

122  
ESTAMPADO 15 JUN 1984



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

PROYECTO DE UN SISTEMA CONTRA  
INCENDIO BASADO EN AGUA PARA  
UN EDIFICIO COMERCIAL

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
(AREA MECANICA)

**P R E S E N T A :**

**ALFREDO NAVA RODRIGUEZ**

**DIRECTOR DE TESIS:**

Dr. en I. Francisco Solorio Ordaz

México

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1994



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

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

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

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

**A MIS PADRES**

**POR SU GRAN AMOR Y APOYO, EL  
CUAL HA SERVIDO DE GUIA PARA  
ALCANZAR ESTE MOMENTO TAN  
ANHELADO EN MI VIDA.**

**A MIS HERMANAS FABIOLA Y ELISA:**

**POR COMPARTIR Y APOYARME EN  
TODO MOMENTO.**

**A MI NOVIA CLAUDIA:**

**POR SU GRAN APOYO, AMOR Y  
COMPRESIÓN.**

**CON UN GRAN AFECTO.**

**A MIS FAMILIARES Y AMIGOS.**

**CON MUCHO CARIÑO A**

**DANIEL †**

**AL DR. FRANCISCO SOLORIO ORDAZ**  
**COMO UN PEQUEÑO AGRADECIMIENTO**  
**POR SU VALIOSA AYUDA EN LA REALIZACION**  
**DE ESTE TRABAJO**

# **INDICE.**

## **Capítulo 1**

### **Introducción**

1

## **Capítulo 2**

### **Generalidades sobre los sistemas de protección contra incendio basados en agua**

2.1. Sistema de bombeo	3
2.1.1. Bombas centrifugas contra incendio	3
2.1.2. Instalación	4
2.1.2.1. Cuarto de bombas	4
2.1.2.2. Succión	5
2.1.2.3. Descarga	9
2.1.3. Bombas para mantenimiento de presión de la red	10
2.1.4. Accesorios	11
2.1.5. Medidores de flujo	13
2.1.6. Cabezal o peine de pruebas con mangueras contra incendio	13
2.1.7. Bombas verticales tipo turbina	15
2.1.8. Motores eléctricos	18
2.1.8.1. Tablero de control para motor eléctrico	19
2.1.9. Motores diesel	21
2.1.9.1. Tablero de control para bombas contra incendio con motor diesel	24
2.1.10. Alineación de las bombas	25
2.1.11. Operación de las bombas contra incendio	27
2.1.12. Pruebas de campo del equipo	28
2.2. Rociadores (Sprinkler)	31
2.2.1. Tipos de sistemas	31
2.2.2. Tipos de rociadores	33
2.2.3. Componentes de un rociador	35
2.2.3.1. Protecciones de los rociadores	37
2.2.3.2. Rociadores en almacén	37
2.2.3.3. Tubería	37
2.2.3.4. Accesorios de la tubería	40
2.2.4. Accesorios	
2.2.4.1. Válvulas de control de zona / Individual por piso	48
2.2.4.2. Válvula check	49
2.2.4.3. Conexión del departamento de bomberos	49
2.2.4.4. Drenado	51
2.2.4.5. Conexiones para supervisión	51
2.2.4.6. Alarmas	52
2.2.5. Instalación de rociadores	53
2.2.5.1. Máxima distancia entre rociadores	53
2.2.5.2. Distancia entre rociadores y muros	54
2.2.5.3. Obstrucciones de rociadores	56
2.2.6. Cálculos hidráulicos	61
2.2.6.1. Guía de abastecimiento de agua para rociadores	61

2.2.6.2. Cálculo de abastecimiento de agua	61
2.2.6.3. Valor Area/densidad.	62
2.2.6.4. Diseño del área	63
2.2.6.5. Factor "C" de la tubería	65
2.2.6.6. Coeficiente de descarga	65
2.2.6.7. longitudes equivalentes de accesorios y tubería.	65
2.2.6.8. Pérdidas por fricción en tubería	66
2.2.7. Forma de cálculos hidráulicos	66

### **Capítulo 3**

#### **Planteamiento del problema y cálculos**

3.1 Estudio, Cálculos y costos	68
3.2.1. Sistema bajo las normas de la NFPA	68
3.2.2. Cálculos	68
3.2.3. Resultados	77
3.2.3.1. Rociadores	77
3.2.3.2. Capacidad del tanque de almacenamiento de agua	78
3.2.3.3. Selección de las bombas	78
3.2.4. Ajuste de las bombas	79
3.2.5. Costos	80
3.2.6. Calendario de mantenimiento.	80
3.3. Equipo contra incendio sin las normas de la NFPA	99
3.3.1. Cálculos	99
3.3.2. Selección de las bombas	100
3.3.3. Costo	102
<b>4.1. Conclusiones</b>	<b>105</b>
<b>Anexo 1</b>	<b>107</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>116</b>

## **CAPÍTULO 1.**

### **INTRODUCCION.**

El fuego es uno de los principales contribuyentes a los más grandes desastres, tomándose como precio un gran número de vidas, y llevándose con él, el hogar y trabajo de muchos, el fuego actúa rápidamente, dependiendo de segundos el poderío controlar o perder totalmente su control, es por eso que nos vemos en la necesidad de estudiar su comportamiento para prevenirlo, y si es necesario para combatirlo.

Hasta el momento han existido una gran cantidad de incendios, de los cuales la mayoría no fueron controlados desde su origen propagándose rápidamente y perdiéndose su control. En algunos de estos casos no se tenía un sistema de protección contra incendio, en otros el sistema era ineficiente, estando en condiciones que lo hacían inoperante, en el cual no se tenía agua en la cisterna, o nunca se le realizaron pruebas para saber si su funcionamiento era el adecuado, o porque el personal de mantenimiento no estaba capacitado.

Hay que recordar que muy pocas personas se queman en los incendios. La mayoría muere por el humo, por los gases venenosos o por el pánico, por consiguiente un sistema contra incendio no solo es de hidrantes y rociadores, sino también de normas de seguridad, y sistemas de alarma.

La NFPA (National Fire Protection Association), es una Asociación encargada de realizar las normas de seguridad y los estándares que debe cumplir los equipos de protección contra incendio. Dichas normas deben ser cumplidas al cien por ciento para eliminar toda posibilidad de un incendio. Los estándares que deben cumplir son verificados por los siguientes laboratorios UL (Underwriters Laboratories Inc.), ULC (Underwriters Laboratories of Canadá), y FM. (Factory Mutual)

Es necesario saber cuales son las normas que deben cumplir los equipos contra incendio, para funcionar como tal, así también su correcta instalación, ya que de nada sirve tener equipo aprobado si la instalación esta fuera de estas normas, o el combinar el equipo aprobado con el que no lo es.

Hay que tener en cuenta que un sistema contra incendio que cumple con todas las normas tiene un costo muy alto al compararlo con un sistema convencional, pero generalmente el ahorro de una inversión inicial trae consigo muchas consecuencias.

En México debido a la introducción de empresas norteamericanas, y el trabajo en conjunto con firmas extranjeras de ingeniería se están empezando a adoptar estas normas, las construcciones actuales y principalmente las de gran magnitud se realizan bajo dichas normas, teniendo grandes beneficios, como por ejemplo la protección de vidas, la protección del inmueble, y una baja prima del seguro, entre muchas.

Este trabajo no pretende establecer normas contra incendio. El material reproducido no representa la posición completa ni oficial de los organismos que dictan las normas, ningún organismo es responsable de la exactitud de su traducción. Las normas completas de la NFPA aparecen en su obra "National fire Codes"

El objetivo de este trabajo es realizar el proyecto hidráulico de un sistema de protección contra incendio para un edificio comercial, realizándolo paralelamente para los dos sistemas utilizados en México, un sistema convencional de gran uso, que no tienen estándares bien definidos, y un sistema aprobado por la NFPA, que cumplen con una serie de normas perfectamente bien definidas, con un uso relativamente bajo debido al desconocimiento de estas normas y las características que debe tener su instalación.

Se mencionaran los conceptos necesarios para poder realizar los cálculos hidráulicos, así como definiciones y funcionamiento de los sistemas, como son motores eléctricos, motores de combustión interna, válvulas, etc.

El proyecto contara de los siguiente partes :

- Estudio sobre los requerimientos de la instalación.
- Cálculos hidráulicos.
- Seleccionar el equipo.
- Costos
- Mención de las pruebas que se han realizado a los equipos y las que deben hacerse.
- Calendario de mantenimiento.

