''}} = 2,429 \text{ psi}$$

Tubería de 2 ½" Pulgadas

Se realiza el cálculo de las pérdidas por fricción en el tramo secundario hasta el gabinete más lejano, para proveer un caudal de 250 gpm y una presión de 100 psi.

METODO DE HAZEN-WILLIAMS

$$h_f = \frac{4,52 Q^{1,85}}{C^{1,85} d^{4,87}}$$

$$h_{f1\frac{1}{2}"} = \frac{4,52 \times 250^{1,85}}{120^{1,85} 2,469^{4,87}}$$

$$h_{f1\frac{1}{2}"} = 0,215 \frac{\text{psi}}{\text{pie tubería}}$$

Para conocer cuáles son las pérdidas reales en la tubería de 2 ½" pulgadas se debe conocer la longitud equivalente total.

La longitud de la tubería es de 11,5 pies (3.5m).

Se calcula la longitud equivalente total de los accesorios en la tubería.

Accesorio	Longitud por accesorio	Número de accesorios	Total
Codo 90°	4 pie (1,2m)	3	12 pie (3,6m)
Longitud Equivalente Accesorios			12pie (3,6m)

Longitud equivalente total $_{2\frac{1}{2}"} = 11,5 \text{ pie} + 6 \text{ pie} = 17,5 \text{ pie}$

$$h_{f_{2\frac{1}{2}''}} = 0,215 \frac{\text{psi}}{\text{pie}} \times 17,5 \text{ pies}$$

$$\mathbf{h_{f_{2\frac{1}{2}''}} = 3,76 \text{ psi}}$$

Conociendo estos valores se procede a calcular el H_B requerido para entregar el caudal que necesita el gabinete fijo.

Primero se determina la velocidad del flujo de agua a la salida del gabinete fijo más lejano para lo cual se emplea la siguiente formula:

$$Q = A \times v_2$$

Dónde:

$$Q = 250 \text{ gpm} = 0,01577 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$A = \text{Seccion interna de la tuberia en } \text{m}^2$

$d = \text{diametro a la salida del orificio} = 2,469 \text{ pulg} = 0,06271 \text{ m}$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (2,469)^2}{4} = 4,787 \text{ plg}^2 = 0,00308 \text{ m}^2$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0,01577 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,00308 \text{ m}^2} = 5,12 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 16,80 \frac{\text{pie}}{\text{s}}$$

$$H_B = h_{f \text{ total}} + \left[\frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 \right] + \left[\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 \right]$$

Dónde:

$$P_2 = 100 \text{ psi} = 689475,7293 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$V_2 = 5,12 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 16,80 \frac{\text{pie}}{\text{s}}$$

$$Z_2 = 4,92 \text{ pie} = 1,5 \text{ m}$$

$$P_1 = 0$$

$$V_1 = 0$$

$$\rho = \text{densidad del agua} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

$$Z_1 = \text{altura del reservorio}$$

$$g = \text{coeficiente de gravedad} \left[9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

$$h_{f \text{ total}} = 1,402 \text{ psi} + 2,429 \text{ psi} + 3,76 \text{ psi}$$

$$h_{f \text{ total}} = 7,591 \text{ psi} = 17,51 \text{ pie} = 5,33 \text{ m}$$

$$H_{B \text{ gab}} = 5,33 + \left[\frac{689475,7293}{1000(9,8)} + \frac{5,12^2}{2(9,8)} + 1,5 \right] + \left[\frac{0}{1000(9,8)} + \frac{0}{2(9,8)} + 4,5 \right]$$

$$H_{B \text{ gab}} = 77,68 \text{ m} = 254,87 \text{ pie} = 110,49 \text{ psi}$$

Potencia del Motor:

$$P = H_{B \text{ gab}} \times \rho \times g \times Q$$

$$P = 77,68 \text{ m} \times 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0,01577 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$P = 12006,28 \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^3}$$

Potencia teórica de la bomba

Considerando la equivalencia $1 \text{ HP} = 745 \text{ W}$

$$\text{HP} = \frac{12006,28}{745} = 16,11$$

Eficiencia de la bomba = 85%

Potencia real de la bomba

$$HP_{real} = \frac{16,11}{0,85} = 18,96 \text{ HP}$$

3.8. Selección del caudal de la Bomba Principal

En los cálculos realizados se determinó un caudal necesario para el sistema contra incendios de 1442,68 GPM; por medio de la tabla 5.8.2 de la Norma NFPA 20 se observan los caudales que manejan las bombas contra incendio:

TABLA 5
CAPACIDADES DE BOMBAS CENTRIFUGAS [20]

gpm	L/min	gpm	L/min
25	95	1.000	3.785
50	189	1.250	4.731
100	379	1.500	5.677
150	568	2.000	7.570
200	757	2.500	9.462
250	946	3.000	11.355
300	1.136	3.500	13.247
400	1.514	4.000	15.140
450	1.703	4.500	17.032
500	1.892	5.000	18.925
750	2.839		

Por lo tanto la capacidad de la bomba centrífuga será de 1500 GPM, con un TDH (368,66 pie; 159,82 psi), con succión positiva.

Bomba **Fairbanks Nijhuis**, Modelo 6"1823HHF, Tamaño 6" X 8" X 14", centrífuga, de carcasa horizontalmente partida, Listada por UL, Aprobada por FM.

Apéndice 3 se indican las características técnicas de la bomba.

3.9. Selección del caudal de la Bomba Jockey

Se conoce que la bomba Jockey es la que debe mantener la presión deseada en todo el sistema, se determina que la capacidad variará entre el 1 al 5% con respecto a la capacidad de la bomba principal, por lo que el caudal de la bomba jockey es:

$$Q = 3\% Q_{bomba}$$

$$Q = 3\% (1500gpm)$$

$$Q = 45gpm$$

La presión de la bomba jockey se considera (10 psi) más que la presión de la bomba contra incendios por lo tanto la presión de la Bomba Jockey será de (170 psi)

Según lo cotizado en el mercado la bomba jockey tendrá una capacidad de 25 gpm a una presión de (195 psi)

Apéndice 4 se indica las características técnicas de la bomba jockey

3.10. Selección del equipo Motriz [21]

La bomba será accionada con un motor a diesel ya que la empresa no cuenta con un generador eléctrico.

Sistema de enfriamiento.- Será de tipo de circulación cerrada con intercambiador enfriado con agua proveniente de la descarga de la bomba. El sistema de enfriamiento deberá mantener la temperatura normal del motor a plena carga.

Sistema de combustible.- Deberá tener un filtro de presión, con doble elemento de filtración y con medios para auto limpieza.

Bomba de suministro de combustible accionada por el propio motor.

Tanque diario de combustible.- Para capacidad de 8 horas de funcionamiento a plena carga de acuerdo con la NFPA 20.

El tanque deberá estar equipado con:

- Indicador de nivel
- Válvula de drenaje de punto bajo

- Interruptor de bajo nivel

Sistema de Arranque.- Motor de arranque eléctrico para 24 voltios, operado con baterías y cargador de baterías según los requerimientos de NFPA 20.

Apéndice 5: Características del equipo motriz

3.11.Determinación del volumen del reservorio o tanque de almacenamiento

El tipo de abastecimiento de agua para este sistema de protección contra incendio es de una cisterna enterrada o un tanque de almacenamiento.

Anteriormente se determinó que el caudal necesario es de 1500 gpm con una duración de 60 minutos para este proyecto según lo dicta la norma NFPA13 en la tabla 15.4.1.

El volumen del reservorio para el abastecimiento de agua es el siguiente:

$$V = Q_{nec} \times t$$

$$V = 1500 \text{ gpm} \times 60 \text{ min}$$

$$V = 90000 \text{ Galones}$$

$$V = 340.69 \text{ m}^3$$

Dimensiones del reservorio:

$$V = \pi \times r^2 \times h$$

$$h = \frac{V}{\pi \times r^2}$$

$$h = \frac{340,69}{\pi \times (5^2)}$$

$$h = 4,33\text{m}$$

El reservorio será un tanque cilíndrico de 10 metros de diámetro por 4,5 metros de alto.

La empresa se encarga de toda la obra civil para la construcción del reservorio.

3.12. Selección del equipo de bombeo contra incendios en base a las normas NFPA

Para la empresa de Roto-Moldeo se han seleccionado un equipo de bombeo listado por UL, aprobado por FM de la marca Fairbanks

Nijhuis. Que cumplen todos los requisitos y normas para este tipo de riesgo.

Tomando en cuenta que el sistema contra incendios tendrá succión positiva se analizaron los siguientes tipos de bombas.

- 1) Bomba vertical.- Esta bomba no se selecciona porque no cumple las necesidades del sistema contra incendios.
- 2) Bomba centrífuga de carcasa partida.- Accionada con un motor eléctrico, no se selecciona esta bomba ya que la empresa no cuenta con un generador eléctrico para accionar esta bomba.
- 3) Bomba centrífuga de carcasa partida.- Accionada con un motor a diesel, se selecciona este equipo porque cumple con los requisitos necesarios.

Selección de accesorios básicos en la instalación

Para la instalación del equipo de bombeo en un sistema contra incendio se deben tomar en cuenta algunos accesorios necesarios, indicados en la norma NFPA 20:

El modelo de la bomba seleccionada tiene un diámetro de 6 pulgadas por lo que se tiene que colocar un reductor excéntrico de 8 a 6 pulgadas ya que en el cuarto de bombas las

tuberías de succión y descarga deben ser de 8" como mínimo para 1500 gpm.

Como lo indica la norma NFPA 20 en la tabla 4.26

Tubería de Succión

En la tubería de succión debe instalarse una válvula de compuerta de vástago ascendente tipo OS&Y.

Reductor Excéntrico.-Se debe usar un reductor cónico excéntrico cuando la tubería de succión y la brida de succión de la bomba no son el mismo tamaño con el fin de evitar bolsas de aire.

Manómetro de succión.- Se instalará un manómetro de presión con un cuadrante menor a 3.5 pulgadas de diámetro.

En el manómetro debe leerse en pulgadas de mercurio y en psi.

Tubería de Descarga.-

En la tubería de descarga se instalarán los siguientes accesorios:

Manómetro de descarga.- Se instalará un manómetro de presión con un cuadrante no menor a 3.5 pulgadas de diámetro. La válvula deberá leer una presión no menor a 200 psi (13.8 bar).

Apéndice 6: Recomendaciones de diámetros mínimos tuberías de acuerdo al caudal de la bomba

Válvula Check.- Para prevenir el contraflujo en la tubería.

Válvula mariposa o compuerta.- Se instalará una válvula mariposa para seccionar el sistema de protección contra incendio de la válvula de retención de la descarga de la bomba.

T de bifurcación.- Para el cabezal de prueba.

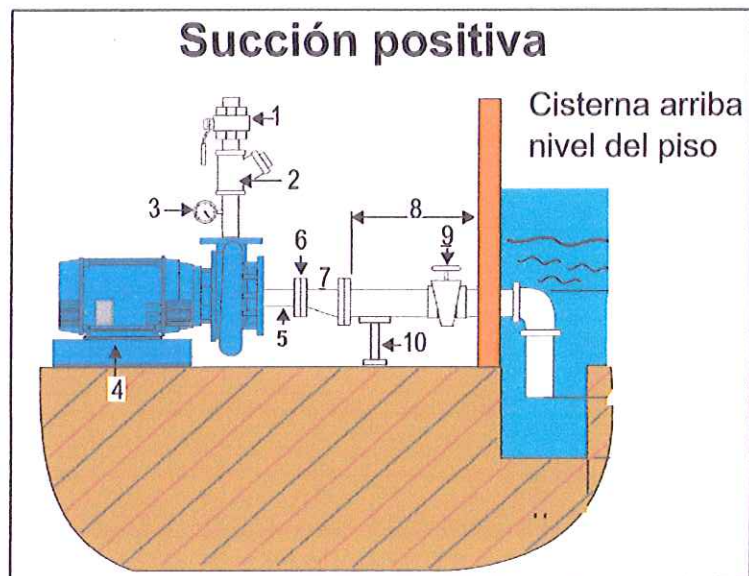


FIGURA 3.6 ESQUEMA ACCESORIOS DE INSTALACIÓN DE BOMBA CENTRIFUGA ACCESORIOS:

1. Válvula de seccionamiento
2. Válvula OS&Y
3. Manómetro
4. Fijación de la bomba
5. Tramo corto posterior al reductor excéntrico
6. Brida
7. Reductor excéntrico
8. Tramo recto al tanque de almacenamiento
9. Válvula compuerta
10. Soporte para tubería

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DEL COSTO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

4.1. Listado de equipos y accesorios

El costo total se lo ha dividido de la siguiente forma:

- Equipo de Bombeo
- Tuberías
- Accesorios

En la siguiente tabla se encuentra resumido el listado de equipos y accesorios

Plano 5 Cuarto de Bombas

Plano 6 Detalle de Soportería

Plano 7 Tanques de GLP

TABLA 6
LISTA DE ACCESORIOS

LISTA DE ACCESORIOS		
Descripción	Unidad	Cant
CUARTO DE BOMBAS		
<p>SISTEMA CONTRA INCENDIO NFPA 20 BOMBA CARCASA PARTIDA CON MOTOR A DIESEL 1500 GPPM @ 185PSI, el sistema está compuesto por los siguientes elementos :</p> <p style="text-align: center;">BOMBA FAIRBANKS NIJHUIS MODELO 6"1823HHF TAMAÑO 6"X8"X14"</p> <p style="text-align: center;">MOTOR DE COMBUSTION INTERNA, A DIESEL MODELO JU6H-UF84 CON UNA POTENCIA DE 275HP A UNA VELOCIDAD DE 3000 RPM</p> <p style="text-align: center;">CONTROLADOR LISTADO POR UL Y APROBADO POR FM PARA MOTORES A DIESEL</p> <p style="text-align: center;">BOMBA JOCKEY, VERTICAL DE ETAPAS MULTIPLES MARCA FAIRBANKS NIJHUS MODELO PVM5-18 A 25GPM Y 195PSI</p>	unidad	1
TUBERÍAS		
TUBERIA DE ACERO NEGRO CED 40 6"	m	545
TUBERIA DE ACERO NEGRO CED 40 4"	m	50
TUBERIA DE ACERO NEGRO CED 40 2½"	m	62
TUBERIA DE ACERO NEGRO CED 40 2"	m	866
TUBERIA DE ACERO NEGRO CED 40 1½"	m	10
TUBERIA DE ACERO NEGRO CED 40 1 ¼ "	m	32
TUBERIA DE ACERO NEGRO CED 40 1"	m	22,4
CODOS Y UNIONES		
CODOS RANURADOS DE 6" X 90o UL/FM	unidad	5
CODOS RANURADOS DE 2 1/2" X 90o UL/FM	unidad	37
CODOS RANURADOS DE 2 " X 90o UL/FM	unidad	192

CODOS RANURADOS DE 1 1/2" X 90o UL/FM	unidad	22
CODOS RANURADOS DE 1 1/4" X 90o UL/FM	unidad	8
TEE MECANICA		
TEE MECANICA RANURADA DE 6"x 2 " UL/FM	unidad	82
TEE MECANICA RANURADA DE 4"x 2 " UL/FM	unidad	14
TEE MECANICA ROSCADAS DE 6"x 1 1/2" UL/FM	unidad	9
TEE MECANICA ROSCADAS DE 6"x 1 1/4" UL/FM	unidad	3
TEE MECANICA ROSCADAS DE 4"x 1 1/2" UL/FM	unidad	2
TEE MECANICA ROSCADAS DE 4"x 1 1/4" UL/FM	unidad	1
TEE MECANICA ROSCADAS DE 2 1/2"x 1 1/2" UL/FM	unidad	2
STRAP TEE 2"x 3/4"	unidad	300
TEE RANURADA DE 6"	unidad	2
REDUCCIONES RANURADA DE 6" X 4"	unidad	1
ACOPLES RANURADOS 6"	unidad	100
ACOPLES RANURADOS 4"	unidad	14
ACOPLES RANURADOS 2"	unidad	336
TAPA RANURADA 6"	unidad	10
TAPA RANURADA 4"	unidad	3
VALVULAS		
VALVULA CHECK 6"	unidad	3
VALVULA TIPO COMPUERTA 6"	unidad	3
DETECTOR DE FLUJO 6"	unidad	3
VALVULA CHECK 4"	unidad	1
DETECTOR DE FLUJO 4"	unidad	1
VALVULA TIPO COMPUERTA 4"	unidad	1
SIAMESA 4"	unidad	1
SOPORTERIA Y SPRINKLER		
Rociadores ESFR COLGANTE con orificio nominal 3/4" conexión roscada NPT, factor de descarga k=16,8	unidad	300
SOPORTE FIGURA 910	unidad	64
PIPE CLAMP DE SOPORTE	unidad	32
ANGULO TIPO L 2"X2"X1/4"	m	40