## 2. GENERALIDADES SOBRE LOS SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA INCENDIO BASADOS EN AGUA,

### 2.1. SISTEMA DE BOMBEO.

El propósito de un sistema de protección contra incendio es el de proporcionar un razonable grado de protección a la vida y a la propiedad del fuego a través de una instalación basadas sobre sólidos principios de ingeniería, pruebas y experiencias

#### 2.1.1. BOMBAS CENTRIFUGAS CONTRA INCENDIO.

La parte fundamental de un sistema contra incendio es el equipo de bombeo, así como la confiabilidad de la fuente que lo abastezca. Es por esta razón la gran atención en la selección, del tipo y capacidad de las bombas, así como del abastecimiento de agua, teniendo en cuenta la posibilidad de crecimientos futuros.

Una bomba centrífuga es seleccionada en el rango de operación del 90 al 150% del gasto de diseño, en la presión de cierre con un mínimo del 101% y un máximo de un 140% de la carga de diseño, al 150% del gasto la presión no debe disminuir a menos del 65% de la presión de diseño, (ver figura 2.1-1), la operación de las bombas a más de 140 % del gasto de diseño se ve directamente afectada por las condiciones de succión por lo que se le debe prestar mayor cuidado, la aplicación de las bombas a menos del 90% no es recomendable, pero con consideraciones adecuadas en la succión de la bomba se puede operar en cualquier punto de la curva desde el cierre a gasto cero hasta el 150% de la capacidad de diseño.

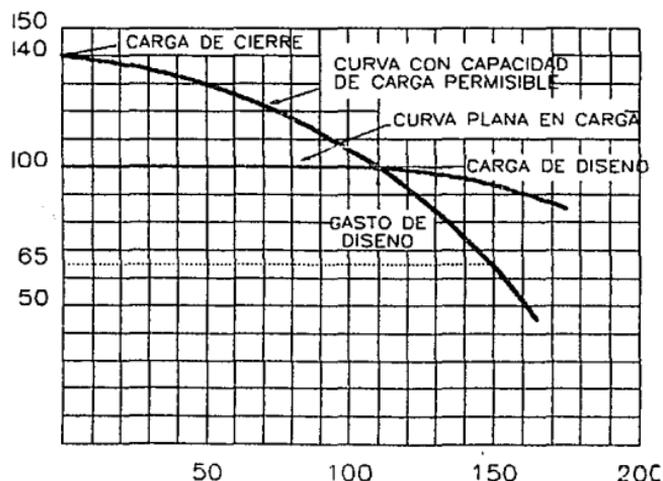


Fig 2.1-1 Porcentaje y rango de operación. (NFPA 20, figura 4-3-2.1)

## 2.1.2. Rango de capacidades .

Las bombas contra incendio se diseñan de acuerdo a las siguientes capacidades en gpm (l/min.) y con un rango de presión mínima de 40 psi (27 bar ) o más., como se muestra en la tabla 2.1-1

gpm (l/min.)	Succión pulg.	Descarga pulg.	Válvula de alivio pulg.	Medidor de flujo pulg.	Número y tamaño de mangueras	Cabezal de pruebas pulg.
25 (95)	1	1	3/4	1½	1 - 1½	1
50 (189)	1½	1½	1½	2	1 - 1½	1½
100 (379)	2	2	1½	2½	1 - 2½	2½
150 (568)	2½	2½	2	3	1 - 2½	2½
200 (757)	3	3	2	3	1 - 2½	2½
250 (946)	3½	3	2	3½	1 - 2½	3
300 (1136)	4	4	2½	3½	1 - 2½	3
400 (1514)	4	4	3	4	2 - 2½	4
450 (1703)	5	5	3	4	2 - 2½	4
500 (1892)	5	5	3	5	2 - 2½	4
750 (2839)	6	6	4	5	3 - 2½	6
1000 (3785)	8	6	4	6	4 - 2½	6
1250 (4731)	8	8	6	6	6 - 2½	6
1500 (5677)	8	8	6	8	6 - 2½	8
2000 (7570)	10	10	6	8	6 - 2½	8
2500 (9462)	10	10	6	8	8 - 2½	10
3000 (11355)	12	12	8	8	12 - 2½	10
3500 (13247)	12	12	8	10	12 - 2½	12
4000 (15140)	14	12	8	10	16 - 2½	12
4500 (17032)	16	14	8	10	16 - 2½	12
5000 (18925)	16	14	8	10	20 - 2½	12

TABLA 2.1-1 . Datos de bombas contra incendio (NFPA 20, tabla 2-20)

## 2.1.2. INSTALACION.

### 2.1.2.1 Cuarto de bombas.

Las bombas contra incendio, motor y tablero de control, deben ser protegidos en contra de posibles interrupciones del servicio, por daños causados por explosiones, fuego, inundaciones, temblores, roedores, insectos, ventarrones, heladas, vandalismos u otras condiciones adversas.

Se debe tener consideraciones especiales para la localización de las bombas contra incendio como luz natural y artificial, temperatura, ventilación, un ambiente seco y libre de condensados, si es necesario puede requerir calefacción, en muchas de las instalaciones

no se requiere de un cuarto de bombas, este puede ser instalado al aire libre con un techo o cubierta estando libre de la lluvia e intenso calor del sol, y cuando se requiera deberá de ser de un tamaño adecuado, acceso restringido y propiamente arreglado para la tubería. Donde la tubería de succión debe recibir la principal atención. El cuarto de bombas no deberá de ser usado para fines de almacenamiento.

El cuarto de bombas es preferible que este situado separado de la construcción y su acceso deberá ser previsto a la salida de la misma, construido de un material no combustible, donde el uso de ladrillo o el concreto no es muy viable, el uso de laminas metálicas es mas recomendable para dicha construcción, cuando se instale una bomba vertical tipo turbina es requerido un panel removible en el techo para permitir que la bomba sea desinstalada y poder tener acceso para su reparación o inspección.

El cuarto de bombas deberá de tener una luz de emergencia por lámparas de batería, incluyendo lámparas de mano, la luz de emergencia no debe ser conectada a las baterías del motor de combustión interna.

El piso debe tener una pendiente para un buen drenado, por fugas de agua o combustible, en un momento crítico de la bomba contra incendio, tablero de control, tanque de combustible, etc. El cuarto de bombas debe tener una coladera en el piso la cual descargue al drenaje municipal.

Se deben tener guarda coples para cubrir los elementos giratorios, con el fin de prevenir lesiones al personal.

#### 2.1.2.2. Succión.

La tubería de succión es de acero, instalada sobre el piso, en donde existan condiciones de corrosión, el tubo de acero debe ser galvanizado o pintado en su interior antes de ser instalado por una pintura recomendada para superficies sumergibles.

El tubo de asbesto o cemento no es aceptable en la succión, excepto cuando es instalada sobre el piso y cuando la succión de la bomba toma carga positiva todo el tiempo.

Cuando el cabezal de succión abastece mas de una bomba, el tubo de succión debe tener un arreglo con respecto a las bombas, con el fin de proporcionar un abastecimiento proporcional (figura 2.1-2)



Fig. 2.1-2 Arreglo de un cabezal de succión a varias bombas.

El tamaño de la tubería de succión para una o múltiples bombas (disponibles para operaciones similares) es de acuerdo al flujo máximo cuando todas las bombas estén operando al 150% de su capacidad.

Donde se tenga en la succión suficiente presión para tener presión en la línea de descarga, la bomba podrá ser instalada con un by-pass, este caso es muy especial, donde se puede tener succión directamente de la red pública.

Debido a que la parte primordial para el buen funcionamiento de toda bomba reductiva en la succión, es necesario tener un gran cuidado o en esta, a continuación se mencionan una serie de características que se deben cumplir para tener un mejor funcionamiento de la bomba.

1. La succión debe ser cuidadosamente instalada para evitar succión de aire o formación de bolsas de aire, las cuales afectan muy seriamente la operación de la bomba (figura 2.1-3).
2. Debe evitarse los codos en la tubería de succión de la bomba.
3. Cuando el tubo de succión y la brida de succión de la bomba no sean del mismo tamaño estos deben ser conectados mediante una reducción excéntrica para evitar la formación de bolsas de aire, como se muestra en la figura 2.1-3.