PLATINA 2" X 1/4"	m	8
VARILLA 3/4"	m	48
MORDAZA 3/4"	unidad	192
VARILLA 1/2"	m	39
MORDAZA 1/2"	m	64
SOPORTE TIPO PERA PARA TUBERÍA DE 2"	unidad	192
SOPORTE TIPO PERA PARA TUBERÍA DE 4"	unidad	8
SOPORTE TIPO PERA PARA TUBERÍA DE 6"	unidad	64
ABRAZADERA UBOLT 6"	unidad	64
ABRAZADERA UBOLT 4"	unidad	8
GABINETE CONTRA INCENDIOS CLASE III, EQUIPADO:	unidad	11
PINTURA		
PINTURA ANTICORROSIVA	GAL	140
PINTURA SINTETICA ROJA	GAL	180
DILUYENTE	GAL	320

4.2. Costo de materiales e instalación

TABLA 7
COSTO DE MATERIALES

COSTO DE MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cant	PVP UNIT.	PVP TOTAL
CUARTO DE BOMBAS				
SISTEMA CONTRA INCENDIO NFPA 20 BOMBA CARCASA PARTIDA CON MOTOR A DIESEL 1500 GPPM @ 185PSI, el SISTEMA ESTA COMPUESTO POR LOS SIGUIENTES ELEMENTOS : BOMBA FAIRBANKS NIJHUIS MODELO 6"1823HHF TAMAÑO 6"X8"X14" MOTOR DE COMBUSTION INTERNA, A DIESEL MODELO JU6H-UF84 CON	unidad	1	\$ 84.652,00	\$ 84.652,00

UNA POTENCIA DE 275HP A UNA VELOCIDAD DE 3000 RPM CONTROLADOR LISTADO POR UL Y APROBADO POR FM PARA MOTORES A DIESEL BOMBA JOCKEY, VERTICAL DE ETAPAS MULTIPLES MARCA FAIRBANKS NIJHUS MODELO PVM5-18 A 25GPM Y 195PSI				
TUBERIAS				
TUBERIA DE ACERO NEGRO CED 40 6"	m	545	\$ 33,00	\$ 17.985,00
TUBERIA DE ACERO NEGRO CED 40 4"	m	50	\$ 18,13	\$ 906,50
TUBERIA DE ACERO NEGRO CED 40 2½"	m	62	\$ 9,65	\$ 598,30
TUBERIA DE ACERO NEGRO CED 40 2"	m	866	\$ 4,72	\$ 4.087,52
TUBERIA DE ACERO NEGRO CED 40 1½"	m	10	\$ 4,90	\$ 49,00
TUBERIA DE ACERO NEGRO CED 40 1 1/4 "	m	32	\$ 3,68	\$ 117,76
TUBERIA DE ACERO NEGRO CED 40 1"	m	22,4	\$ 3,68	\$ 82,43
CODOS Y UNIONES				
CODOS RANURADOS DE 6" X 90o UL/FM	unidad	5	\$ 23,64	\$ 118,20
CODOS RANURADOS DE 2 1/2" X 90o UL/FM	unidad	37	\$ 6,00	\$ 222,00
CODOS RANURADOS DE 2 " X 90o UL/FM	unidad	192	\$ 4,05	\$ 777,60
CODOS RANURADOS DE 1 1/2" X 90o UL/FM	unidad	22	\$ 3,15	\$ 69,30
CODOS RANURADOS DE 1 1/4" X 90o UL/FM	unidad	8	\$ 3,00	\$ 24,00
TEE MECANICA				
TEE MECANICA RANURADA DE 6"x 2 " UL/FM	unidad	82	\$ 33,00	\$ 2.706,00
TEE MECANICA RANURADA DE 4"x 2 " UL/FM	unidad	14	\$ 22,00	\$ 308,00
TEE MECANICA ROSCADAS DE 6"x 1 1/2" UL/FM	unidad	9	\$ 30,00	\$ 270,00
TEE MECANICA ROSCADAS DE 6"x 1 1/4" UL/FM	unidad	3	\$ 30,00	\$ 90,00
TEE MECANICA ROSCADAS DE 4"x 1 1/2" UL/FM	unidad	2	\$ 25,00	\$ 50,00
TEE MECANICA ROSCADAS DE 4"x 1 1/4" UL/FM	unidad	1	\$ 25,00	\$ 25,00

TEE MECANICA ROSCADAS DE 2 1/2"x 1 1/2" UL/FM	unidad	2	\$ 12,00	\$ 24,00
STRAP TEE 2"x 3/4"	unidad	300	\$ 18,00	\$ 5.400,00
TEE RANURADA DE 6"	unidad	2	\$ 90,00	\$ 180,00
REDUCCIONES RANURADA DE 6" X 4"	unidad	1	\$ 55,00	\$ 55,00
ACOPLES RANURADOS 6"	unidad	100	\$ 33,00	\$ 3.300,00
ACOPLES RANURADOS 4"	unidad	14	\$ 25,80	\$ 361,20
ACOPLES RANURADOS 2"	unidad	336	\$ 13,75	\$ 4.620,00
TAPA RANURADA 6"	unidad	10	\$ 15,00	\$ 150,00
TAPA RANURADA 4"	unidad	3	\$ 12,00	\$ 36,00
VALVULAS				
VALVULA CHECK 6"	unidad	3	\$ 297,13	\$ 891,39
VALVULA TIPO COMPUERTA 6"	unidad	3	\$ 320,00	\$ 960,00
DETECTOR DE FLUJO 6"	unidad	3	\$ 178,50	\$ 535,50
VALVULA CHECK 4"	unidad	1	\$ 255,00	\$ 255,00
DETECTOR DE FLUJO 4"	unidad	1	\$ 178,50	\$ 178,50
VALVULA TIPO COMPUERTA 4"	unidad	1	\$ 220,35	\$ 220,35
SIAMESA 4"	unidad	1	\$ 100,00	\$ 100,00
SOPORTERIA Y SPRINKLER				
Rociadores ESFR COLGANTE con orificio nominal 3/4" conexión roscada NPT, factor de descarga k=16,8	unidad	300	\$ 21,80	\$ 6.540,00
SOPORTE FIGURA 910	unidad	64	\$ 33,00	\$ 2.112,00
PIPE CLAMP DE SOPORTE	unidad	32	\$ 33,00	\$ 1.056,00
ANGULO TIPO L 2"X2"X1/4"	m	40	\$ 5,55	\$ 222,00
PLATINA 2" X 1/4"	m	8	\$ 2,95	\$ 23,60
VARILLA 3/4"	m	48	\$ 2,50	\$ 120,00
MORDAZA 3/4"	unidad	192	\$ 6,00	\$ 1.152,00
VARILLA 1/2"	m	39	\$ 1,11	\$ 43,29
MORDAZA 1/2"	m	64	\$ 33,00	\$ 2.112,00
SOPORTE TIPO PERA PARA TUBERÍA DE 2"	unidad	192	\$ 0,81	\$ 155,52
SOPORTE TIPO PERA PARA TUBERÍA DE 4"	unidad	8	\$ 2,03	\$ 16,24
SOPORTE TIPO PERA PARA TUBERÍA DE 6"	unidad	64	\$ 4,28	\$ 273,92
ABRAZADERA UBOLT 6"	unidad	64	\$ 1,30	\$ 83,20
ABRAZADERA UBOLT 4"	unidad	8	\$ 1,00	\$ 8,00
GABINETE CONTRA INCENDIOS CLASE II, EQUIPADO:	unidad	11	\$ 312,18	\$ 3.433,98

Tabla de Calificaciones	
0-30	MALO
40-70	BUENO
80-100	EXCELENTE

Por un bajo costo en el precio de la mano de obra, una facilidad y rapidez de montaje. Se elige una tubería ranurada para todo el sistema de protección contra incendios.

Costo de instalación

El costo de instalación en un sistema soldado es mucho más costoso que un sistema totalmente ranurado. A continuación se muestra dos tablas con la inversión necesaria solo para un mes de trabajo.

Apéndice 7: Cotización del cuarto de bombas

**TABLA 9.-
COSTO DE INSTALACIÓN SISTEMA CON TUBERÍA RANURADA**

SISTEMA DE ROCIADORES CON TUBERIAS DE 2" RANURADA

CANTIDAD	NOMBRES	Días Laborales	SUELDO	SCORCIEP 0	TOTAL	BENEFICIOS SOCIALES					TOTAL BENEFICIO \$	COSTO EMPLEADO \$	HORAS NORMALES	HORAS EXTRAS	TOTAL HORAS	COSTO PLO. POR HORA
						DECIMO CLASIFICACION	DECIMO TERCER	DECIMO RESERVA	FONDO DE APORTE PATRONAL	VACACIONES						
1	Supervisor Cbra	30.00	\$ 900.00	\$ -	\$ 30.00	\$ 29.50	\$ 35.00	\$ 37.50	\$ -	\$ 109.50	\$ 251.45	\$ 1,121.45	240	(	240	\$ -80
1	Obrero	30.00	\$ 354.00	\$ -	\$ 30.00	\$ 29.50	\$ 35.00	\$ 37.50	\$ -	\$ 43.00	\$ 116.75	\$ 470.75	240	(	240	\$ 1.95
1	Obrero	30.00	\$ 354.00	\$ -	\$ 30.00	\$ 29.50	\$ 35.00	\$ 37.50	\$ -	\$ 43.00	\$ 116.75	\$ 470.75	240	(	240	\$ 1.95
1	Obrero	30.00	\$ 354.00	\$ -	\$ 30.00	\$ 29.50	\$ 35.00	\$ 37.50	\$ -	\$ 43.00	\$ 116.75	\$ 470.75	240	(	240	\$ 1.95
1	Obrero	30.00	\$ 354.00	\$ -	\$ 30.00	\$ 29.50	\$ 35.00	\$ 37.50	\$ -	\$ 43.00	\$ 116.75	\$ 470.75	240	(	240	\$ 1.95
1	Obrero	30.00	\$ 354.00	\$ -	\$ 30.00	\$ 29.50	\$ 35.00	\$ 37.50	\$ -	\$ 43.00	\$ 116.75	\$ 470.75	240	(	240	\$ 1.95
1	Obrero	30.00	\$ 354.00	\$ -	\$ 30.00	\$ 29.50	\$ 35.00	\$ 37.50	\$ -	\$ 43.00	\$ 116.75	\$ 470.75	240	(	240	\$ 1.95
1	Obrero	30.00	\$ 354.00	\$ -	\$ 30.00	\$ 29.50	\$ 35.00	\$ 37.50	\$ -	\$ 43.00	\$ 116.75	\$ 470.75	240	(	240	\$ 1.95
1	Obrero	30.00	\$ 354.00	\$ -	\$ 30.00	\$ 29.50	\$ 35.00	\$ 37.50	\$ -	\$ 43.00	\$ 116.75	\$ 470.75	240	(	240	\$ 1.95
Totales			\$ 3,792.00	\$ -	\$ 3,792.00	\$ 2,652.00	\$ 3,112.00	\$ 1,652.50	\$ -	\$ 4,834.50	\$ 11,654.44	\$ 43,774.44	2,400	(	2,400	\$ 30.48

TABLA 10.-

COSTO DE INSTALACIÓN SISTEMA CON TUBERÍA SOLDADA

SISTEMA DE ROCIADORES CON TRAMOS DE TUBERIAS SOLDADAS

CANTIDAD	NOMBRES	DMS LABORADOS	SUELDO	SOBRETIEMPO	TOTAL	BENEFICIOS SOCIALES					TOTAL BENEFICIOS	COSTO EMPLEADO	HORAS NORMALES	HORAS EXTRAS	TOTAL HORAS	COSTO M.O. POR HORA
						DECIMO CUARTO	DECIMO TERCER	VACACIONES	FONDO DE RESERVA	APORTE PATRONAL						
1	Supervisor de Obra	30,00	\$ 900,00	\$ -	\$ 900,00	\$ 29,50	\$ 75,00	\$ 37,50	\$ -	\$ 109,55	\$ 251,35	\$ 1.151,35	240	0	240	\$ 4,80
1	Soldador	30,00	\$ 700,00	\$ -	\$ 700,00	\$ 29,50	\$ 58,33	\$ 29,17	\$ -	\$ 85,05	\$ 202,05	\$ 902,05	240	0	240	\$ 3,76
1	Soldador	30,00	\$ 700,00	\$ -	\$ 700,00	\$ 29,50	\$ 58,33	\$ 29,17	\$ -	\$ 85,05	\$ 202,05	\$ 902,05	240	0	240	\$ 3,76
1	Soldador	30,00	\$ 700,00	\$ -	\$ 700,00	\$ 29,50	\$ 58,33	\$ 29,17	\$ -	\$ 85,05	\$ 202,05	\$ 902,05	240	0	240	\$ 3,76
1	Obrero	30,00	\$ 354,00	\$ -	\$ 354,00	\$ 29,50	\$ 29,50	\$ 14,75	\$ -	\$ 43,01	\$ 116,76	\$ 470,76	240	0	240	\$ 1,96
1	Obrero	30,00	\$ 354,00	\$ -	\$ 354,00	\$ 29,50	\$ 29,50	\$ 14,75	\$ -	\$ 43,01	\$ 116,76	\$ 470,76	240	0	240	\$ 1,96
1	Obrero	30,00	\$ 354,00	\$ -	\$ 354,00	\$ 29,50	\$ 29,50	\$ 14,75	\$ -	\$ 43,01	\$ 116,76	\$ 470,76	240	0	240	\$ 1,96
1	Obrero	30,00	\$ 354,00	\$ -	\$ 354,00	\$ 29,50	\$ 29,50	\$ 14,75	\$ -	\$ 43,01	\$ 116,76	\$ 470,76	240	0	240	\$ 1,96
1	Obrero	30,00	\$ 354,00	\$ -	\$ 354,00	\$ 29,50	\$ 29,50	\$ 14,75	\$ -	\$ 43,01	\$ 116,76	\$ 470,76	240	0	240	\$ 1,96
Totales			\$ 4.770,00	\$ -	\$ 4.770,00	\$ 265,50	\$ 397,50	\$ 198,75	\$ -	\$ 579,56	\$ 1.441,31	\$ 6.211,31	240	0	240	\$ 25,88

Como se puede observar un mes de trabajo con tubería ranurada es más barato que un mes de trabajo con tubería soldada. Cabe recalcar que con tubería soldada el tiempo de trabajo es mayor ya que el soldador no puede soldar 8 horas continuas, otra desventaja de la tubería soldada es que si se presenta alguna fuga en algún punto la reparación tomaría más tiempo y más trabajo.

Según el cronograma de trabajo en instalar todo el sistema contra incendios tomaría alrededor de 3 meses con un costo de mano de obra como se detalla en la siguiente tabla.

TABLA 11

COSTO MANO DE OBRA TOTAL SISTEMA RANURADO

<i>COSTO MANO DE OBRA TOTAL SISTEMA RANURADO</i>				
CANTIDAD	NOMBRES	COSTO EMPLEADO	TIEMPO TRABAJO (MESES)	TOTAL
1	Supervisor de Obra	\$ 1.151,35	3	\$ 3.454,05
1	obrero	\$ 470,76	3	\$ 1.412,28
1	Obrero	\$ 470,76	3	\$ 1.412,28
1	Obrero	\$ 470,76	3	\$ 1.412,28
1	Obrero	\$ 470,76	3	\$ 1.412,28
1	Obrero	\$ 470,76	3	\$ 1.412,28
1	Obrero	\$ 470,76	3	\$ 1.412,28
1	Obrero	\$ 470,76	3	\$ 1.412,28
1	Obrero	\$ 470,76	3	\$ 1.412,28
1	Obrero	\$ 470,76	3	\$ 1.412,28
TOTALES		\$ 4.917,44	3	\$ 14.752,31

Dando como resultado un presupuesto total de:

TABLA 12
PRESUPUESTO TOTAL DE LA INVERSIÓN

PRESUPUESTO TOTAL DE LA INVERSIÓN		
<i>Mano obra (Sistema Ranurado)</i>		\$ 14.752,31
<i>Materiales a Utilizar</i>		\$ 155.022,30
<i>Total Costo M.O. y Materiales</i>		\$ 169.774,61
<i>Margen Utilidad</i>	15%	\$ 25.466,19
<i>Total</i>		\$ 195.240,80

En cambio para un sistema soldado o un sistema soldado y ranurado el tiempo de instalación duraría de 5 a 6 meses lo que daría un costo de mano de obra que se muestra en la siguiente tabla.

TABLA 13
COSTO MANO DE OBRA TOTAL SISTEMA SOLDADO Y
RANURADO

COSTO MANO DE OBRA TOTAL SISTEMA SOLDADO Y RANURADO				
CANTIDAD	NOMBRES	COSTO EMPLEADO	TIEMPO TRABAJO (MESES)	TOTAL
1	Supervisor de Obra	\$ 1.151,35	6	\$ 6.908,10
1	Soldador	\$ 902,05	6	\$ 5.412,30
1	Soldador	\$ 902,05	6	\$ 5.412,30
1	Soldador	\$ 902,05	6	\$ 5.412,30
1	Obrero	\$ 470,76	6	\$ 2.824,57
1	Obrero	\$ 470,76	6	\$ 2.824,57

1	Obrero	\$ 470,76	6	\$ 2.824,57
1	Obrero	\$ 470,76	6	\$ 2.824,57
1	Obrero	\$ 470,76	6	\$ 2.824,57
Totales		\$ 6.211,31	6	\$ 37.267,83

Dando como resultado un presupuesto total de:

TABLA 14.

PRESUPUESTO TOTAL DE LA INVERSIÓN

PRESUPUESTO TOTAL DE LA INVERSIÓN			
<i>Mano obra (Sistema soldado y ranurado)</i>			\$ 37.267,83
<i>Materiales a Utilizar</i>			\$ 155.022,30
<i>Total Costo M.O. y Materiales</i>			\$ 192.290,13
<i>Margen Utilidad</i>	15%		\$ 28.843,52
<i>Total</i>			\$ 221.133,65

Un soldador calificado puede soldar un promedio de $150 \frac{\text{horas hombre}}{\text{toneladas de tubería}}$ en la siguiente tabla se indica el peso total de tubería que deberían soldar los 3 soldadores en la obra.

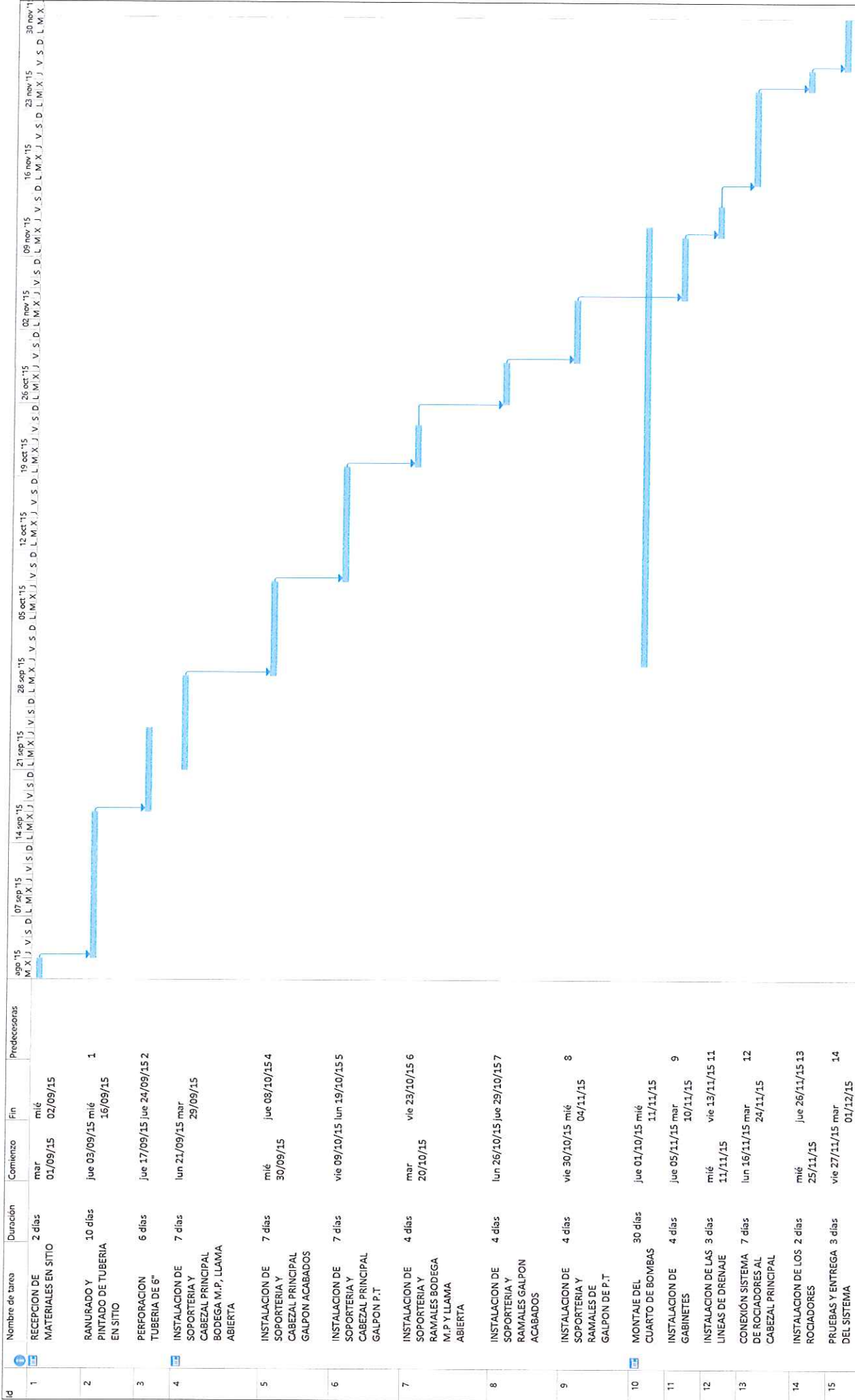
TABLA 15

LISTA DE MATERIALES PARA UN RAMAL SOLDADO Y RANURADO

LISTA DE MATERIALES PARA UN RAMAL SOLDADO Y RANURADO								
Ítem	Descripción	Unidad	Cant	NÚMERO RAMALES	PESO (kg/m)	PESO TOTAL (kg/m)	Precio Unitario Material	Precio Total
1	TUBERIA DE ACERO NEGRO CED 40 1 "	m	3,50	52	2,50	455,00	\$ 2,59	\$ 9,07
2	TUBERIA DE ACERO NEGRO CED 40 1 1/2 "	m	12	52	4	2527,20	\$ 3,67	\$ 44,10
3	TUBERIA RANURADA CED 40 2 "	m	5,81				\$ 4,71	\$ 27,38
4	REDUCCION ES ACERO P/S DE 2 " X 1 1/2"	u	2,00				\$ 1,16	\$ 2,32
5	REDUCCION ES ACERO P/S DE 1 1/2 " X 1 "	u	2				\$ 0,86	\$ 1,72
6	CODO P/S C40-1"x90°	u	2				\$ 0,52	\$ 1,04
7	TEE RED. P/S C40 - 2"x1 1/2 "	u	2				\$ 11,00	\$ 22,00
8	TEE RED. P/S C40 - 1 1/2" x 1"	u	4				\$ 8,25	\$ 33,00
9	TEE P/S C40 - 1 " x 1"	u	1				\$ 7,00	\$ 7,00
10	NEPLOS CORRIDOS 1" HN	u	1				\$ 5,00	\$ 5,00
TOTAL								\$ 152,62

Son aproximadamente 3 toneladas de tubería, esto implica que en soldar les tomaría un tiempo estimado de un mes y quince días solo en soldar los ramales de todo el sistema, contando con 3 soldadores.

4.4. Cronograma de montaje



Tarea manual
 solo duración
 Informe de resumen manual
 Resumen manual

Resumen del proyecto
 Tarea inactiva
 Hito inactivo
 Resumen inactivo

solo el comienzo
 solo fin
 Tareas externas
 Hito externo

Fecha limite
 Progreso
 Progreso manual

Proyecto: CRONOGRAMA .mpp
 Fecha: Jue 19/03/15

Página 1

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. Al culminar este proyecto se cumplió con el objetivo principal que era diseñar un sistema contra incendios eficaz y seguro para la empresa en estudio.
2. La particularidad de este diseño contra incendios es que cuenta con unos sprinklers "ESFR" colgantes con un factor $K= 16,8 @35\text{psi}$, que no son comerciales y necesariamente deben ser importados. La selección de estos sprinklers se lo hizo en base al tipo de mercancía que se guardan en los diferentes galpones y aceptando la recomendación de la norma NFPA 13 en la sección 15.4.1.

3. Al no contar con normas ecuatorianas el diseño se basó en las normas americanas de la NFPA, para poder cumplir con todas las recomendaciones del Benemérito Cuerpo de Bomberos. Obteniendo como beneficio conseguir el permiso de funcionamiento y así la continuidad de la empresa.
4. El contar en una empresa con el sistema contra incendios en realidad no es nada barato, pero a su vez este es de gran ayuda en caso de que ocurra un siniestro. Y también permite que la aseguradora den mayores facilidades al momento de cobrar la prima.
5. El cálculo hidráulico se lo realizo con datos reales tomados en la empresa, utilizan tuberías de acero sin costura ASTM-A53 Grado B cedula 40 como está contemplado en la norma, así como la bomba contra incendio elegida de marca BOMBA FAIRBANKS NIJHUIS MODELO 6"1823HHF TAMAÑO 6"X8"X14" accionada con un

motor a diesel, esta elección se realizó en base a que la empresa no cuenta con un generador eléctrico.

5.2. Recomendaciones

1. Se recomienda emplear los criterios expuestos con responsabilidad y ante todo recordando que el más importante es salvaguardar vidas humanas.
2. Se debe capacitar al personal de la empresa para que puedan operar los equipos de combate contra incendios en caso de emergencia en lo particular extintores y mangueras contra incendios.
3. El personal encargado del mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, accesorios del sistema contra incendios deberá estar debidamente calificado para realizar estos trabajos.
4. Se debe planificar rutas para las salidas de escape y puntos de encuentro en caso de suscitarse un incendio.
5. Para mantener la funcionalidad del sistema, se deben realizar mantenimiento periódicos en su totalidad e inspecciones generales en toda la red. Con el fin de evitar inconvenientes cuando este sea necesario de usar.

6. No tener restricciones técnicas y económicas al momento de contratar la instalación de un sistema contra incendios ya que en el momento de un siniestro esto se verá reflejado en las pérdidas.

Apéndice 1.- Se adjunta información técnica del rociador.

tyco
Fire Protection
Products

Worldwide
Contacts | www.tyco-fire.com

Model ESFR-17 Early Suppression, Fast Response Pendent Sprinklers 16.8 K-factor

General Description

The TYCO Model ESFR-17 Pendent Sprinklers are "Early Suppression, Fast Response Sprinklers" having a nominal K-Factor of 16.8. (Refer to Figure 1.) They are suppression mode sprinklers that are especially advantageous as a means of eliminating in-rack sprinklers when protecting high-piled storage.

Model ESFR-17 Pendent Sprinklers are primarily used for ceiling-only sprinkler protection of (but not limited to) the following storage applications:

- Most encapsulated or non-encapsulated common materials including cartoned, unexpanded plastics
- Cartoned, expanded plastics
- Uncartoned, unexpanded plastics
- Uncartoned, expanded plastics
- Some storage arrangements of rubber tires, roll paper, and aerosols

For more specific criteria, refer to Table A in this data sheet as well as the applicable design standard.

The Model ESFR-17 Pendent Sprinklers provide the system designer with hydraulic and sprinkler placement options not presently available to traditional ESFR Sprinklers having a nominal K-Factor of 14.0. In particular, Model ESFR-17 Pendent Sprinklers are designed to operate at substantially lower-end head pressures, as compared to ESFR Sprinklers having a nominal K-Factor of 14.0. This

feature offers flexibility when sizing system piping, as well as possibly reducing or eliminating the need for a system fire pump.

Applications for the ESFR-17 Pendent Sprinklers are expanding beyond currently recognized installation standards. For information on research fire tests (with flammable liquids and aerosols, for example) that may be acceptable to an authority having jurisdiction, contact the Technical Services department.

NOTICE

The Model ESFR-17 Pendent Sprinklers described herein must be installed and maintained in compliance with this document, as well as with the applicable standards of the National Fire Protection Association, in addition to the standards of any authorities having jurisdiction (e.g., FM Global). Failure to do so may impair the performance of these devices.

The owner is responsible for maintaining their fire protection system and devices in proper operating condition. Contact the installing contractor or product manufacturer with any questions.

In all cases, the appropriate NFPA or FM installation standard or other applicable standard, must be referenced to ensure applicability and to obtain complete installation guidelines. The general guidelines in this data sheet are not intended to provide complete installation criteria.

Sprinkler Identification Number (SIN)

TY7226



Technical Data

Approvals

UL and C-UL Listed
FM Approved
VdS Approved
LPCB Approved (094b/01 and 007U/01)
NYC under MEA 356-01-E
CE Certified Certificate of Conformity
1725-CPD-H0011

Maximum Working Pressure

175 psi (12.1 bar)

Pipe Thread Connections

3/4 inch NPT
ISO 7-R 3/4

Discharge Coefficient

K=16.8 gpm/psi^{1/2}
(241.9 lpm/bar^{1/2})

Temperature Ratings

165°F (74°C)
214°F (101°C)

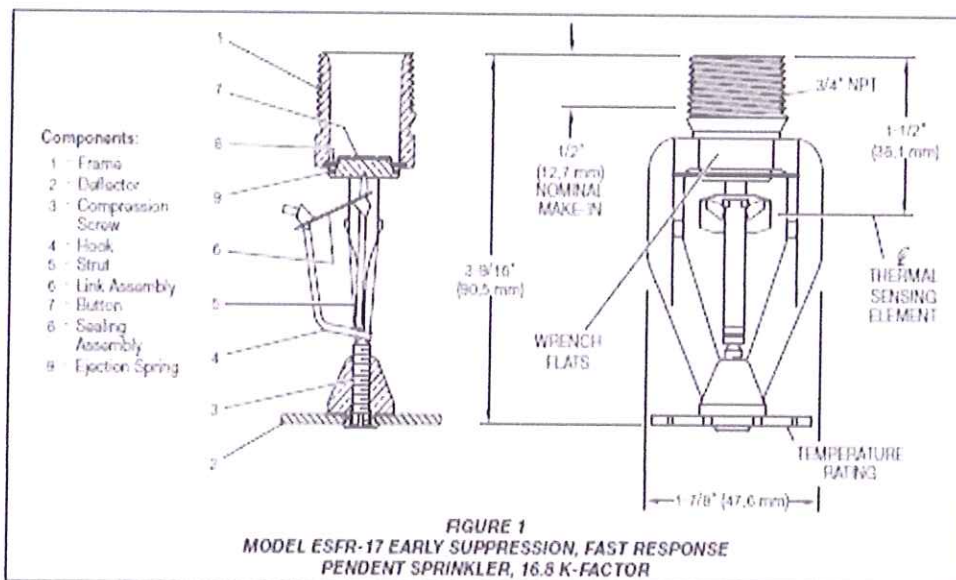
Finish

Natural Brass

IMPORTANT

Always refer to Technical Data Sheet TFP700 for the "INSTALLER WARNING" that provides cautions with respect to handling and installation of sprinkler systems and components. Improper handling and installation can permanently damage a sprinkler system or its components and cause the sprinkler to fail to operate in a fire situation or cause it to operate prematurely.

TFP315
Page 2 of 4



Physical Characteristics

Frame	Brass
Deflector	Bronze
Compression Screw	Stainless Steel
Hook	Monel
Strut	Monel
Link Assembly	Solder, Nickel
Button	Brass
Sealing Assembly	Beryllium Nickel WTFE LON
Ejection Spring	Inconel
Deflector Nut	Brass

Design Criteria

The following general guidelines provided for the TYCO Model ESFR-17 Pendent Sprinklers can be used for a quick reference.

The National Fire Protection Association (NFPA) and FM Global (FM) provide installation standards that must be used to properly design an automatic sprinkler system utilizing Early Suppression, Fast Response (ESFR) Sprinklers. The guidelines provided by NFPA and FM may differ; consequently, the appropriate standard must be used for a given installation.

In all cases, the appropriate NFPA or FM installation standard must be referenced to ensure applicability and to obtain complete installation guidelines, since the following general guidelines are not intended to provide complete installation criteria.