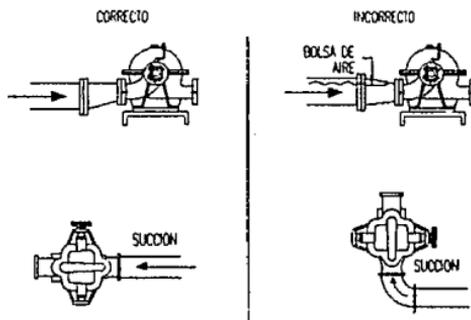
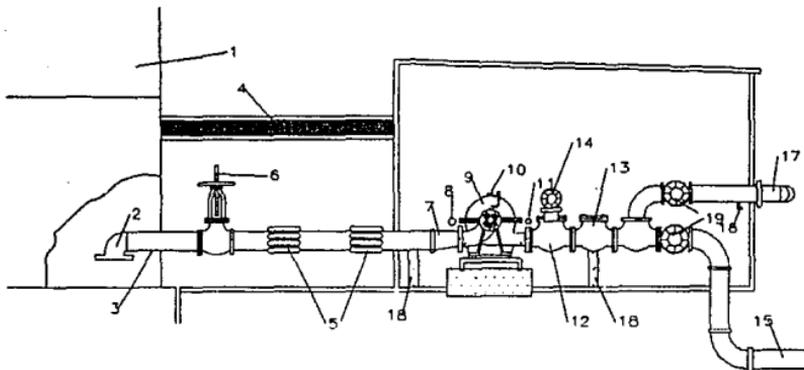


Fig 2.1-3. Instalación de la succión de una bomba (NFPA 20, figura 4-2-9.6)

4. Todas las succiones excepto para longitudes cortas entre la cisterna y la bomba, deben ser probadas hidrostáticamente de acuerdo a las pruebas dadas en el panfleto de la NFPA 25.
5. Donde las bombas y la succión de la cisterna estén separadas por cimientos con tubos de interconexiones rígidas, en la tubería deben de instalarse con liberadores de esfuerzos (figura 2.1-4).



- |  |   |
|--|---|
| 1.- Tanque de almacenamiento   | 9.- Bomba contra incendio                                 |
| 2.- Entrada en codo y plato para vórtices, distancia de la parte inferior del tanque al plato de medio diámetro de la tubería de succión, con un mínimo de 6 pulg. (152 mm.) | 10.- Válvula eliminadora de aire.                         |
| 3.- Tubería de succión   | 11.- Manómetro de descarga                                |
| 4.- Cobertura a prueba de congelamiento.   | 12.- Tee de descarga con reducción.                       |
| 5.- Acoplamientos flexibles para liberar esfuerzos   | 13.- Válvula check en la descarga.                        |
| 6.- Válvula de compuerta con vástago saliente  | 14.- Válvula de alivio (se si se requiere)                |
| 7.- Reducción excéntrica   | 15.- Tubería de descarga.                                 |
| 8.- Manómetro de succión   | 16.- Válvula para drenado                                 |
|  | 17.- Cabezal de pruebas para mangueras.                   |
|  | 18.- Soportes de tubería                                  |
|  | 19.- Válvula de vástago saliente o mariposa con indicador |

Fig 2.1-4 Instalación de bomba de carcasa bipartida con succión positiva (NFPA 20, figura a-3-3.1)

- En la succión de la bomba solo pueden instalarse válvulas de compuerta de vástago saliente totalmente abiertas, no deben instalarse válvulas de mariposa en la succión, las cuales pueden crear turbulencia afectando la eficiencia de la bomba.
- Cuando el agua es obtenida de una fuente semejante a un tanque o pozo, el paso de materiales pueden atascar la bomba. Se deben colocar dos rejillas removibles en la succión, estas rejillas deben tener una área neta efectiva filtrante de 1 pulg<sup>2</sup> (645 mm<sup>2</sup>) abajo del mínimo nivel de agua por cada gpm (3.785 l/min) al 150% de la capacidad de la bomba (figura 2.1-5).

Estas rejillas deben de ser de fácil acceso para ser limpiadas o reparadas sin obstruir la succión. El material de construcción debe ser resistente a la corrosión (latón, cobre, monel, acero inoxidable) con una malla de 0.5 pulg (12.7 mm) de abertura. Estas rejillas deben ser aseguradas a un marco corredizo verticalmente.

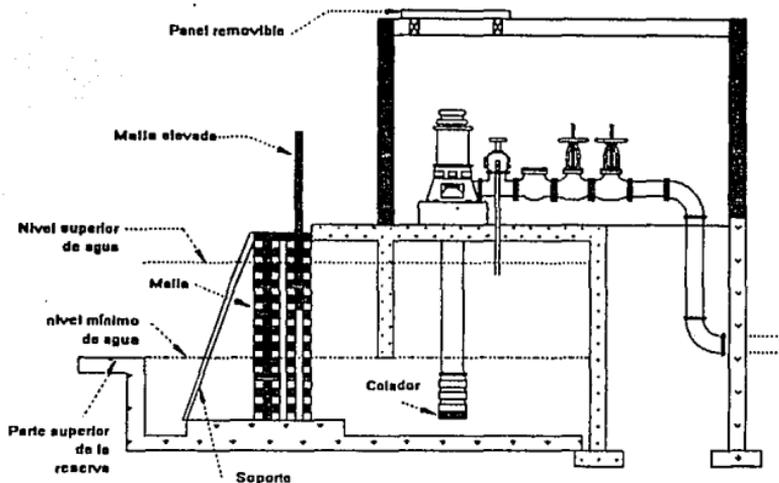


Fig. 2.1-5. Instalación de bomba turbina vertical con carcamo húmedo. (NFPA 20 figura A-4-2.2.2)

8. Debido a las pérdidas por presión y facilidad de interrupción de flujo al sistema contra incendio por el uso de dispositivos de contra flujo para prevenir el bajo nivel de cisterna, estos son desaprobados en la tubería de succión de la bomba. Donde se requiera la colocación de dispositivos semejantes podrán ser instalados en el lado de la descarga de la bomba, lo cual es más eficiente perder presión después de la bomba.
9. Las bombas con succión de una cisterna se debe instalar con un plato para vórtices con el fin de evitar la formación de vórtices en la entrada del tubo de succión (ver figura 2.1-4).
10. La tubería de hierro o de acero enterrada debe ser recubierta o protegida del peligro de corrosión de acuerdo con AWWA (awwa-C104), o estándar equivalente.(1)
11. El exterior de la tubería debe permanecer pintado.
12. El tamaño de la tubería de succión es de acuerdo a la capacidad de bombeo al 150% del gasto de diseño, la velocidad del fluido en la succión no debe exceder a 15 ft/s (4.75 m/s).
13. Cuando la succión es de la red pública, la válvula de compuerta es localizada cuando sea práctico de las bridas de la bomba, si la succión es de un tanque de agua la válvula de compuerta debe ser localizada inmediatamente afuera del tanque. (figura 2.1-6).

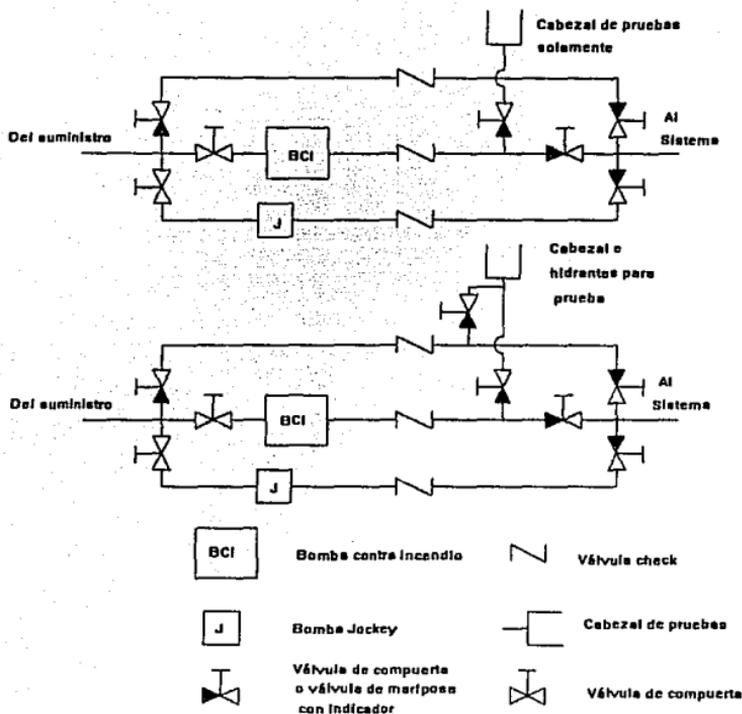


Fig. 2.1-6 Diagrama esquemático del arreglo sugerido para una bomba contra incendio con by-pass, teniendo la succión de la red pública.(NFPA 20, figura A-2-9.6)

### 2.1.2.3 Descarga.

1. Los componentes en la descarga consisten en: tubería, válvulas y accesorios instalados después de las bridas de descarga de la bomba hacia el sistema o a la válvula de descarga.
2. La capacidad de los componentes de descarga deben ser adquiridos para la máxima presión de trabajo de las bombas, la tubería debe ser de acero con conexiones por medio de bridas (bridas soldadas al tubo de preferencia), por uniones soldadas o sistema de uniones acanaladas.
3. Todas las tuberías de descarga deben ser probadas hidrostáticamente de acuerdo con los panfletos de la NFPA 13 y NFPA 24.