In addition to this data sheet, the following data sheets describe other TYCO ESFR Sprinklers:

- TFP312 – Model ESFR-25 (TY9226), K-25.2 Pendent Sprinkler
- TFP316 – Model ESFR-17 (TY7126), K-16.8 Upright Sprinkler
- TFP318 – Model ESFR-1 (TY6226), K-14.0 Pendent Sprinkler

System Type

Wet pipe system

Roof Construction

Unobstructed or obstructed construction (e.g., smooth ceiling, bar joists, beam and girder, etc.).

Where the depths of the solid structural members (e.g., beams and stem) exceed 12 inches (302 mm), install ESFR Sprinklers in each channel formed by the structural members.

Ceiling Slope

Maximum 2 inch rise for 12 inch run (16.7%)

Maximum Coverage Area

100 ft² (9.3 m²)

In some cases, the installation standards permit a greater coverage area.

Minimum Coverage Area

64 ft² (5.8 m²) per NFPA 13/FM 2-0

Maximum Spacing

12 feet (3.7 m) for building heights up to 30 feet (9.1 m)

10 feet (3.1 m) for building heights greater than 30 feet (9.1 m)

Minimum Spacing

8 feet (2.4 m)

Minimum Clearance to Commodity

36 inches (914 mm)

Deflector-to-Ceiling Distance

NFPA – 6 to 14 inches (152 to 356 mm)

Centerline of Thermal Sensing Element-to-Ceiling Distance

FM – See FM 2-0 for Storage Sprinklers.

Operation

The fusible link assembly is comprised of two link halves that are joined together by a thin layer of solder. When the rated temperature is reached, the solder melts and the two link halves separate, activating the sprinkler and flowing water.

Storage Type	NFPA	FM
Open Frame (that is, no solid shelves) Single, Double, Multiple-Row, or Portable Rack Storage of Class I-IV and Group A or B Plastics	Refer to NFPA 13, Chapters 16 and 17	Refer to FM 2-0 and 6-9
Solid Pile or Palletized Storage of Class I-IV and Group A or B Plastics	Refer to NFPA 13, Chapters 14 and 15	Refer to FM 2-0 and 6-9
Idle Pallet Storage	Refer to NFPA 13, Chapter 12	Refer to FM 2-0, 8-9, and 8-24
Rubber Tire Storage	Refer to NFPA 13, Chapter 18	Refer to FM 2-0 and 8-9
Roll Paper Storage (Refer to the standard)	Refer to NFPA 13, Chapter 19	Refer to FM 8-21
Flammable/ignitable Liquid Storage (Refer to the standard)	Refer to NFPA 30	Refer to FM 7-29
Aerosol Storage (Refer to the standard)	Refer to 30B	Refer to FM 7-31
Automotive Components in Portable Racks (Control mode only; refer to the standard)	N/A	N/A
N/A = Not Applicable		

TABLE A
MODEL ESFR-17 PENDENT SPRINKLERS
COMMODITY SELECTION AND DESIGN CRITERIA OVERVIEW

Installation

The TYCO Model ESFR-17 Pendent Sprinklers must be installed in accordance with this section.

General Instructions

Avoid damage to the fusible Link Assembly during installation by using only the Frame arms to handle the sprinkler (that is, do not apply pressure to the fusible Link Assembly), and by using the appropriate sprinkler wrench. Failure to do so can lead to an unstable link assembly and premature activation of the sprinkler. Damaged sprinklers must be replaced.

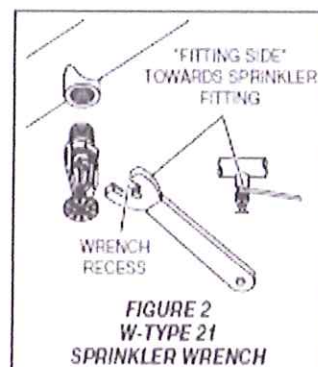
A leak-tight 3/4 inch NPT sprinkler joint should be obtained by applying a minimum-to-maximum torque of 10 to 20 ft./lbs. (13.4 to 26.8 Nm). Higher levels of torque can distort the sprinkler inlet with consequent leakage or impairment of the sprinkler.

Step 1. Install the Model ESFR-17 Pendent Sprinkler in the pendent position (Figure 2).

Step 2. With pipe-thread sealant applied, hand-tighten the sprinkler into the sprinkler fitting. Do not apply pressure to the Link Assembly, and handle the Model ESFR-17 Sprinkler only by the Frame arms.

Step 3. Wrench-tighten the Model ESFR-17 Sprinkler using only the W-Type 21 Sprinkler Wrench (Figure 2) and by fully engaging (seating) the wrench on the sprinkler wrench flats (Figure 1).

Step 4. After installation, inspect the Link Assembly of each Model ESFR-17 Sprinkler for damage. In particular, verify that the Link Assembly and Hook are positioned as illustrated in Figure 1, and that the Link Assembly is not bent, creased, or forced out of normal position in any way. Replace damaged sprinklers.



TFP315

Page 4 of 4

Care and Maintenance

The TYCO Model ESFR-17 Sprinklers must be maintained and serviced in accordance with this section.

Before closing a fire protection system main control valve for maintenance work on the fire protection system that it controls, permission to shut down the affected fire protection system must be obtained from the proper authorities and notify all personnel who may be affected by this action.

Sprinklers which are found to be leaking or exhibiting visible signs of corrosion must be replaced.

Automatic sprinklers must never be painted, plated, coated, or otherwise altered after leaving the factory. Modified sprinklers must be replaced. Sprinklers that have been exposed to corrosive products of combustion, but have not operated, should be replaced if they cannot be completely cleaned by wiping the sprinkler with a cloth or by brushing it with a soft bristle brush.

Care must be exercised to avoid damage to the sprinklers before, during, and after installation. Sprinklers damaged by dropping, striking, wrench twist/slippage, or the like, must be replaced. Also, replace any sprinkler that has a cracked bulb or that has lost liquid from its bulb. (Ref. Installation Section.)

The owner is responsible for the inspection, testing, and maintenance of their fire protection system and devices in compliance with this document, as well as with the applicable standards of the National Fire Protection Association (e.g., NFPA 25), in addition to the standards of any authorities having jurisdiction. Contact the installing contractor or product manufacturer with any questions.

Automatic sprinkler systems are recommended to be inspected, tested, and maintained by a qualified inspection service in accordance with local requirements and/or national codes.

Limited Warranty

For warranty terms and conditions, visit www.tyco-fire.com.

Ordering Procedure

Contact your local distributor for availability. When placing an order, indicate the full product name and Part Number (P/N).

Sprinkler Assemblies

Specify: Model ESFR-17 (TY7226), K=16.8, Early Suppression, Fast Response Pendent Sprinkler with (specify) temperature rating, natural brass, P/N

165°F (74°C)..... P/N 58-445-1-165
214°F (101°C)..... P/N 58-445-1-214

Special Order Sprinkler Assemblies with ISO 7-1 Thread Connections

Specify: Model ESFR-17 (TY7226), K=16.8, Early Suppression, Fast Response Pendent Sprinkler with ISO 7-1 thread connection, (specify) temperature rating, natural brass, P/N (specify).

165°F (74°C)..... P/N 58-446-1-165
214°F (101°C)..... P/N 58-446-1-214

Sprinkler Wrench

Specify: W-Type 21 Sprinkler Wrench, P/N 56-001-0-686

Apéndice 2.- Longitudes equivalentes de los accesorios

Table S-5.2.1 Equivalent Pipe Length Chart

Fittings and Valves	Fittings and Valves Expressed in Equivalent Feet (m) of Pipe						
	¾ in.	1 in.	1 ¼ in.	1 ½ in.	2 in.	2 ½ in.	3 in.
45° Elbow	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	3 (0.9)
90° Standard Elbow	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)	7 (2.1)
90° Long Turn Elbow	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)
Tee or Cross (Flow Turned 90°)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)	8 (2.4)	10 (3.1)	12 (3.7)	15 (4.6)
Gate Valve	—	—	—	—	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)
Butterfly Valve	—	—	—	—	6 (1.8)	7 (2.1)	10 (3.1)
Swing Check *	4 (1.2)	5 (1.5)	7 (2.1)	9 (2.7)	11 (3.4)	14 (4.3)	16 (4.9)
	Fittings and Valves Expressed in Equivalent Feet (m) of Pipe						
	3 ½ in.	4 in.	5 in.	6 in.	8 in.	10 in.	12 in.
45° Elbow	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	7 (2.1)	9 (2.7)	11 (3.4)	13 (4.0)
90° Standard Elbow	8 (2.4)	10 (3.1)	12 (3.7)	14 (4.3)	18 (5.5)	22 (6.7)	27 (8.2)
90° Long Turn Elbow	5 (1.5)	6 (1.8)	8 (2.4)	9 (2.7)	13 (4.0)	16 (4.9)	18 (5.5)
Tee or Cross (Flow Turned 90°)	17 (5.2)	20 (6.1)	25 (7.6)	30 (9.2)	35 (10.7)	50 (15.3)	60 (18.3)
Gate Valve	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)
Butterfly Valve	—	12 (3.7)	9 (2.7)	10 (3.1)	12 (3.7)	19 (5.8)	21 (6.4)
Swing Check *	19 (5.8)	22 (6.7)	27 (8.2)	32 (9.8)	45 (13.7)	55 (16.8)	65 (19.8)

Apéndice 3 se indican las características técnicas de la bomba.

SISTEMA CONTRA INCENDIO NFPA 20 BOMBA CARCASA PARTIDA
CON MOTOR A DIESEL 1500 GPM @ 185 PSI.

BOMBA PRINCIPAL

Bomba Fairbanks Nijhuis, Modelo 6"1823HHF, Tamaño 6" X 8" X 14", centrífuga, de carcasa horizontalmente partida, Listada por UL, Aprobada por FM y en consideración con la norma NFPA panfleto 20. El equipo está considerado para una capacidad de 1500 GPM y 185 PSI. La unidad está conformada de la siguiente manera:

- ✓ Carcasa de hierro
- ✓ Impulsor de bronce
- ✓ Camisas de eje en bronce
- ✓ Estanqueidad en el eje por empaquetadura
- ✓ Eje en acero al carbono
- ✓ Un manómetro para el lado de descarga
- ✓ Un manómetro para el lado succión
- ✓ Válvula eliminadora de aire
- ✓ Base estructural
- ✓ Acople Flexible
- ✓ Guarda acople
- ✓ Sellos de identificación correspondientes a UL y FM
- ✓ Curva de rendimiento certificada por fábrica
- ✓ Manual de mantenimiento

FAIRBANKS NIJHUIS™ MODEL 1800 PUMPS

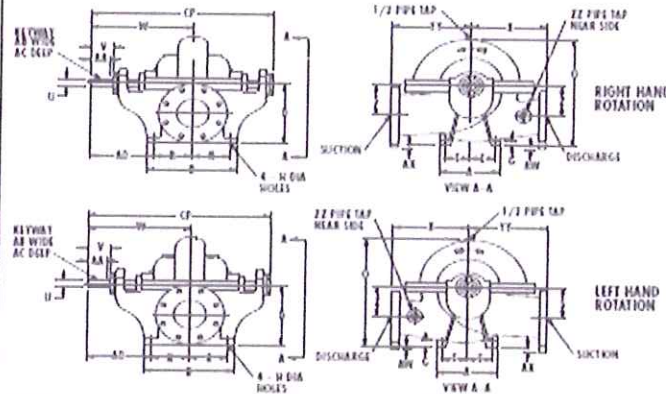
SINGLE-STAGE FIRE SERVICE

Section 912 Page 201

Date June 2013

Supersedes Section 912 Page 201

Dated April 2013



PUMP SIZE		CASE BORE	SUCKER SERIES	DIMENSIONS																									
DISCH	MODEL			A	B	D	E	G	H	O	R	S	U	V	W	X	Z	AA	AB	AC	AD	AH	AK	CP	YY	ZZ			
2 1/2	2518228	100	3	2	8	10	8	3 1/2	3/4	5/8	14	4	4	1 1/8	2 7/8	13 1/2	9 5/4	4	2 1/4	1/4	1/8	4 1/2	-	-	24	12			
3	318248	110	4	3	8	10	9	3 1/2	5/4	5/8	16 1/4	4	4 1/2	1 1/8	2 7/8	13 1/2	10	4 1/2	2 1/4	1/4	1/8	4 1/2	-	1/2	24	11			
4	418258	110	5	3	10	12	10	4 1/4	7/8	3/4	18 3/8	5	5	1 3/8	3	14 1/2	11 1/4	5	2 3/4	5/8	3/16	4 1/2	-	1/2	26	12 5/8			
4	418260	110	5	3	12	12	10	4 1/4	7/8	3/4	18 3/8	5	5	1 3/8	3	14 1/2	12	5	2 3/4	5/8	3/16	4 1/2	-	1/2	26	12 5/8			
4	418264	110	5	3	10	12	11	4 1/4	7/8	3/4	21 1/8	5	5 1/2	1 3/8	3	14 1/2	13	5 1/2	2 3/4	5/8	3/16	4 1/2	-	-	26	14			
5	518226	110	6	4	10	12	11	4 1/4	7/8	3/4	19 3/4	5	5 1/2	1 1/2	3 1/2	14	11 1/4	5 1/2	2 7/8	5/8	3/16	11	-	3/4	28 1/2	13 1/4			
5	518238	110	6	4	10	12	12 1/2	4 1/4	7/8	3/4	22 1/2	5	6 1/4	1 1/2	3 1/2	14	13 1/4	6 1/4	2 7/8	5/8	3/16	11	-	-	28 1/2	15			
5	518246	110	6	4	10	12	12 1/2	4 1/4	7/8	3/4	22 1/2	5	6 1/4	1 1/2	3 1/2	14	14	6 1/4	2 7/8	5/8	3/16	11	-	-	28 1/2	15			
6	618224	110	6	4	10	12	12 1/2	4 1/4	7/8	3/4	21 7/8	5	6 1/4	1 1/2	3 1/2	14	11 3/4	6 1/4	2 7/8	5/8	3/16	11	-	1 1/2	28 1/2	14 1/2			
6	618228	110	6	4	12	14 1/2	14 1/2	5	1 1/4	7/8	25 3/4	6	8 5/8	1 1/2	3 3/8	15 1/8	13	8 5/8	2 7/8	5/8	3/16	12 1/2	-	-	32 7/8	15			
6	618230	140	6	5A	12	14 1/2	14 1/2	5	1 1/4	7/8	27	6	7 1/2	1 3/4	4 1/8	20 1/2	15	7 1/2	2 7/8	5/8	3/16	14 1/2	-	-	36 3/4	17			
6	618234	140	6	5	12	14	14 1/2	5	1	7/8	24 7/8	6	8 3/4	1 3/4	4	18	14 1/4	8 3/4	2 7/8	5/8	3/16	12	-	3/4	32	16 3/4			
6	618236	140	6	5	12	14	14 3/4	5	5/4	7/8	27 1/4	6	8	1 3/4	4	18	16	8	2 7/8	5/8	3/16	12	-	3/4	32	18			
6	618238	140	6	5	12	14	14 3/4	5	1	7/8	27 3/4	6	8	1 3/4	4	18	15 3/4	8	2 7/8	5/8	3/16	12	-	3/4	32	18			
8	818226	120	10	5	12	14	14 3/4	5	1 1/4	7/8	26 3/8	6	8	1 3/4	4	18	17	9	2 7/8	5/8	3/16	12	1 5/8	2	32	17 5/4			
8	818240	120	10	5	12	14	14 3/4	5	1 1/4	7/8	27 1/8	6	8	1 3/4	4	18	17	8	2 7/8	5/8	3/16	12	3/4	2	32	17 5/4			
8	818244	120	10	6	20	17	18 1/2	6	1	15/16	32 1/2	7 1/2	9 1/2	2 1/8	5 7/16	21 7/8	18	4 1/2	4 3/4	1/2	1/4	14 5/8	-	-	38	21			
8	818246	120	10	7	15	22	24	6 1/2	1 1/8	7/8	43 7/8	10	15	2 1/2	6 5/8	25 1/4	20	15	5	5/8	3/16	15 1/4	-	-	43 7/8	25			

Apéndice 4 se indica las características técnicas de la bomba jockey

Bomba vertical de etapas múltiples, marca **Fairbanks Nijhuis**. Modelo PVM5-18. El equipo está considerado para una capacidad de 25 GPM y 195 PSI. La unidad de bombeo tiene las siguientes características:

- ✓ Motor eléctrico: TEFC
- ✓ Potencia nominal: 7.5 HP
- ✓ Número de etapas: 18
- ✓ Tensión trifásica, 230 V, 60Hz.
- ✓ Factor de servicio 1.15
- ✓ Velocidad: 3500 RPM.

CONTROLADOR.

El tablero está diseñado para arrancar automáticamente la bomba durante pérdidas de presión del sistema, el mismo tiene las siguientes características:

- ✓ Potencia a manejar: 7.5 HP
- ✓ Protección Nema Tipo 2.
- ✓ Tensión de entrada trifásica, 230V. a 60Hz.
- ✓ Un diagrama del esquema eléctrico y un manual de operación, está permanentemente dentro del gabinete del controlador

Apéndice 5: Características del equipo motriz

MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.

Motor Clarke a Diesel, modelo JU6H-UF84, listado por UL, aprobado por FM, con una potencia de 275 HP a una velocidad de 3000 RPM. El equipo incluye:

- ✓ Equipo de arranque eléctrico.
- ✓ Alternador de carga
- ✓ Intercambiador de calor ensamblado con filtros, manómetro, reductor de presión, válvula solenoide y un bypass con entrada para ser conectada a la descarga de la bomba.
- ✓ Baterías de plomo y ácido de servicio pesado para el arranque.
- ✓ Soporte para baterías y cables
- ✓ Conector flexible para el escape
- ✓ Silenciador de tipo industrial
- ✓ Sistema de precalentamiento de refrigerante

CLARKE®

FIRE PUMP ENGINES

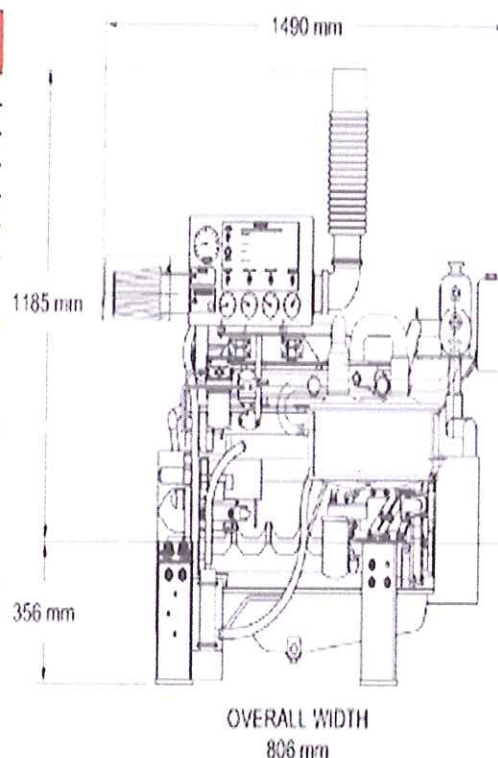
MODELS

JUH-UFD0	JUH-UFD2	JUH-UFD30	JUH-UFS2	JUH-UFS4	JUH-UFS8	JUH-UFS10	JUH-UFS2	JUH-UFKAPG	JUH-UFKAQ8	JUH-UFKARG	JUH-UFKAS0	JUH-UFB4
----------	----------	-----------	----------	----------	----------	-----------	----------	------------	------------	------------	------------	----------

UK Purchased

FM-UL-cUL APPROVED RATINGS KW/BHP

JUH MODEL	RATED SPEED						
	1470	1760	2100	2350	2600	2800	3000
UFD0	82	110	107	144	110	140	
UFD2				110	140	110	140
UFD30	70	94	104	140	119	160	119
UFS2				119	160	119	160
UFS4						119	160
UFS8	101	136	131	175			
UFS10		131	175	154	207	149	200
UFS2				149	200	149	200
UFS8	103	130	137	183			
UFS10		137	183	157	210	157	210
UFS2				157	210	157	210
UFS4						161	216
UFS10	140	200	179	240	179	240	
UFS2				179	240	179	240
UFKAPG	164	230					
UFKAQ8	169	227					
UFKARG	180	252					
UFKAS0			194	260			
UFB4						193	259



SPECIFICATIONS

ITEM	JUH MODEL S													KAPG/BRG/SE	B4
	D0	D2	30	32	34	M0	M0	M2	S8	S8	S2	S4	S0			S2
Number of Cylinders	6														
Aspiration	I													TRWA	
Rotation*	CW														
Weight - kg (lb)	750 (1657)													766 (1693)	
Compression Ratio	17.0:1														
Displacement - l (cu. in.)	6.8 (414)														
Engine Type	4 Stroke Cycle - Inline Construction														
Bore & Stroke - mm (in.)	4.19 x 5.00 (106 x 127)														
Installation Drawing	D538														
Wiring Diagram AC	C07591														
Wiring Diagram DC	C07575														
Engine Series	John Deere 6068 Series														

CLARKE UK, LTD.

JU6H-UF84
INSTALLATION & OPERATION DATA (I&O Data)
 UK Produced

Basic Engine Description

Engine Manufacturer	John Deere Co.
Ignition Type	Compression (Diesel)
Number of Cylinders	6
Bore and Stroke - mm (in)	106 (4 19) X 127 (5)
Displacement - L (in ³)	6.8 (415)
Compression Ratio	17.0:1
Valves per cylinder	
Intake	1
Exhaust	1
Combustion System	Direct Injection
Engine Type	In-Line, 4 Stroke Cycle
Fuel Management Control	Mechanical, Rotary Pump
Firing Order (CW Rotation)	1-5-3-6-2-4
Aspiration	Turbocharged
Charge Air Cooling Type	Raw Water
Rotation, viewed from front of engine, Clockwise (CW)	Standard
Engine Crankcase Vent System	Open
Installation Drawing	D538
Weight - kg (lb)	768 (1693)

Power Rating

	2350	2600	2800	3000
Nameplate Power - kW (HP)	161 (243)	184 (247)	193 (269)	205 (275)

Cooling System - [C051002]

	2350	2600	2800	3000
Engine Coolant Heat - kW (Btu/sec)	100 (55)	119 (113)	130 (123)	148 (140)
Engine Radiated Heat - kW (Btu/sec)	57.9 (54.9)	59.3 (56.2)	61.8 (58.6)	65.6 (62.2)
Heat Exchanger Minimum Flow				
15°C (60°F) Raw H ₂ O - L/min (gal/min)	45.4 (12)	49.2 (13)	53 (14)	68.1 (18)
37°C (100°F) Raw H ₂ O - L/min (gal/min)	49.2 (13)	60.6 (16)	64.3 (17)	75.7 (20)
Heat Exchanger Maximum Cooling Raw Water				
Inlet Pressure - bar (psi)	4.1 (60)			
Flow - L/min (gal/min)	98.4 (26)			
Typical Engine H ₂ O Operating Temp - °C (°F) ¹	76.7 (170) - 87.8 (190)			
Thermostat				
Start to Open - °C (°F)	76.7 (170)			
Fully Opened - °C (°F)	87.8 (190)			
Engine Coolant Capacity - L (qt)	18.9 (20)			
Coolant Pressure Cap - kPa (lb/in ²)	68.9 (10)			
Maximum Engine Coolant Temperature - °C (°F)	93.3 (200)			
Minimum Engine Coolant Temperature - °C (°F)	71.1 (160)			
High Coolant Temp Alarm Switch - °C (°F)	96.1 (205)			

Electric System - DC

	Standard		Optional	
System Voltage (Nominal)	12		24	
Battery Capacity for Ambient Above 0°C (32°F)				
Voltage (Nominal)	12	[C07633]	24	[C07633]
Qty. Per Battery Bank	1		2	
SAE size per J537	8D		8D	
CCA @ -15°C (0°F)	1400		1400	
Reserve Capacity - Minutes	430		430	
Battery Cable Circuit, Max Resistance - ohm	0.0012		0.0012	
Battery Cable Minimum Size				
0-3.1m Circuit Length ²	00		00	
3.1m-4.1m Circuit Length ²	000		000	
4.1m-5.1m Circuit Length ²	0000		0000	
Charging Alternator Maximum Output - Amp	40	[C071363]	55	[C071366]
Starter Cranking Amps, Rolling - @ 15°C (60°F)	440	[C07825/C07837]	250	[C07819/C07820]

CLARKE UK, LTD.**JU6H-UF84****INSTALLATION & OPERATION DATA (I&O Data)**

UK Produced

Exhaust System	2350	2600	2800	3000
Exhaust Flow - m ³ /min (ft ³ /min)	39.6 (1395)	45 (1585)	50.2 (1773)	55.3 (1952)
Exhaust Temperature - °C (°F)	490 (914)	492 (918)	515 (965)	556 (1032)
Maximum Allowable Back Pressure - kPa (in H ₂ O)	7.5 (30)	7.5 (30)	7.5 (30)	7.5 (30)
Minimum Exhaust Pipe Dia. - mm (in) ²	127 (5)	127 (5)	127 (5)	127 (5)
Fuel System	2350	2600	2800	3000
Fuel Consumption - L/hr (gal/hr)	42 (11.1)	45.6 (12.1)	50.3 (13.3)	55 (14.8)
Fuel Return - L/hr (gal/hr)	25.7 (6.8)	28.4 (7.5)	31 (8.2)	32.6 (8.6)
Fuel Supply - L/hr (gal/hr)	67.8 (17.9)	74.2 (19.6)	81.4 (21.5)	88.6 (23.4)
Fuel Pressure - kPa (b/in ²)	20.7 (3) - 41.4 (6)			
Minimum Line Size - Supply - In .....	.50 Schedule 40 Steel Pipe			
Pipe Outer Diameter - mm (in)	21.5 (0.848)			
Minimum Line Size - Return - In .....	.375 Schedule 40 Steel Pipe			
Pipe Outer Diameter - mm (in)	17.1 (0.675)			
Maximum Allowable Fuel Pump Suction Lift with clean Filter - mH ₂ O (in H ₂ O)	0.8 (31)			
Maximum Allowable Fuel Head above Fuel pump, Supply or Return - m (ft) ..	1.4 (4.5)			
Fuel Filter Micron Size	2			
Heater System	Standard	Optional		
Engine Coolant Heater				
Wattage (Nominal)	1360	1360		
Voltage - AC, 1 Phase	230 (+5%, -10%)	115 (+5% -10%)		
Part Number	[C123644]	[C123640]		
Air System	2350	2600	2800	3000
Combustion Air Flow - m ³ /min (ft ³ /min)	15.8 (558)	17.8 (627)	19.2 (678)	20.3 (718)
Air Cleaner	Standard		Optional	
Part Number	[C03396]		[C03327]	
Type	Indoor Service Only, with Shield		Canister, Single-Stage	
Cleaning method	Washable		Disposable	
Air Intake Restriction Maximum Limit				
Dirty Air Cleaner - kPa (in H ₂ O)	3.2 (13)		3.2 (13)	
Clean Air Cleaner - kPa (in H ₂ O)	1.5 (6)		1.2 (5)	
Maximum Allowable Temperature (Air To Engine Inlet) - °C (°F) ¹	54.4 (130)			
Lubrication System				
Oil Pressure - normal - kPa (b/in ²)	345 (50) - 655 (95)			
Low Oil Pressure Alarm Switch - kPa (b/in ²)	135 (20)			
In Pan Oil Temperature - °C (°F)	104 (220) - 118 (245)			
Total Oil Capacity with Filter - L (qt)	20 (21.1)			
Lube Oil Heater	Optional	Optional		
Wattage (Nominal)	160	160		
Voltage	240V (+5%, -10%)	120V (+5% -10%)		
Part Number	C04431	C04430		
Performance	2350	2600	2800	3000
BMEP - kPa (b/in ²)	1360 (197)	1250 (181)	1220 (177)	1210 (175)
Piston Speed - m/min (ft/min)	597 (1958)	661 (2167)	711 (2333)	762 (2500)
Mechanical Noise - dB(A) @ 1m	C131540			
Power Curve	C131965			

¹Based on Nominal System. Back pressure flow analysis must be done to assure maximum allowable back pressure is not exceeded. (Note: minimum exhaust pipe diameter is based on: 15 feet of pipe, one 90° elbow, and a silencer pressure drop no greater than one half of the maximum allowable back pressure.) *Review for horsepower derate if ambient air entering engine exceeds 77°F (25°C). [] indicates component reference part number.

Apéndice 6: Recomendaciones de diámetros mínimos tuberías de acuerdo al caudal de la bomba

24

INSTALACIÓN DE BOMBAS ESTACIONARIAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS

la 4.26(a) Resumen de información sobre bombas centrifugas contra incendios (sistema estadounidense)

Clasificación de la bomba (gpm)	Tamaños mínimos de tuberías (Nominal) (pulg.)						
	Succión ^{a,b,c}	Descarga ^a	Válvula de alivio	Descarga de válvula de alivio	Dispositivo de medición	Cantidad y tamaño de válvulas de manguera	Suministro de cabezal de manguera
25	1	1	3/4	1	1 1/4	1 - 1 1/2	1
50	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/2	2	1 - 1 1/2	1 1/2
100	2	2	1 1/2	2	2 1/2	1 - 2 1/2	2 1/2
150	2 1/2	2 1/2	2	2 1/2	3	1 - 2 1/2	2 1/2
200	3	3	2	2 1/2	3	1 - 2 1/2	2 1/2
250	3 1/2	3	2	2 1/2	3 1/2	1 - 2 1/2	3
300	4	4	2 1/2	3 1/2	3 1/2	1 - 2 1/2	3
400	4	4	3	5	4	2 - 2 1/2	4
450	5	5	3	5	4	2 - 2 1/2	4
500	5	5	3	5	5	2 - 2 1/2	4
750	6	6	4	6	5	3 - 2 1/2	6
1000	8	6	4	8	6	4 - 2 1/2	6
1250	8	8	6	8	6	6 - 2 1/2	8
1500	8	8	6	8	8	6 - 2 1/2	8
2000	10	10	6	10	8	6 - 2 1/2	8
2500	10	10	6	10	8	8 - 2 1/2	10
3000	12	12	8	12	8	12 - 2 1/2	10
3500	12	12	8	12	10	12 - 2 1/2	12
4000	14	12	8	14	10	16 - 2 1/2	12
4500	16	14	8	14	10	16 - 2 1/2	12
5000	16	14	8	14	10	20 - 2 1/2	12

Apéndice 7: Cotización del cuarto de bombas



MAQUINARIAS HENRIQUES C.A.

Pág. 1 / 4

Guayaquil, 17 de Marzo de 2015.

Señores,
INDELTRO

Estimado,

De nuestras consideraciones,

En atención a sus requerimientos Maquinarias Henriques C. A. pone a su consideración la presente cotización para la importación de mercadería de acuerdo con las especificaciones y detalles siguientes:

**SISTEMA CONTRA INCENDIO NFPA 20 BOMBA CARCASA PARTIDA CON
MOTOR A DIESEL 1500 GPM @ 185 PSI.**

El sistema estará compuesto de los siguientes elementos:

BOMBA PRINCIPAL

Bomba Fairbanks Nijhuis, Modelo 6"1823HHF, Tamaño 6" X 8" X 14", centrífuga, de carcasa horizontalmente partida, Listada por UL, Aprobada por FM y en consideración con la norma NFPA parafeto 20. El equipo está considerado para una capacidad de 1500 GPM y 185 PSI. La unidad esta conformada de la siguiente manera:

- ✓ Carcasa de hierro
- ✓ Impulsor de bronce
- ✓ Camisas de eje en bronce
- ✓ Estanqueidad en el eje por empaquetadura
- ✓ Eje en acero al carbono
- ✓ Un manómetro para el lado de descarga
- ✓ Un manómetro para el lado succion
- ✓ Valvula eliminadora de aire
- ✓ Base estructural
- ✓ Acople Flexible
- ✓ Guarda acople
- ✓ Sellos de identificación correspondientes a UL y FM
- ✓ Curva de rendimiento certificada por fabrica
- ✓ Manual de mantenimiento


MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.