- El tamaño del tubo y bridas de descarga es de acuerdo al gasto de la bomba al 150% de su capacidad de diseño, la velocidad de descarga no debe exceder a 20 m/s, por lo que no debe ser menor al diámetro mostrada en la tabla 2.1-1.
- El tubo se debe de proteger para evitar daños debido a movimientos, por lo que es recomendable dejar un claro no menor de una pulgada (25.4 mm.).
- Muchos sistemas de protección contra incendio experimentan severos golpes de ariete causados por el regreso de flujo de agua, una válvula check (anti golpe de ariete) debe ser instalada en la descarga de la bomba.
- La ruptura de tubería causada por movimientos debe ser prevenida por medio de uso de juntas de expansión flexibles (ver figura 2.1-4).

### 2.1.3. BOMBAS PARA MANTENIMIENTO DE PRESION DE LA RED (JOCKEY).

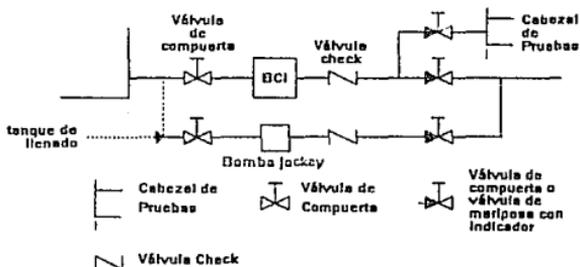
El uso de una bomba automática para mantener la presión de la red (bomba jockey) es recomendable bajo ciertas condiciones de servicio, con el objeto de mantener la presión en el sistema por causa de fugas en la tubería y prevenir que la bomba principal arranque frecuentemente. La bomba principal no debe ser utilizada para mantener la presión del sistema.

La bomba para mantener la presión del sistema debe tener la capacidad de reponer el agua perdida por fugas en el sistema dentro de un rango de 10 minutos, el cual es aproximadamente un gasto del 1% del gasto de la bomba contra incendio, y a una presión de 10 psi arriba de la presión de la bomba contra incendio, debido a que el sistema arranca por medio de caída de presión, si existen caídas de presión no muy altas, funcionara la bomba jockey, en el momento que exista una demanda alta en el sistema debido a un incendio, la bomba jockey no podrá levantar la presión y arrancara la bomba principal.

Fig. 2.1-7 Bomba jockey con bomba contra incendio. (NFPA 20, Fig A-2-19.3)

Nota 1.- La bomba jockey es usualmente instalada con un tablero de control automático.

Nota 2.- La succión de la bomba jockey muchas veces es de un tanque de llenado para facilitar reparaciones.



Cuando la bomba centrífuga o de desplazamiento positivo (reciprocante o rotatorias) utilizada para mantener la presión, su máxima presión exceda a la presión de trabajo del

sistema contra incendio, es necesario instalar una válvula de alivio para evitar una sobre presión del sistema, la cual es instalada en la descarga de la bomba, también es necesaria cuando la bomba jockey sea instalada con un retardo al paro utilizado para evitar cortos ciclagés de la bomba y tenga la capacidad de exceder la presión del sistema.

Tanto la bomba centrífuga como la bomba de desplazamiento positivo son utilizadas como bombas para servicio jockey, mas sin embargo autoridades con jurisdicción han encontrado que el uso de la bombas centrífuga es preferible debido a su baja carga al cierre.

#### **2.1.4. ACCESORIOS.**

Para cumplir con las normas, ciertos accesorios son requeridos para todas las instalaciones de bombeo para protección contra incendio. Estos varían para apegarse a las necesidades de cada instalación en particular y a los requerimientos de las autoridades de seguros, los accesorios son:

##### **Manómetro de presión en la succión y descarga de la bomba.**

Un Manómetro de carátula no menor de 3.5 pulgadas (89 mm.) de diámetro con conexión de 0.25 pulgadas (6.25 mm.), para medir la presión en la descarga de la bomba, donde la carátula podrá indicar por lo menos dos veces la capacidad de presión de trabajo de la bomba, pero no menos de 200 psi (13.8 bar).

Un manómetro compuesto de presión y vacío con carátula no menor de 3.5 pulgadas (89 mm.) de diámetro, con un rango de lectura en pulgadas de mercurio (Hg), psi o bars, donde la carátula podrá indicar por lo menos dos veces la máxima presión de succión de la bomba, pero no menos de 100 psi (7 bar).

##### **Válvula automática eliminadora de aire.**

Son requeridas unidades automáticas para eliminar el aire de la carcasa de la bomba cuando esta es puesta en operación.

##### **Válvula de alivio en la carcasa.**

Cada bomba deberá de estar provista con una válvula automática de alivio aprobada para servicio de bomba contra incendio, ajustada abajo de la presión de cierre (para una mínima presión de succión), y el flujo mínimo para evitar sobre calentamiento cuando la bomba este operando a un gasto cero (no requerida para bombas operadas con motor de combustión interna que utilizan un intercambiador de calor para enfriar la máquina y siempre se tendrá un flujo).

El tamaño mínimo de la válvula de alivio es de 3/4 de pulgada (19.0 mm) para bombas hasta 2500 gpm (9462 l/min.) y 1 pulgada (25.4 mm.) para bombas con capacidades desde 3000 gpm hasta 5000 gpm (11355 a 18925 l/min.).

## Válvula de alivio principal.

Las válvulas de alivio son de dos principales tipos:

- 1) Las de carga por resorte
- 2) Las operadas por piloto tipo diafragma

La válvula de alivio principal es localizada entre la descarga de la bomba y la válvula check, con un acceso libre para fines de reparación sin impedir el funcionamiento de la bomba (ver figura 2.1-4).

Las bombas conectadas a un motor ajustable en velocidad deben de tener una válvula de alivio aprobada para este fin. Cuando las bombas son accionadas por medio de un motor de velocidad constante y la presión de cierre más la presión estática de succión exceda la presión de cada componente del sistema, es requerida una válvula de alivio de presión.

El tamaño de la válvula de alivio no debe ser menor a la mostrada en la tabla 2.1-1.

La salida de la válvula de alivio debe conectarse a un cono de descarga, el cual es conectado a un punto donde el agua pueda ser libremente descargada, preferiblemente afuera del cuarto de las bombas, pero si la tubería de la descarga es conectada a un dren sobre el piso se debe evitar que el agua salpique los componentes del equipo, el agua descargada por la válvula deberá ser fácilmente visible o ser detectada por el operador de las bombas.

Si es usado un cono tipo cerrado (ver figura 2.1-4) este debe de tener un medio para detectar movimiento de agua a través de él, si la válvula de alivio esta provista con un medio para detectar movimientos de flujo de agua a través de ella, entonces el cono conectado a la descarga de la válvula no es requerido. El tubo de la válvula de alivio al cono de descarga no debe ser menor al mostrado en la tabla 2.1-1, si se emplea un codo en dicho tubo, el tamaño debe ser incrementado al tamaño inmediato superior para disminuir pérdidas por fricción.

Cuando el suministro a la bomba es tomado de un depósito con capacidad limitada, la descarga de la válvula de alivio puede regresar al mismo depósito en un punto lejano a la succión de la bomba para prevenir que se introduzcan corrientes de aire a la succión (ver figura 8), si la entrada es por la parte superior del depósito el problema de aire es reducido extendiendo la descarga abajo del nivel normal de agua. En muchos casos es necesario incrementar el tamaño de la válvula de alivio y tubería para tener una adecuada capacidad de alivio debido a contra presión.

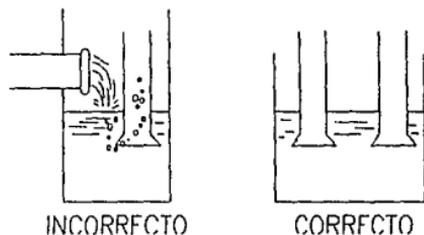


Fig. 2.1-8 Descarga hacia el suministro de agua.

### **2.1.5. MEDIDORES DE FLUJO.**

Los dispositivos para medir el agua deben ser instalados para probar las bombas contra incendio a su máximo flujo disponible, en donde el agua sea escasa y no se permita desperdiciarla durante la prueba por la duración de la misma, la descarga debe ser usada para probar la bomba y regresada a la succión por medio de un circuito cerrado.

Los dispositivos para medir o chiflones fijos para probar las bombas deben de tener la capacidad de fluir el agua a no menos del 175% de la capacidad de las bombas, el tamaño del medidor no debe ser menor al mostrado en la tabla 2.1-1, el tamaño mínimo del medidor para capacidades mostradas es usado cuando el tubo del sistema de medición no exceda a 100 pies (30 m) de longitud equivalente. En donde exceda a 100 pies (30 m) (longitud de la tubería más longitud equivalente en accesorios, elevación y pérdidas por fricción en el medidor), se debe utilizar el diámetro inmediato superior mostrado en la tabla 2.1-1 con el fin de minimizar las pérdidas por fricción.

### **2.1.6. CABEZAL O PEINE DE PRUEBAS CON MANGUERAS CONTRA INCENDIO.**

Las salidas de agua para fines de prueba es por medio de un cabezal o peine de pruebas, mangueras contra incendio, e hidrantes de piso o pared.

Las mangueras son conectadas sobre un cabezal o peine de pruebas según su tamaño y número mostrado en la tabla 2.1-1. Entre el cabezal de pruebas y la descarga se instala una válvula check y una válvula de compuerta. El cabezal o peine de pruebas debe ser localizado afuera del cuarto de bombas, para evitar cualquier daño a las bombas o al tablero. En donde exista posibilidades de congelación se debe instalar una válvula de mariposa para drenar la línea que va hacia el cabezal de pruebas como se muestra en la figura 2.1-4.

Cuando el tubo entre la descarga de la bomba y el dispositivo de pruebas sea mayor a 15 ft (4.5m) de longitud, utilizar el tamaño inmediato superior mostrado en la tabla 2.1-1.

## Arreglos para cabezales.

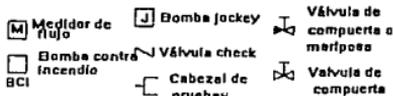
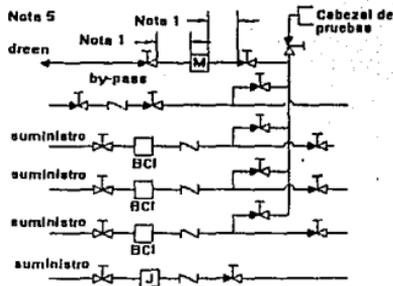


Fig. 2.1-9 Arreglo esquemático para la medición de flujo de múltiples bombas con descarga a la fuente de suministro de agua o cabezal de pruebas. (NFPA 20, figura

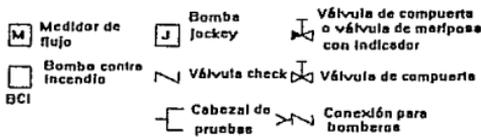
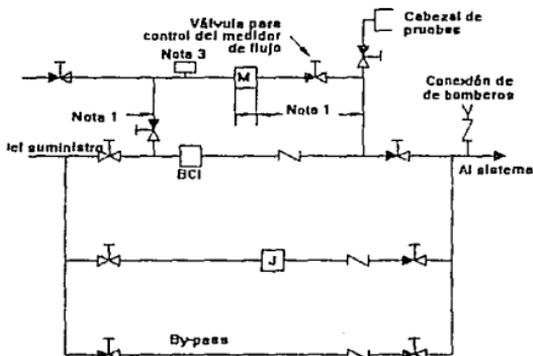


fig. 2.1-10 Diagrama típico del arreglo para medición en la descarga de una bomba y regresada a la succión. (NFPA 20, figura A-2-14.1.2(b))

Nota 1.- La distancia es recomendada por el fabricante.

Nota 2.- La distancia no debe ser menor a cinco diámetros de la tubería de succión.

Nota 3.- La válvula eliminadora de aire es colocada en un punto "U" invertida para atrapar el aire.

Nota 4.- El sistema contra incendio tiene salidas disponibles para probar las bombas

Nota 5.- El arreglo del circuito cerrado del medidor es solamente para probar la eficiencia de la bomba, esta no prueba las condiciones de succión, tubería, etc.

Nota 6.- La tubería de retorno debe tener un arreglo para no atrapar aire o formación de bolsas de aire.

Nota 7.- La turbulencia en el agua al entrar a la bomba debe ser evitada para eliminar la cavitación que reduce la descarga de la bomba y daña el impulsor, por esta razón no es recomendable conexiones en la succión.

Nota 8.- La prolongada recirculación pueda causar daños por calentamiento a menos que una poca agua sea repuesta (o eliminada).

Nota 9.- El medidor de flujo debe ser instalado de acuerdo al instructivo del fabricante.

Si se tienen otros métodos adecuados para la prueba de las bombas contra incendio, las mangueras pueden ser omitidas.

### **2.1.7. BOMBAS VERTICALES TIPO TURBINA.**

La bomba vertical tipo turbina lubricada por aceite o agua son particularmente utilizadas donde el agua para el suministro del sistema contra incendio es subterránea y donde es difícil la instalación de otro tipo de bomba debajo del nivel de agua, estas bomba son originalmente diseñadas para pozos profundos, pero es también usada para lagos, arroyos, pozos, suministros con carcamo húmedo, y corrientes subterráneas, estas últimas cuando se ha demostrado por investigaciones que puede ser esperado un apropiado y confiable suministro, mediante una autoridad que tenga el poder para realizar un análisis por medio del historial del agua, el número de pozos en el área y la probabilidad que estén funcionando simultáneamente, para ser considerado en el total de agua disponible para propósitos del sistema contra incendio. (ver figura 2.1-5).

El agua debe ser analizada por agentes corrosivos, incluyendo PH, sales, Cloros, gases dañinos como son bióxidos de Carbono (CO<sub>2</sub>), o Sulfatos de Hidrógeno (H<sub>2</sub>O). En caso de que el agua sea corrosiva, la bomba debe ser construida con materiales resistentes a la corrosión o recubierta con protectores especiales de acuerdo a lo recomendado por el fabricante.

#### **Succión de la bomba vertical tipo turbina.**

La velocidad en la entrada del canal o tubo de succión no debe exceder aproximadamente 2 ft/s (0.7 m/s), la aproximación ideal en un canal es la dirección recta a la bomba, las obstrucciones y cambio de dirección son causa de remolinos y corrientes las cuales tienden a crear un vórtice.

#### **Sumergencia.**

La cantidad de sumergencia de una bomba para su buena operación depende grandemente de la succión. La sumergencia de los tazones de la bomba debe ser provista para una operación confiable, la parte superior del segundo tazón de la bomba debe tener por lo menos 10 ft (3 m) debajo del nivel de agua con la bomba al 150% de la capacidad de diseño (ver figura 2.1-11) La sumergencia es incrementada por 1 ft (0.3 m) por cada 1000 ft (305 m) por elevación sobre el nivel del mar del lugar donde se instale.