Motor Clarke a Diesel, modelo JU6H-UF84, listado por UL, aprobado por FM, con una potencia de 275 HP a una velocidad de 3000 RPM. El equipo incluye:

- ✓ Equipo de arranque eléctrico.
- ✓ Alternador de carga
- ✓ Intercambiador de calor ensamblado con filtros, manómetro, reductor de presión, válvula solenoide y un bypass con entrada para ser conectada a la descarga de la bomba.
- ✓ Baterías de plomo y ácido de servicio pesado para el arranque.
- ✓ Soporte para baterías y cables
- ✓ Conector flexible para el escape
- ✓ Silenciador de tipo industrial
- ✓ Sistema de precalentamiento de refrigerante
- ✓ Una copia del manual de mantenimiento

CONTROLADOR

El controlador será listado UL y aprobado FM para motores diesel y en concordancia con la norma NFPA parfleto 20 y parfleto 70. El controlador está diseñado para arrancar automáticamente la bomba durante pérdidas de presión del sistema, el mismo tiene las siguientes características:

- ✓ Protección Nema Tipo 2.
- ✓ Tensión de entrada monofásica, 120V, a 60Hz.
- ✓ Voltaje de salida 12V.
- ✓ Cargadores de baterías de 10 A, capaz de restaurar la energía de las baterías dentro de 24 horas.
- ✓ Transductor de presión de 0 – 300 PSI.
- ✓ Un controlador de tiempo automático para realizar pruebas semanales.
- ✓ Un temporizador de horas de funcionamiento.
- ✓ Sellos de certificación correspondientes a UL y FM.
- ✓ Un diagrama del esquema eléctrico y un manual de operación, esta permanentemente dentro del gabinete del controlador.

ACCESORIOS

Los siguientes elementos son básicos para una instalación en concordancia con la norma NFPA parfleto 20:

- Incrementador concéntrico para la descarga de 6" x 8".
- Válvula de alivio principal de 6" x 6"
- Cono de registro para la válvula de alivio 6" x 8"
- Un tanque de combustible de 320 galones netos
- Medidor de flujo de 8" Ranurado.



MAQUINARIAS HENRIQUES C.A.

Pág. 3 / 4

BOMBA JOCKEY

Bomba vertical de etapas múltiples, marca Fairbanks Nijhuis, Modelo PVM5-18. El equipo está considerado para una capacidad de 25 GPM y 195 PSI. La unidad de bombeo tiene las siguientes características:

- ✓ Motor eléctrico: TEFC
- ✓ Potencia nominal: 7.5 HP
- ✓ Número de etapas: 18
- ✓ Tensión trifásica, 230 V, 60Hz.
- ✓ Factor de servicio 1,15
- ✓ Velocidad: 3500 RPM.

CONTROLADOR.

El tablero está diseñado para arrancar automáticamente la bomba durante pérdidas de presión del sistema, el mismo tiene las siguientes características:

- ✓ Potencia a manejar: 7.5 HP
- ✓ Protección Nema Tipo 2.
- ✓ Tensión de entrada trifásica, 230V a 60Hz.
- ✓ Un diagrama del esquema eléctrico y un manual de operación, esta permanentemente dentro del gabinete del controlador

GARANTÍA.

Un año calendario a partir de la fecha de facturación, contra defectos de fabricación. Mayor información sobre nuestros términos de garantía los encontrará en nuestra página WEB: www.maquinarias-henriques.com, en la sección de varios

VALOR DE LA OFERTA

Sistema contra incendio de acuerdo a la norma NFPA, parafato 20, de acuerdo a especificaciones mencionadas.

Precio Total de la Oferta US \$ 84,652.00 + IVA

NOTA

Ponemos a su consideración un valor adicional de \$350.00 + IVA. Este valor incluye un día de servicio en el que se ejecutaría la inspección, calibración y arranque del sistema contra incendio. Si el servicio de inspección, calibración y arranque del sistema es fuera de la ciudad de Guayaquil hay que considerar valores adicionales por alimentación, hospedaje y transporte de 3 técnicos. Este valor será facturado por separado.



MAQUINARIAS HENRIQUES C.A.

Pág. 4 / 4

TERMINOS GENERALES DE VENTA

- **Aprobaciones.**
No se aceptan aprobaciones parciales.
- **Forma de Pago.**
50% anticipado y 50% previa entrega. Se firmara un contrato de compra – venta entre los representantes de cada Empresa para formalizar la negociación.
- **Tiempo de entrega.**
18 semanas a partir de la firma del contrato y la recepción del anticipo.
- **Validez de la oferta**
15 días laborables.
- **Lugar de entrega.**
Bodegas de Cliente (Guayaquil).

Ciáusula de reajuste.

La cotización ha sido elaborada en base a: Precio de lista del proveedor, fletes, aranceles y demás gastos que rigen al día de hoy por lo que **Maquinarias Henriques C. A.** se reserva el derecho a realizar cambios de precio en caso de que alguno de los rubros antes mencionados sufriera alguna variación. En caso de que esta situación se de después de aprobada la compra, el cliente deberá cancelar la diferencia por los nuevos valores.

Notas aclaratorias:

En caso de que el cliente no cubra el saldo de su compra dentro de cinco días laborables después de haber sido notificado sobre el arribo de su pedido, se cargará el interés de la tasa vigente en el mercado hasta el día en que Maquinarias Henriques C. A. cuente con la totalidad del valor.

En caso de que el cliente cancele la orden ó no acepte recibir los equipos, perderá el valor abonado como anticipo. Sin embargo, en el eventual caso de que la mercadería pudiera ser vendida posteriormente, **Maquinarias Henriques C. A.** devolverá una proporción acorde con la negociación que logre ejecutar.

Atentamente,

Ing. Fernando Anchundia V. – C.E.P.I.
Certificado como Especialista en Protección Contra Incendios
http://www.capacitacionnfp.com/certificados_oeipi.html
Certificación: 00152
Maquinarias Henriques C.A.



Apéndice 8.- Fotos de la empresa

Bodega de Producto Terminado



Bodega de Producto Terminado



Maquina Ferry

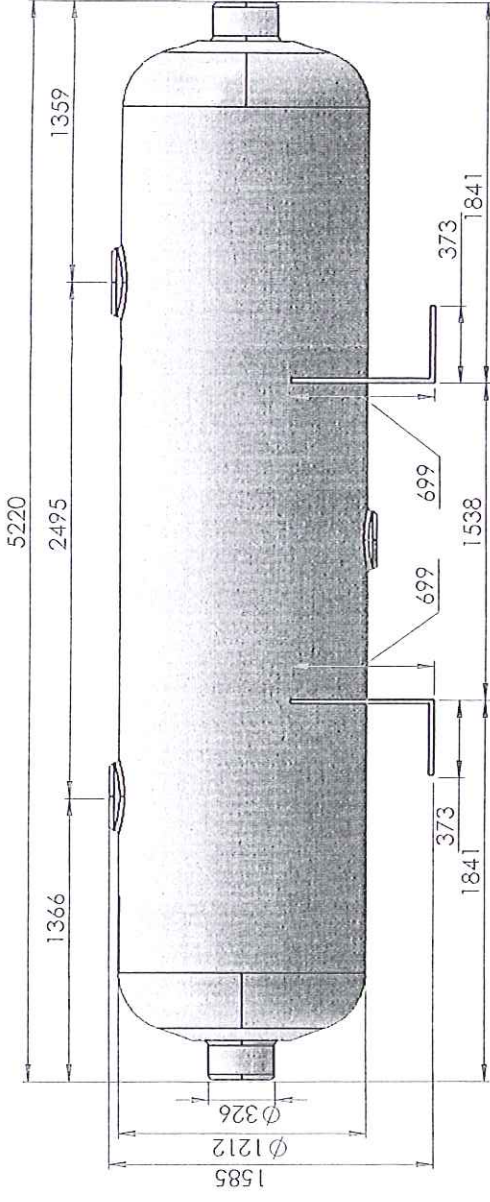


Maquina Ferry

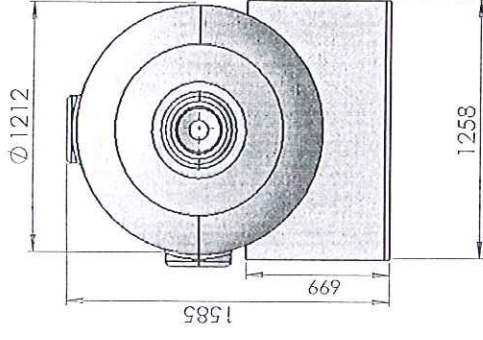


PLANOS

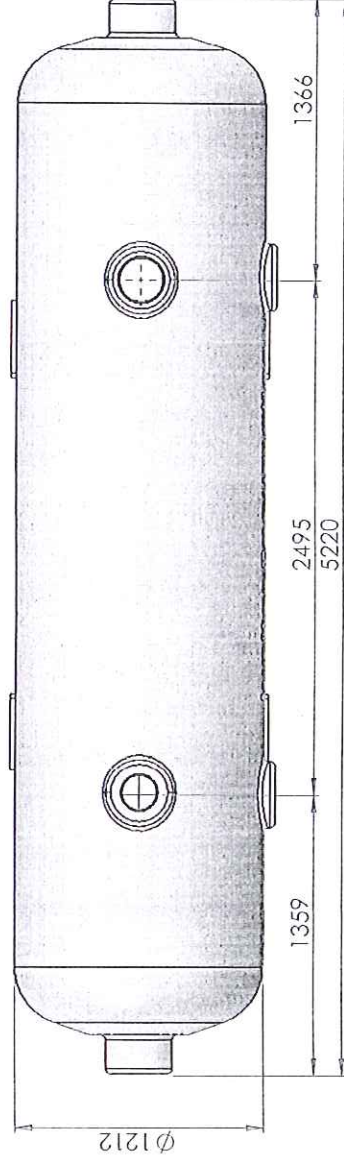
V.SUPERIOR



V.LATERAL

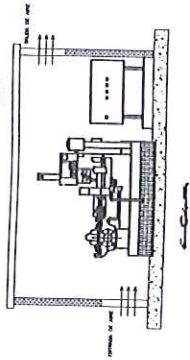


V.SUPERIOR

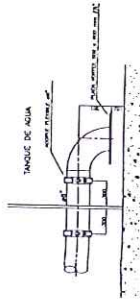


REV.	FECHA	DESCRIPCION	D. EN D.	REV. D.	APP. D.
<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</p> <p>PROYECTO: DISEÑO, CONSTRUCCION E INSTALACION DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS PARA TANQUES DE GLP PARA UNA EMPRESA DEDICADO AL ROTTO - MOLDGO</p>					
DISEÑADO:		FECHA:	TITULO:		
A.M.		15/02/2015	TANQUES DE GLP		
REVISADO:		FECHA:			
E.M.		17/02/2015			
APROBADO:		FECHA:			
E.M.		17/02/2015			
INFORMACION			ESCALA	PLANO N°	REV.

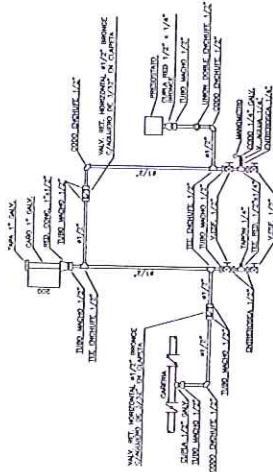
DETALLE CIRCULACION DE AIRE
ESC. 1/8"



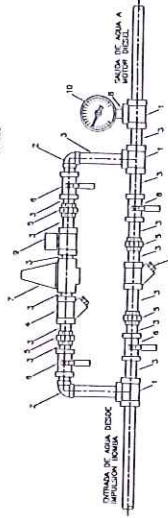
DETALLE PLACA VORTEX
ESC. 1/4"



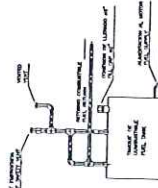
DETALLE LINEA PILOTO
ESC. 1/8"



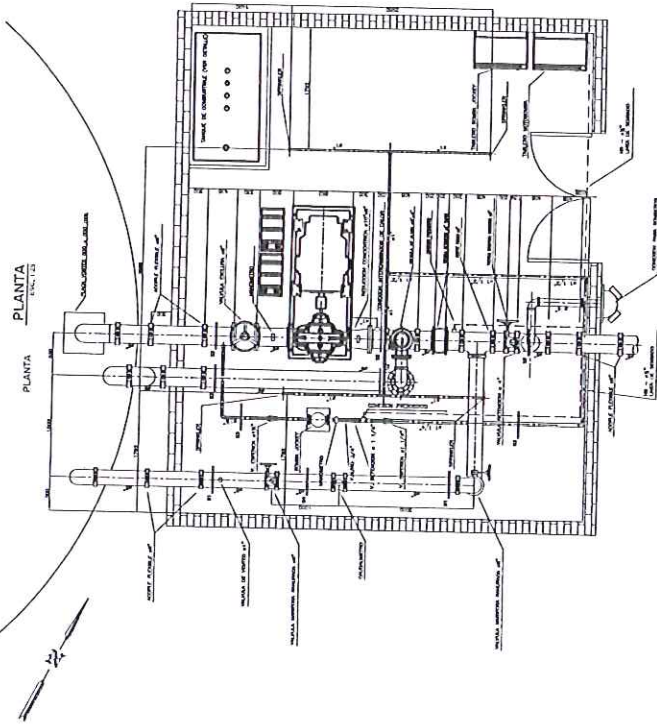
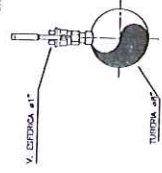
DETALLE MANIFOLD ALIMENTACION DE AGUA
ESC. 1/8"



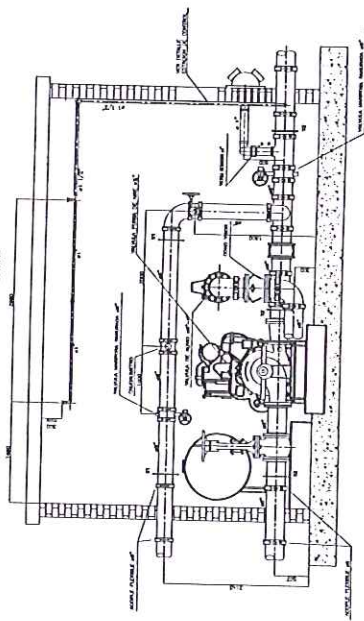
DETALLE TANQUE DE COMBUSTIBLE
ESC. 1/8"



DETALLE VENTEO
ESC. 1/8"



SUPERIORELEVACION
ESC. 1/8"



REV.	FECHA	DESCRIPCION	IGN	BREV	BAPP	D

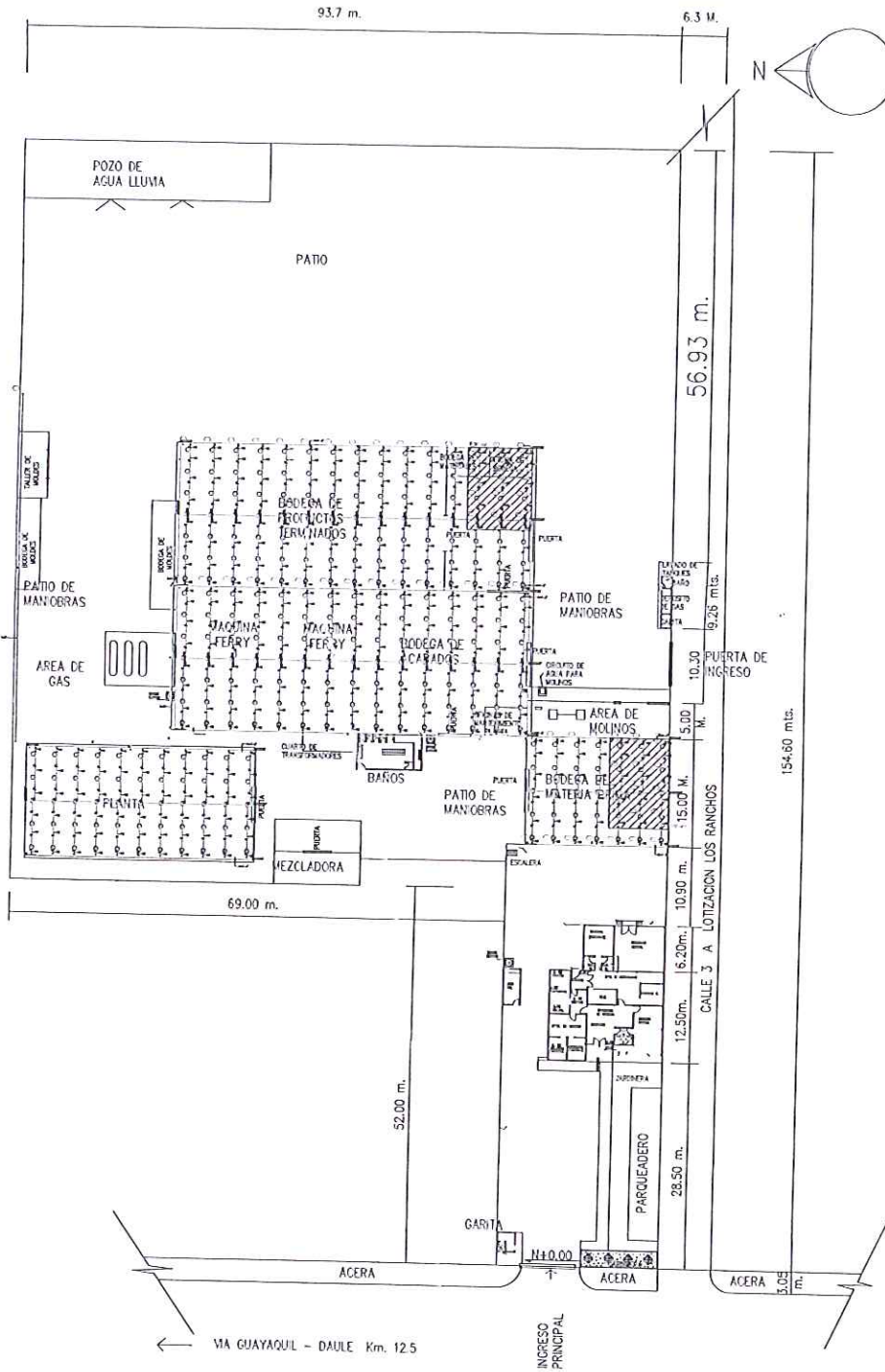
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

PROYECTO: DISEÑO, CONSTRUCCION E INSTALACION DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS EN ANCLAJES DE GLP PARA UNA EMPRESA DEDICADA AL ROTIS - MOLDEO

TITULO: CUARTO DE BOMBAS Y DETALLES

INFORMACION NO. ESCALA: PROYECCION PLANO NO. REV. 0

52.4 m.