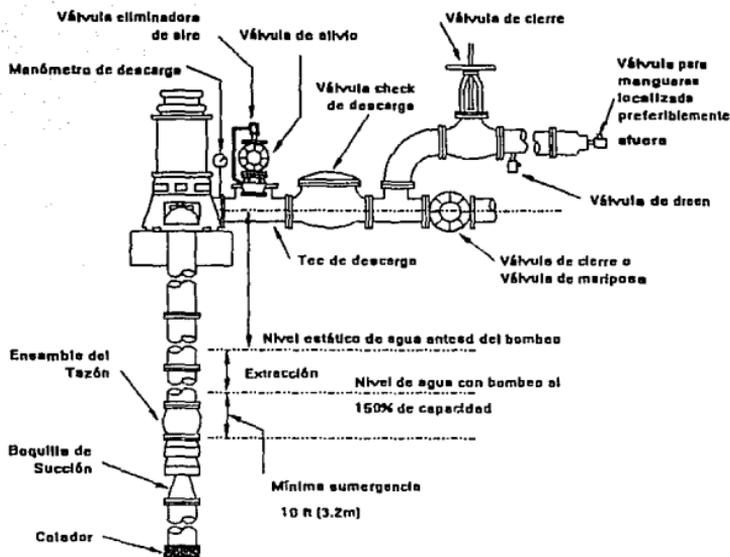


Fig. 2.1-11 Instalación de una bomba vertical tipo turbina en un pozo. (NFPA 20, figura A-4.2.2.1)

Para bombas con capacidades mayores a 2000 gpm (7570 l/min.), es requerido aumentar la sumergencia para prevenir la formación de vórtices y cuidar el NPSH de la bomba y evitar cavitación. Los requerimientos de sumergencia son proporcionados por el fabricante de la bomba.

#### Detección del nivel de agua.

El método más satisfactorio para determinar el nivel de agua, involucra el uso de una línea de aire de un diámetro pequeño y una longitud vertical previamente conocida, un medidor de presión y una bomba ordinaria de aire para bicicleta o automóvil instalada como se muestra en la figura 2.1-12. La línea del tubo es extendido más allá del mínimo nivel de agua. Es de verse en la figura el medidor de aire es un indicador de presión en la línea de aire.

La línea de aire es bajada por el interior del pozo, una tee es colocada en la línea sobre el nivel del piso para colocar el medidor de presión, la otra conexión es dirigida a la bomba de aire. Todas las conexiones deben ser hechas cuidadosamente y ser herméticas para una correcta información. El aire es inducido hacia el interior de la línea de aire para expulsar el agua de la misma. El punto donde se expulsa toda el agua la lectura del medidor de presión será estabilizada. La máxima presión registrada por el indicador es el

equivalente a la necesario para soportar la columna de agua expulsada en la línea de aire. La longitud de la columna de agua es igual a la cantidad de la línea de aire sumergida.

La presión convertida en ft (m) ( $\text{psi} \times 2.31 = \text{ft}$ , y  $\text{bar} \times 10.3 = \text{m}$ ), y restándola de la longitud de la línea de aire conocida, obtenemos la cantidad de sumergencia.

El siguiente calcula es para clarificar la figura 2.1-12.

Asumiendo la longitud (L) de 50 ft (15.2 m).

La presión leída en el manómetro después de arrancar la bomba (P1) = 10 psi (0.68 bar), por lo tanto.

$$A = 10 \times 2.31 = 23.1 \text{ ft} = 0.68 \times 10.3 = 7.0 \text{ m}$$

Por lo tanto el nivel del agua en el pozo después de arrancar la bomba es

$$B = L - A = 50 \text{ ft} - 23.1 \text{ ft} = 26.9 \text{ ft} = 15.2 \text{ m} - 7 \text{ m} = 8.2 \text{ m}$$

La presión medida durante el bombeo (P2) = 8 psi ( 0.55 bar), entonces:

$$C = 8 \times 2.31 = 18.5 \text{ ft} = 0.55 \times 10.3 = 5.6 \text{ m}$$

por lo tanto, el nivel de agua del pozo durante el bombeo es:

$$D = L - C = 50 \text{ ft} - 18.5 \text{ ft} = 31.5 \text{ ft} = 15.2 \text{ m} - 5.6 \text{ m} = 9.6 \text{ m}$$

El descenso del nivel es determinado por cualquiera de los siguientes métodos:

- $D - B = 31.5 \text{ ft} - 26.9 \text{ ft} = 4.6 \text{ ft} = 9.6 \text{ m} - 8.2 \text{ m} = 1.4 \text{ m}$
- $A - C = 32.1 \text{ ft} - 18.5 \text{ ft} = 4.6 \text{ ft} = 7.0 \text{ m} - 5.6 \text{ m} = 1.4 \text{ m}$
- $P1 - P2 = 10 - 8 = 2 \text{ psi} = 2 \times 2.31 = 4.6 \text{ ft} = 0.68 - 0.55 = 0.13 \text{ bar} = 0.13 \times 10.3 = 1.4 \text{ m}$

#### Instalación.

La bomba vertical tipo turbina es diseñada para operar en posición vertical con todas sus partes correctamente alineadas por lo que el pozo debe ser de un diámetro amplio y suficientemente vertical para recibir la bomba.



Fig. 2.1-12 Metodo para determinar el nivel de agua

La satisfactoria operación de una bomba vertical tipo turbina depende totalmente de una cuidadosa y correcta instalación, por lo tanto, se recomienda que este trabajo sea bajo dirección de un representante del fabricante de la bomba.

Los accesorios necesarios para la bomba vertical tipo turbina son:

- Válvula eliminadora de aire.
- Detector de nivel de agua.
- Manómetro en la descarga.
- Válvula de alivio y cono de descarga donde se requiera.
- Cabezal o peine de pruebas o medidor de flujo.

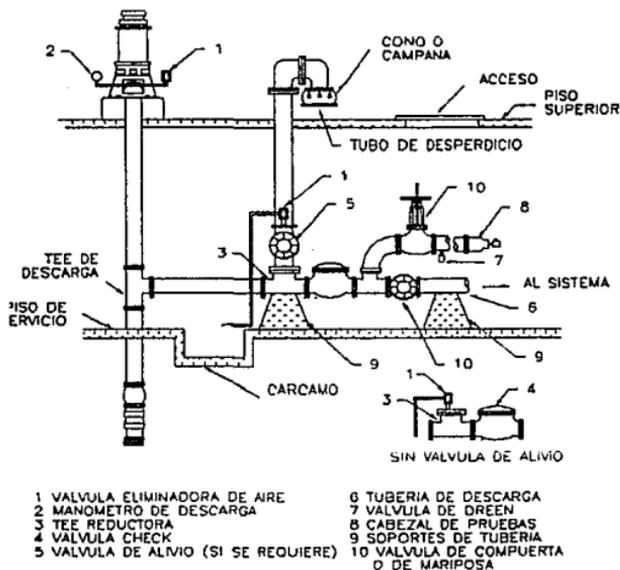


Fig. 2.1-13 Arreglo con descarga abajo del piso. (NFPA 20, figura A-4-3.1)

## 2.1.8. MOTORES ELECTRICOS.

Todos los motores deben ser especialmente diseñados para funcionar con bombas contra incendio, bajo construcción NEMA MG-1, a los cuales se les debe suministrar un voltaje de  $\pm 10\%$  de voltaje de placa.

Donde existan condiciones de humedad o abrasión, el motor debe ser tipo especial o especialmente aislado para estas condiciones, si existe posibilidad de salpicarse de agua, el motor debe ser totalmente cerrado con ventilación, para prevenir la entrada de agua.

### **2.1.8.1. TABLERO DE CONTROL PARA MOTOR ELECTRICO.**

Los tableros para sistemas de contra incendio deben ser aprobados para trabajar para este fin.

Los tableros de control son localizados y protegidos para no ser dañados por el agua escapada de las bombas o conexiones, los tableros son montados sobre un soporte o estructura de material no combustible, los cables eléctricos o conductos eléctricos que van al tablero deben de estar por lo menos a 12 pulgadas (3.05 m) sobre el piso.

Si el tablero es localizado afuera del cuarto de bombas, debe existir una ventana abierta en la pared del cuarto de bombas para observar el motor y la bomba durante el arranque.

Las principales características de un tablero son:

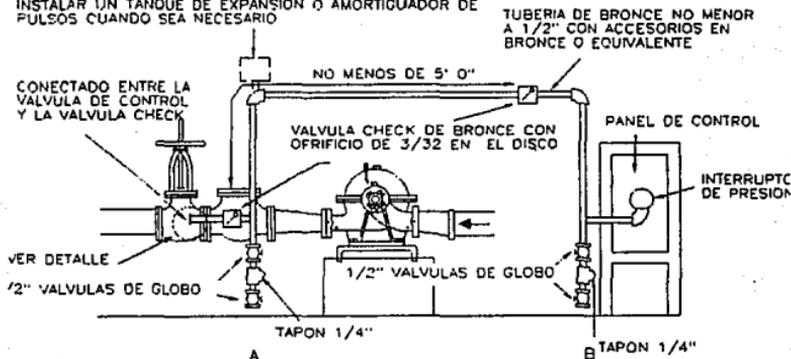
- Diferenciar entre un arranque de prueba, a uno de emergencia.
- Hacer que la bomba funcione en condiciones extremas hasta su destrucción en un arranque tipo emergencia.
- Soportar corriente continua a no menos del 115% de la corriente de placa del motor.
- No contener elementos térmicos de protección, solo magnéticos.
- Instrumentos de medición como voltímetro y amperímetro permanentes.
- Protección instantánea por corto circuito para el arranque de prueba.
- Permitir que opere el motor hasta corriente de motor bloqueado (600% de sobrecarga), durante 20 minutos, en el arranque de emergencia. Tiempo estimado de vida de un motor bajo estas condiciones
- Parra arranques donde el motor se acelera automáticamente o por saltos en velocidad, el período de aceleración total del motor no debe exceder a 10 segundos.
- Saber y registrar si hay inversión en alguna fase.
- Arranque manual por si no opera el mecanismo de calda de presión.

Estas son otras condiciones para ser recomendadas dependiendo de las condiciones locales. Las cuales supervisan las siguientes condiciones:

- Baja temperatura en el cuarto de bombas.
- Descarga de la válvula de alivio
- Medidor de flujo.
- Nivel de agua abajo de lo normal.
- Nivel de agua agotado.

La línea de censado de presión debe ser independiente por cada bomba, esta es hecha entre la válvula check en la descarga y la válvula de control. La tubería y accesorios deben ser resistentes a la corrosión (Cobre, latón o acero inoxidable 300), con un diámetro de 0.5 pulgadas (12.7 mm) (ver figura 2.1-14)

SI EL AGUA POR PULSACIONES CAUSA UNA OPERACION ERRONEA EN EL INTERRUPTOR DE PRESION O EL REGISTRADOR, HAY QUE INSTALAR UN TANQUE DE EXPANSION O AMORTIGUADOR DE PULSOS CUANDO SEA NECESARIO

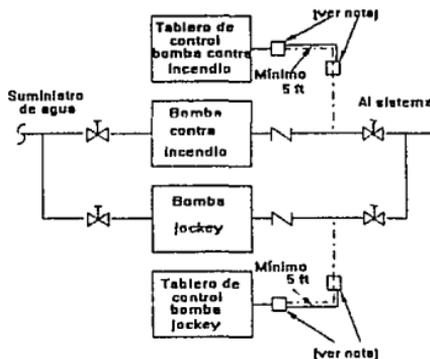


CONEXIONES A Y B PARA PRUEBA



DETALLE

Fig. 2.1-14 Conexión de la línea de censado independiente por bomba al interruptor de presión. (NFPA 20, figura A-7-5.2.1 (a))



Nota: Válvulas check de acuerdo a la figura exterior

Fig. 2.1-14a Conexión de la tubería de la línea de censado. [NFPA 20, figura A-7-5.2.1(b)]

### **2.1.9. MOTORES DIESEL.**

El motor Diesel de ignición a base de compresión es actualmente el único motor de combustión interna aceptado para servicio contra incendio. El motor debe ser específicamente aprobado para servicio de contra incendio por algún laboratorio de pruebas reconocido.

Los motores de ignición a base de chispa como son los motores de gasolina, gas L.P. etc., no son aprobados para aplicaciones de protección de contra incendio. Se ha encontrado que son menos confiables y que requieren de un mayor mantenimiento que los motores diesel, por otra parte el combustible utilizado es mas peligroso que el diesel.

Las máquinas diesel para servicio de contra incendio son construidos bajo estandartes SAE con una admisión de aire de 29.61 pulgadas (7521 mm.) de Hg, aproximadamente 300 ft 91.4 m) sobre el nivel del mar y 77°F (25°C).

El motor es conectado a la flecha horizontal de la bomba por medio de un cople flexible. Para conectar el motor a una bomba vertical es realizado por una caja de cabezal engranado de ángulo recto con empalme universal.

Para mantener la temperatura apropiada de la máquina cuando no esta funcionando es realizado por medio de la circulación de agua caliente, calentada por medio de calentadores de elementos eléctricos insertados en la tubería, y circulada por una chaqueta de la máquina.

Es una regla general requerir calentadores de agua y calentadores de aceite para máquinas diesel que funcionen abajo de 70 °F (21°C). Los beneficios de tener a una temperatura adecuada la máquina son los siguientes:

- Rápido arranque.- Las máquinas alcanzan la carga total en el momento de arranque.
- Reducción al desgaste de la máquina.- No es necesario mantenerla funcionando la máquina constantemente.
- Reducir el consumo de baterías.
- Reducir la concentración de aceite.
- Reducir los depósitos de carbón.- Es menor al tenido si la máquina funcionara continuamente.

Debido a que todas las máquinas son diseñadas para las condiciones anteriormente mencionadas es necesario realizar una serie de correcciones cuando sea necesario debido a las siguientes condiciones:

#### **Corrección por altitud.**

Una deducción del 3% de potencia según estándares SAE debe ser hecho para máquinas diesel por cada 100 ft (305 m) de altitud arriba de los 300 ft (91.4 m) sobre el nivel del mar.

### **Corrección por temperatura.**

Una deducción del 1% en potencia por cada 10 °F (5.6 °C) arriba de los 77°F (25 °C) de temperatura del cuarto de bombas. (un cuarto de máquinas por lo general se encuentra a 40 °C)

### **Corrección por cabezal engranado de ángulo recto.**

Cuando es usado un cabezal engranado de ángulo recto para acoplar una máquina diesel a una bomba vertical tipo turbina, se debe incrementar a la potencia requerida por la bomba las pérdidas en la transmisión. Cuando el cabezal engranado de ángulo recto es parte íntegra de la máquina no es necesario incrementar la potencia por pérdidas en la transmisión.

### **Instrumentos de control y periféricos.**

Un motor diesel para accionar una bomba contra incendio deberá incluir los siguientes dispositivos de control:

- Gobernador
- Protección por sobre velocidad.
- Tacómetro.
- Medidor de presión de aceite.
- Medidor de temperatura.
- Panel de instrumentos.
- Alambreado totalmente en fábrica.
- Accesorios para alambrear en campo.
- Conectores para baterías.
- Señal por máquina funcionando y terminación del proceso de arranque.
- Baterías. Cada motor debe ser provisto de dos baterías, estas baterías deben tener la suficiente capacidad para mantener la velocidad de la marcha recomendada por el fabricante durante 12 ciclos de 15 segundo de marcha con 15 segundos de descanso entre cada arranque.

La localización de las baterías es sobre el piso, aseguradas por desplazamientos y localizadas donde no estén sujetas a excesos de temperatura, vibraciones, daños mecánicos o inundaciones, con un total acceso para servicio.

### **Sistema de enfriamiento.**

Existen dos sistemas de enfriamiento:

1. Enfriamiento por un circuito cerrado y un radiador. El sistema de enfriamiento es por medio de un circuito cerrado entre la máquina y un radiador, donde el agua es enfriada por convección entre el radiador y el medio ambiente.

2. Enfriamiento por un circuito cerrado y un Intercambiador de calor. El sistema de enfriamiento es por medio de un circuito cerrado circulado por una bomba accionada por el motor a un intercambiador de calor donde el agua fría suministrada al intercambiador de calor es abastecida por la descarga de la bomba antes de la válvula de descarga y regulada la presión. (ver figura 2.1-15 y 2.1-16)

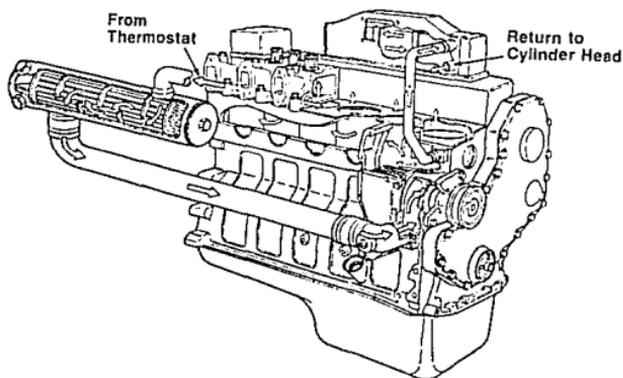


Fig. 2.1-15 y 2.1-16 Intercambiador de calor para enfriamiento( 8)

#### Tanque de almacenamiento.

La capacidad del tanque es igual a un galón por cada Hp. de potencia del motor diesel (5.07  $1/KW$ ), mas el 5% por expansión y un 5% por sedimentos, el cual es equivalente al funcionamiento de la máquina durante 8 horas continuas, con un pronto restablecimiento de combustible a reserva de que se tenga transferencia de combustible de un tanque mayor. Cuando existen varias bombas es necesario tener un tanque por bomba, el tanque de almacenamiento es localizado de preferencia dentro del cuarto de bombas.