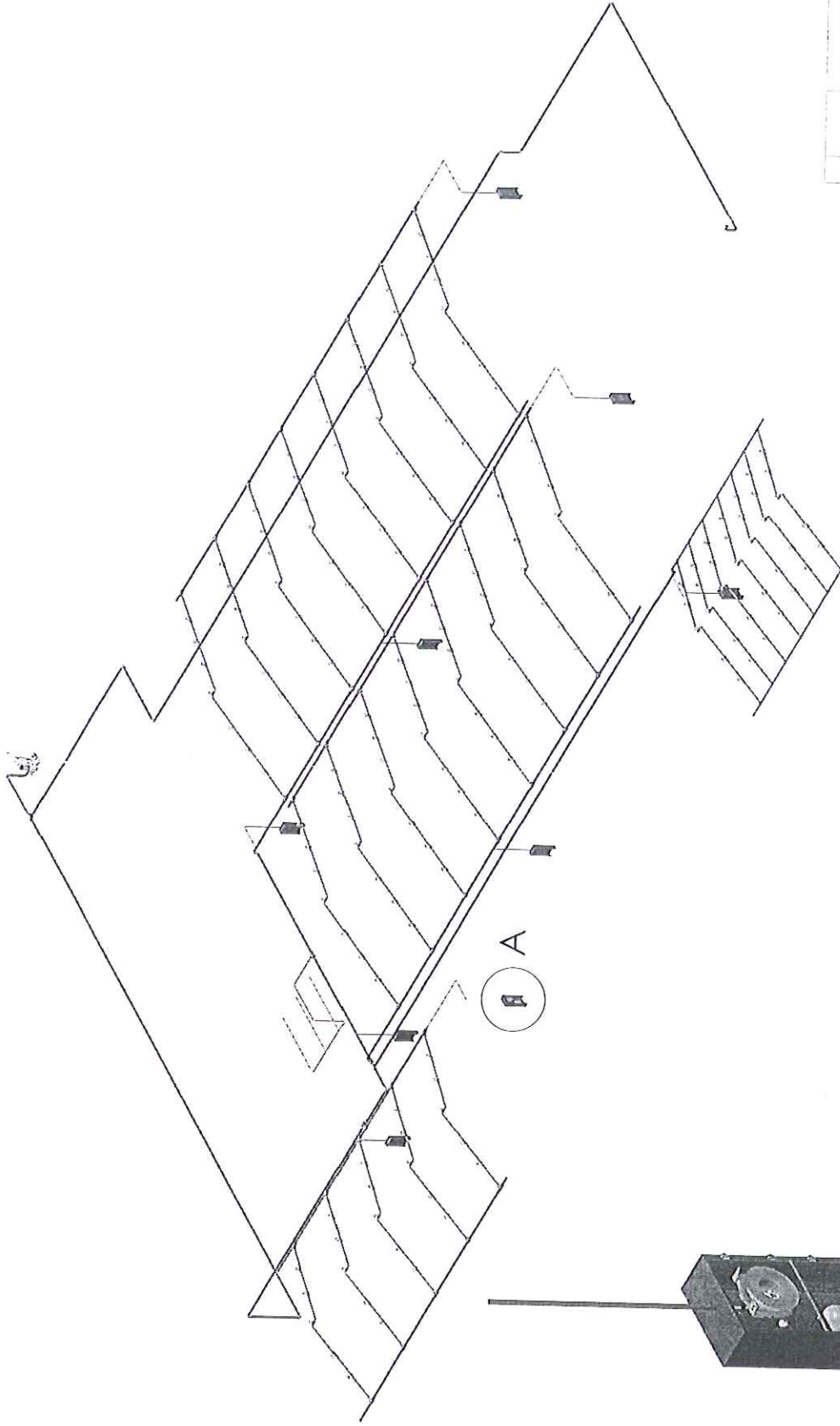


NOTAS:
1.- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EN METROS

REV	FECHA	DESCRIPCION	DOY D	REV D	APP D
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL					
PROYECTO: DISEÑO, CONSTRUCCION E INSTALACION DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS PARA TANQUES DE GUP PARA UNA EMPRESA DEDICADA AL ROTO - MOLDEO					
DESIGNADOR	J. LORA	TITULO			
A. M.	15/04/2015				
REVISOR	J. LORA				
FECHA	17/04/2015				
APROBADO	J. LORA				
E. M.	17/04/2015				
INFORMACION NO.	ESCALA PROYECCION	PLANO NO.	REV.		

AREA CRITICA DE ROCIADORES

0



DETALLE A
 ESCALA 1 : 30

REV	FECHA	DESCRIPCION	BOYD	ROYO	AL

PROYECTO: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE LITORAL

PROYECTO: DISEÑO, CONSTRUCCION E INSTALACION DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS PARA TANQUES DE GLP PARA UN EMPRESA DEDICADA AL ROTO - MOLDEO

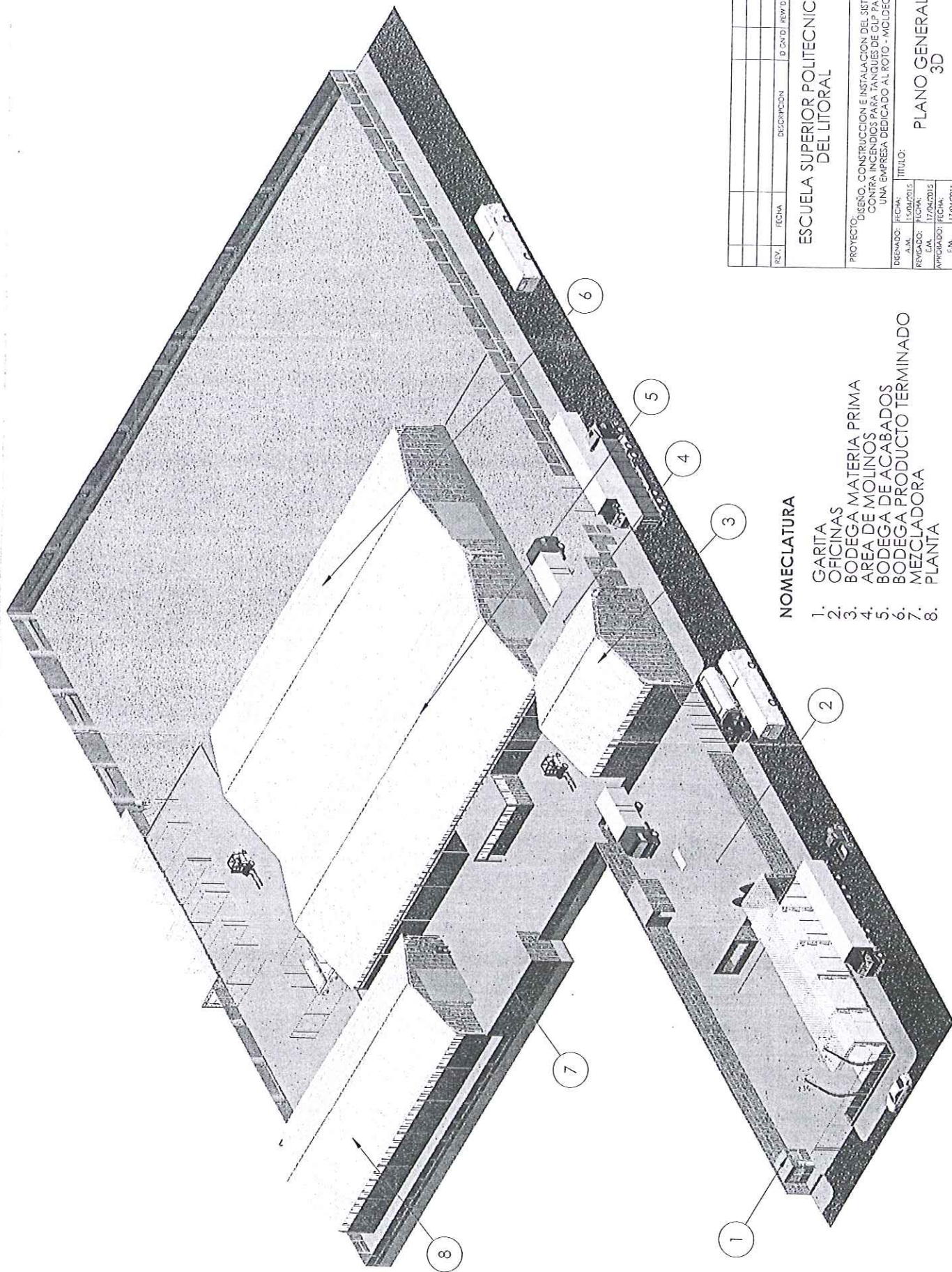
DISEÑADOR: FECHA: 15/04/15 TITULO: VISTA ISOMETRICA DE LA TUBERIA

REGISTRADO: FECHA: 17/04/15

APROBADO: FECHA: 17/04/15

E. M. 17/04/15

INFORMACION	ESCALA	PROTECCION	PLANO Nº
			001 003



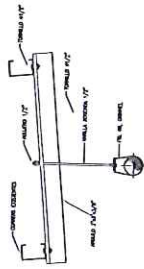
NOMECLATURA

1. GARITA
2. OFICINAS
3. BODEGA MATERIA PRIMA
4. AREA DE MOLINOS
5. BODEGA DE ACABADOS
6. BODEGA PRODUCTO TERMINADO
7. MEZCLADORA
8. PLANTA

REV.	FECHA	DESCRIPCION	D. CN. D.	REV. D.	APP. D.

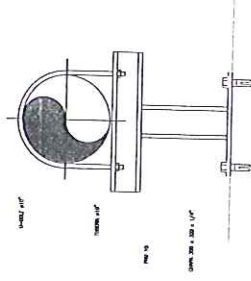
PROYECTO: DISEÑO, CONSTRUCCION E INSTALACION DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS PARA TANQUES DE CLP PARA UNA EMPRESA DEDICADO AL ROTO - MOLDEO		TITULO: PLANO GENERAL 3D
DISEÑADO: FECHA: 15/04/2015 A.M. REVISADO: FECHA: 17/04/2015 E.M. APROBADO: FECHA: 17/04/2015 E.M.	ESCALA:	PLANO N°:
INFORMACION:	PROTECCION:	REV.:

SIMBOLLO
 ESCALA MAX 1:500



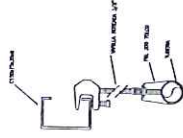
DETALLE SOPORTE TIPO CABEZALES

SIMBOLLO



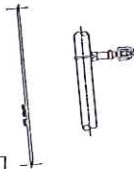
DETALLE SOPORTE TIPO MANIFOLD

SIMBOLLO
 ESCALA MAX 1:500



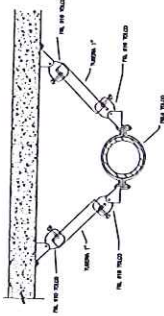
DETALLE SOPORTE TIPO PERA

SIMBOLLO



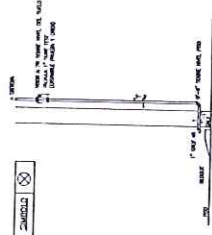
DETALLE ROCIADOR ESFR K16,S

SIMBOLLO



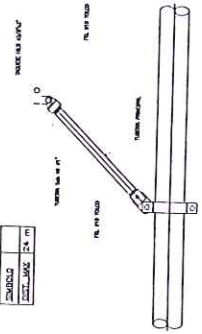
DETALLE SOPORTE 4 VIAS

SIMBOLLO

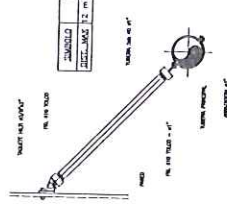


PUNTO DE INSPECCION Y DREN

SIMBOLLO
 ESCALA MAX 1:500

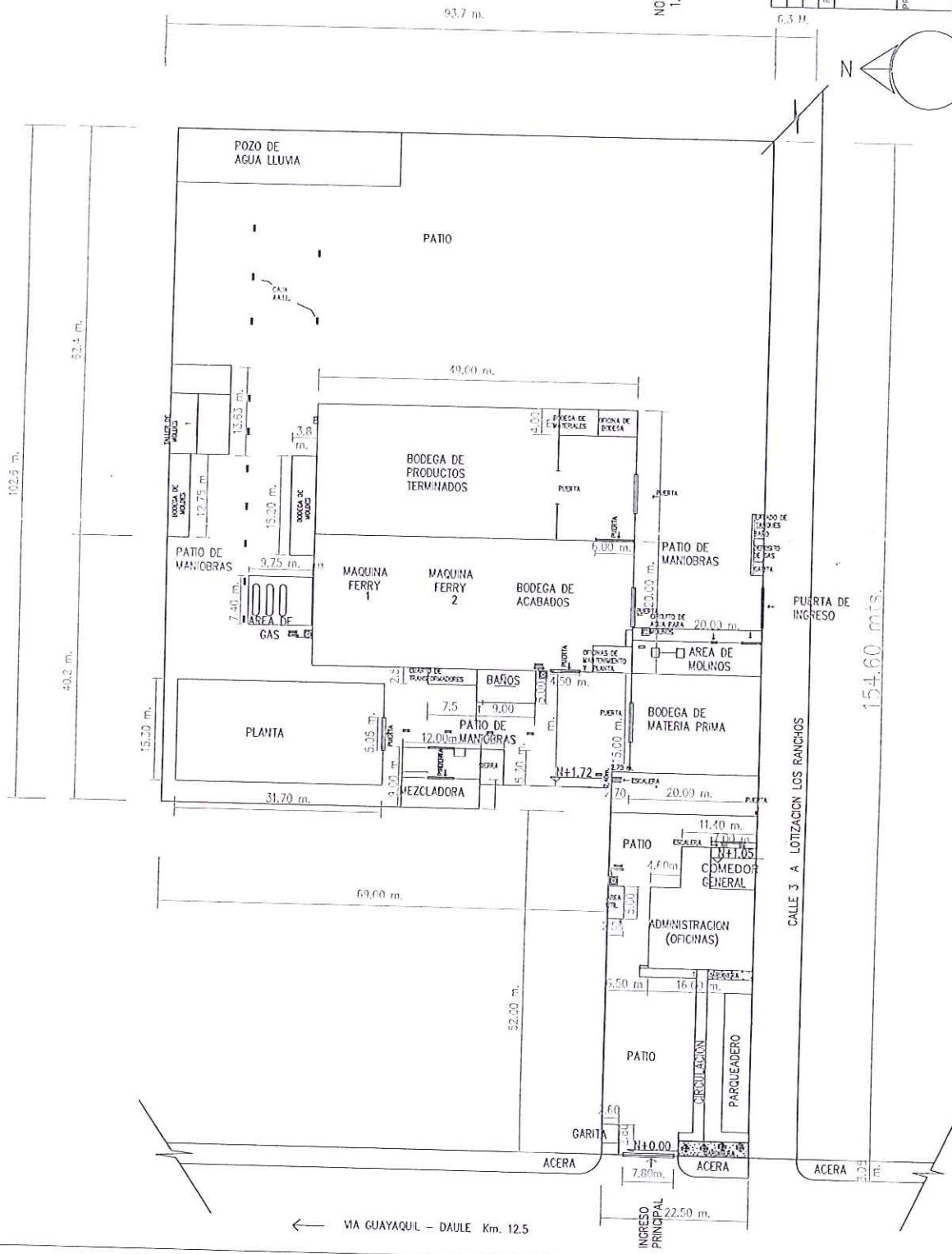


DETALLE SOPORTE LONGITUDINAL



DETALLE SOPORTE LATERAL

REV.	FECHA	DESCRIPCION	EQM. D.	REV. D.	APP. D.
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL					
PROYECTO: DISEÑO, CONSTRUCCION E INSTALACION DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS PARA TANQUES DE GLP PARA UNA EMPRESA DEDICADA AL ROTO - MOLDEO					
DISEÑADOR: FLORES TITULO: DETALLE DE SOPORTERIA					
A. M. 15/04/2012					
REVISADO: FLORES FECHA: 17/04/2012					
A. M. 17/04/2012					
APROBADO: FLORES					
E. M. 17/04/2012					
INFORMACION NO. ESCALA PROTECCION PLANO NO. REV. 					
SG-005					



NOTAS:
1.- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EN METROS

REV.	FECHA	DESCRIPCION	CON D. REV. O. APP'D

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

PROYECTO:
DISEÑO, CONSTRUCCION E INSTALACION DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS PARA TANQUES DE G.P. PARA UNA EMPRESA DEDICADA AL ROTO - MOLDEO

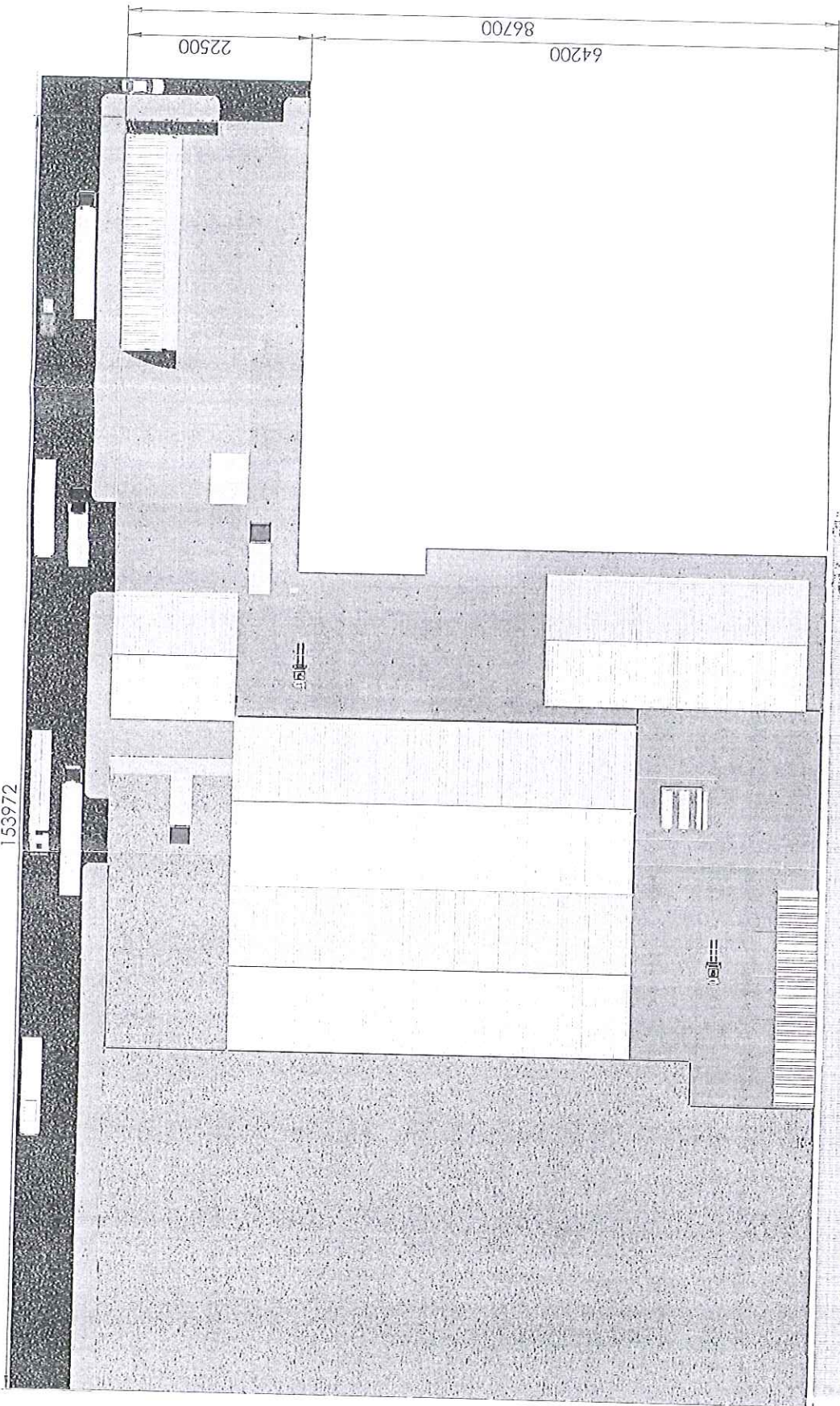
TITULO:
VISTA SUPERIOR DE TODA LA EMPRESA

DIAGRAMA: E. M. 15/04/2015
 A. M. 15/04/2015
 REVISADO: E. M. 17/04/2015
 APROBADO: E. M. 17/04/2015

INFORMACION NO. ESCALA PROTECCION PLANO NO. REV. 0

SUPERIOR

153972



FRONTAL

3600 6470

86700

REV.	FECHA	DESCRIPCION	D. EN D.	REV. D.	APP.D.

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA
DEL LITORAL**

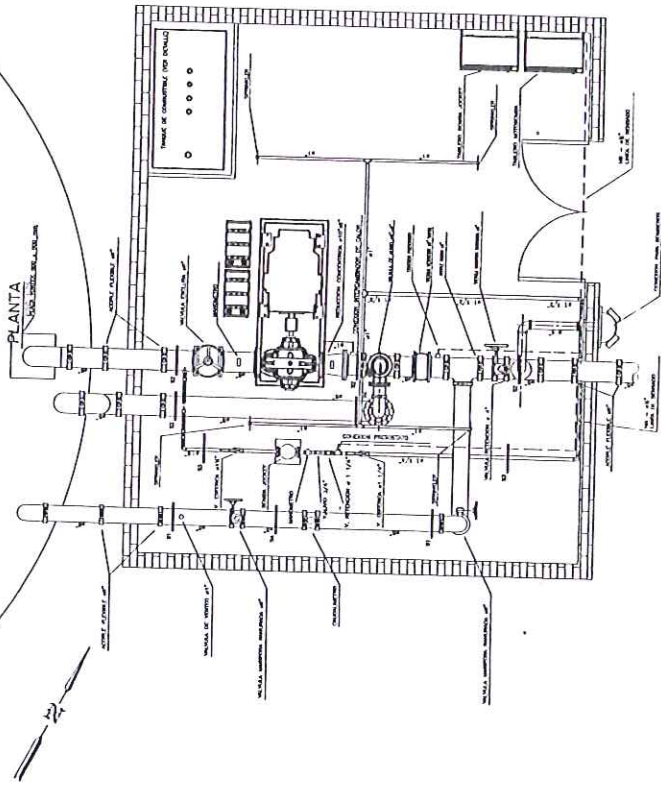
PROYECTO: DISEÑO, CONSTRUCCION E INSTALACION DEL SISTEMA
CONTRA INCENDIOS PARA TALLERES DE GUP PARA
UNA EMPRESA DEDICADO AL ROTOD-MOLDEO

TITULO:
VISTAS DE LA
EMPRESA

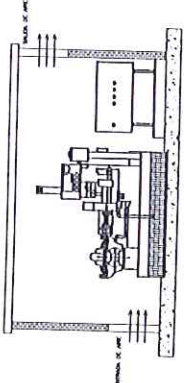
DESIGNADO:	FECHA:	
AUT.:	FECHA:	
PROYECTO:	FECHA:	
APROBADO:	FECHA:	
E.M.:	FECHA:	
E.M.:	FECHA:	

INFORMACION	ESCALA	PROYECCION	PLANO N°	REV.

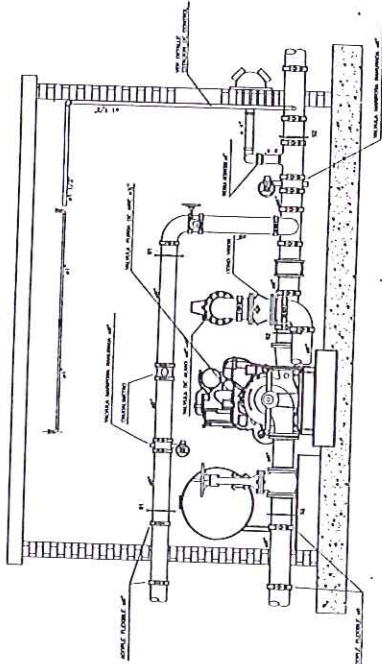
PLANTA



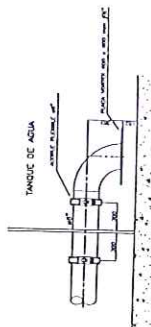
DETALLE CIRCULACION DE AIRE



SUPERIOR ELEVACION



DETALLE PLACA VORTEX



REV.	FECHA	DESCRIPCION	IGN. DREV. JARRP. D

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

PROYECTO: CONSTRUCCION E INSTALACION DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO EN LAS TANGUES DE GLP PARA UNA EMPRESA DEDICADA AL ROTO - MOLDEO

DISEÑADO: FECHA: 17/04/2015
 REVISADO: FECHA: 17/04/2015
 E. N. 17/04/2015
 APROBADO: FECHA: 17/04/2015
 E. N. 17/04/2015

TITULO: CUARTO DE BOMBAS Y DETALLES

INFORMACION NO. ESCALA: PROYECCION PLANO NO. REV. SCTI-005 0

Bibliografía

- 1) Textos científicos. (s.f.). Textos científicos. Recuperado el 8 de noviembre de 2014, de Textos científicos: <http://www.textoscientificos.com/polimeros/rotomoldeo>
- 2) Oviedo, J. (15 de octubre de 2012). Juliana Oviedo. Recuperado el 08 de noviembre de 2014, de Juliana Oviedo: <http://juliana-oviedo.webnode.com.co/news/rotomoldeo-y-calandrado/>
- 3) commons, W. (04 de noviembre de 2011). Wikimedia commons. Recuperado el 08 de noviembre de 2014, de Wikimedia commons:
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tetraedro_del_fuego.svg
- 4) Sistema Contra Incendios Tanques GLP, A. N. (2010). Andrea Nieto, Eduardo Ocaña. Recuperado el 08 de noviembre de 2014, de Andrea Nieto, Eduardo Ocaña:
<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/14424/1/TESINA%20DE%20SEMINARIO%20-%20DISE%20C3%91O%20DE%20UN%20SISTEMA%20CONTRAINCENDIO%20EN%20UNA%20PLANTA%20ENVASADORA%20DE%20GLP.pdf>
- 5) Sistema contra incendio, H. (16 de abril de 2013). Scribd. Recuperado el 12 de noviembre de 2014, de Scribd: <https://es.scribd.com/doc/136319668/10/Equipos-de-supresion-utilizados-en-la-proteccion-contra>
- 6) https://www.tycofire.com/index.php?P=show&id=TFP316_10_2014&BK=product&SB=3160
- 7) NFPA 10, N. F. (2007). Norma Para Extintores Portátiles Contra Incendios. En NFPA10, Norma Para Extintores Portátiles Contra Incendios. Bogotá.
- 8) ABACOLDEXT. (01 de ENERO de 2007). ABACOLDEXT. Recuperado el 12 de ENERO de 2015, de ABACOLDEXT:
http://www.abastecedoracolombianadeextintores.com/v2/images/PDFS/4_Gabine

tes%20contra%20incendios/PDF/CATALOGO%204 D%20(GABINETE%20CONTRA%20INCENDIO%20TIPO%20II%20CON%20CONTENIDO).pdf

9) Expower, Hidrantes

<http://www.expower.es/hidrante-incendios.htm>

Diseño de sistemas de protección por hidrantes. (Julio de 2011). Diseño de sistemas de protección por hidrantes. Recuperado el 15 de diciembre de 2014, de Diseño de sistemas de protección por hidrantes:

http://www.redproteger.com.ar/editorialredproteger/serieredincendio/36_Disen%C3%B3_Sistema_Hidrantes_Fijos_2a_edici%C3%B3n_julio2011.pdf

10) Bomba centrífuga, A. (s.f.). Bomba centrífuga, Academia.edu. Recuperado el 17 de diciembre de 2014, de Bomba centrífuga, Academia.edu:

http://www.academia.edu/8014551/BOMBA_CENTR%C3%8DFUGA_DEFINICI%C3%93N_Las_Bombas_centr%C3%ADfugas_tambi%C3%A9n_llamadas_Rotodin%C3%A1micas

11) Bombas centrífugas de eje horizontal, BVSDE

<http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/scan/017069/017069-03.pdf>

12) Clasificación de turbomaquinas, caballano Clasificación de turbomaquinas, caballano

<http://www.caballano.com/introdu.htm>

13) Dspace Espol, S. c. (2011). Dspace Espol, Sistema contra incendios. Recuperado el 20 de diciembre de 2014, de Dspace Espol, Sistema contra incendios :

<https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0CDsQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.dspace.espol.edu.ec%2Fbits>

[tream%2F123456789%2F16509%2F7%2F07%2520CAPITULO%25204.docx&ei=zg4J](#)

[VcSYD4W_ggSY4oGQCA&usg=AFQjCNHETl-vX5E42YtGHnQ](#)

- 14) Fire Protection Engineering, N. 1. (s.f.). Fire Protection Engineering. Recuperado el 23 de diciembre de 2014, de Fire Protection Engineering:
<http://magazine.sfpe.org/sprinklers/nfpa-13-sprinkler-system-design-density-curves-where-did-they-come>
- 15) NFPA 13, R. A. (2010). NFPA 13, ROCIADORES AUTOMATICOS. En N. 13, ROCIADORES AUTOMATICOS.
- 16) API, F. P. (2001). API, FIRE PROTECCIÓN FOR LPG. En F. P. API, FIRE-PROTECTION CONSIDERATION FOR THE DESIGN (pág. 31). WASHINGTON.
- 17) NFPA 13, R. A. (2010). NFPA 13, ROCIADORES AUTOMATICOS. En N. 13, ROCIADORES AUTOMATICOS (págs. 13-171, 13-172, 13-173, 13-174).
- 18) Dto de Hidráulica, M. R. (25 de octubre de 2014). Michel Rodríguez, Dto de Hidráulica. Recuperado el 27 de diciembre de 2014, de Michel Rodríguez, Dto de Hidráulica: <http://es.slideshare.net/MichelRodriguez1/211595478-metododecross>
- 19) Análisis y Diseño Hidráulico, J. M. (2010). Análisis y Diseño Hidráulico, Jose Muñoz. Recuperado el 27 de diciembre de 2014, de Análisis y Diseño Hidráulico, Jose Muñoz:
http://intrawww.ing.puc.cl/siding/public/ingcursos/cursos_publico_descarga.phtml?id_curso_ic=3627&id_archivo=137780
- 20) Installation of Station Pumps For Fire Protection, N. (2007). Installation of Station Pumps For Fire Protection. En N. 20, Installation of Station Pumps For Fire Protection (pág. 20).

21) Especificaciones para motor diesel de bomba contra incendio, P. (2012).

Especificaciones para motor diesel de bomba contra incendio, Petroecuador.

Recuperado el 30 de Diciembre de 2014, de Especificaciones para motor diesel de bomba contra incendio, Petroecuador:

<ftp://190.152.15.67/pub/TGER/PASCUALESCUENCA/VOL3ESPECIFICACIONES/3%20>

[MECANICA/TOMO3-2/GEN-ME0-](#)

[014%20Especificaci%F3n%20para%20motor%20diesel%20de%20bomba%20contra](#)

[%20incendios/GEN-ME0-014%20REV%200.pdf](#)