## Sistema de combustible

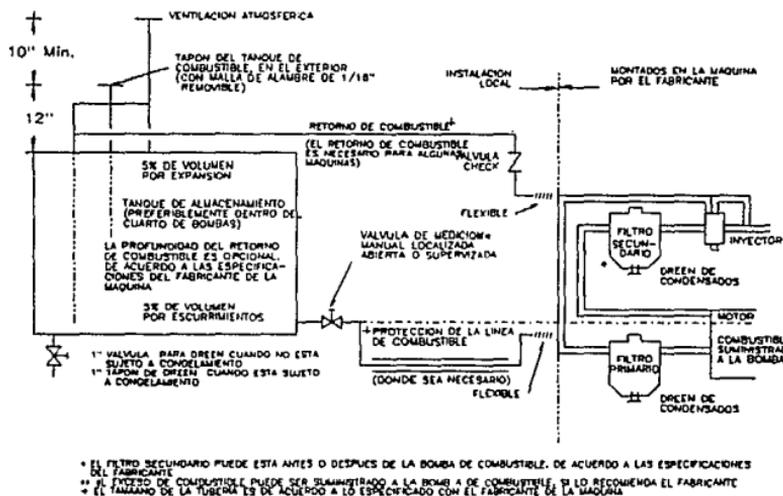


Fig. 2.1-17 Sistema de combustible de una motor diesel para bomba contra incendio. [NFPA 20, figura A-8-46]

Para conservar la línea de combustible, si el sistema del tanque a la motor diesel excede lo 15 ft (4.5 m) en longitud, el tamaño de la tubería debe ser incrementada al diámetro inmediato superior al recomendado por el fabricante por cada 5 ft (1.5m) de longitud adicional.

### 2.1.9.1. TABLERO DE CONTROL PARA BOMBAS CONTRA INCENDIO CON MOTOR DIESEL.

El control es localizado y protegido por posibles escapes de agua de las bombas o conexiones, los tableros son montados sobre un soporte o estructura de material no combustible, los conductos de alimentación al tablero son instalados a no menos de 12 pulgadas (3.05 m) sobre el piso, la línea de censado debe ser protegida contra posibles congelamientos y daños mecánicos.

Si el tablero de control es localizado afuera del cuarto de bombas, debe instalarse una ventada abierta en la pared para la observación del motor y la bomba durante el arranque.

Tipos de alarmas visuales con una alarma audible y un silenciador.

- Baja presión de aceite.
- Alta temperatura del agua de enfriamiento.
- Sobre velocidad del motor.

- Carga de baterías baja.
- Falla en el cargador de baterías.

Estas son otras alarmas para ser recomendadas dependiendo de las condiciones locales, Las cuales supervisan las siguientes condiciones:

- Baja temperatura en el cuarto de bombas.
- Descarga de la válvula de alivio.
- Medidor de flujo.
- Nivel de agua abajo de lo normal.
- Nivel de agua agotado.
- Nivel de tanque abajo de lo normal

Cada alarma adicional es incorporada en el interior del tablero, o puede ser independiente.

### **Arranque.**

El proceso de arranque consiste en seis periodos de aproximadamente 15 segundos de duración y 15 segundos de descanso de acuerdo al siguiente patrón:

Arranque	15 seg	batería 1
Descanso	15 seg	
Arranque	15 seg	batería 2
Descanso	15 seg	

Total 6 Periodos.

Si la motor diesel no arranca después de completar el ciclo, operara un indicador visual junto con una alarma audible.

Si en el evento una batería es inoperante o inexistente, el tablero realizara todas las secuencias con una batería durante el proceso de arranque.

### **Arranque semanal.**

Con el fin de tener en óptimas condiciones el motor diesel, el tablero de control debe tener la capacidad de arrancar automáticamente una vez a la semana durante un periodo de 30 minutos o mas, por medio de un reloj programable.

### **2.1.10. ALINEACIÓN DE LAS BOMBAS.**

Una buena cimentación es de gran importancia para mantener la alineación de las bombas, la cimentación debe ser hecha preferiblemente de concreto reforzado.

Si la bomba y el motor son embarcados por el fabricante en una base común previamente alineados, es necesario una realineación después que la unidad a sido nivelada en la cimentación y otra después de ser apretados los pernos de sujeción de la cimentación, la alineación es recheckada después de haberse entubado la unidad y verificada periódicamente.

Hay que recordar que el cople flexible no es usado para compensar desplazamiento de la bomba y el motor, el propósito del cople flexible es la compensación por cambios de temperatura y pequeños movimientos en la transmisión de la fuerza matriz a la bomba.

Existen dos formas de mal alineamiento entre la flecha de la bomba y la flecha del motor las cuales son las siguientes:

- Desalineamiento angular.- Cuando las caras del cople no son totalmente paralelas entre sí.(figura 2.1-18)
- Desalineamiento paralelo.- Cuando la flecha de la bomba no está totalmente alineada a la flecha del motor, causada por diferentes alturas entre ambas partes.(figura 2.1-19)

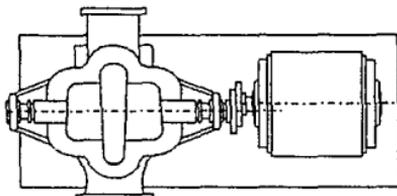
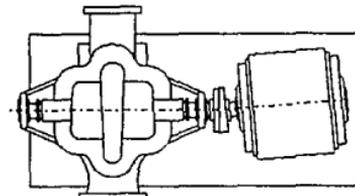
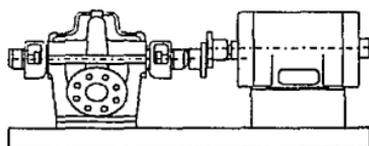
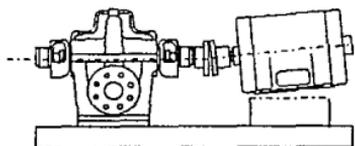


Fig. 2.1-18 Desalineamiento angular

Fig 2.1-19 Desalineamiento paralelo.

Después de que la unidad a sido operada por mas de 10 horas, el cople tiene que ser finalmente checado por desalineamientos causados por la tubería o por tensiones causadas por cambios de temperatura. Si la unidad no está alineada después de ser correctamente instalada, puede ser por alguna de las siguientes causas:

1. Asentamientos, hendidas o vencimientos de la cimentación, distorsiones en la tubería por esfuerzos o movimientos de la máquina.
2. Dégaste de baleros
3. Flexión de la base por calentamientos.
4. Movimientos en la estructura de la edificación debido a cargas variables u otras causas.

### 2.1.11. OPERACIÓN DE LAS BOMBAS CONTRA INCENDIO.

El arranque de una bomba contra incendio es realizado de acuerdo con los siguientes pasos, tomando en cuenta el orden que a continuación se describe:

1. Ver que la bomba este totalmente cebada.
2. Cerrar el interruptor del tablero de control en posición automática.
3. El tablero de control arrancara las bombas si la demanda del sistema no es satisfecha (por baja presión).
4. Para la operación manual, cerrar el interruptor de arranque manual.
5. Para el arranque de la bomba contra incendio accionada con motor diesel, el operador debe estar familiarizado anteriormente con la operación y tipo de equipo. El instructivo editado por el fabricante del motor y tablero de control debe ser estudiado en su totalidad.
6. La carga de las baterías debe ser mantenida en buen nivel para garantizar la operación satisfactoria del equipo.
7. Checar el nivel de electrólito y su gravedad específica.
8. Verificar las condiciones del cable.

#### Ajuste de las bombas.

El sistema de bombeo contra incendio es arrancado por caldas de presión en la red, el cual es ajustado de acuerdo al siguiente patrón:

- La bomba jockey para en la presión de diseño mas 10 psi, el punto de arranque de la bomba es por lo menos 10 psi abajo del punto de paro.
- La bomba contra incendio arranca 5 psi abajo del punto de arranque de la bomba jockey, usando un incremento de 10 psi por cada bomba adicional.
- Donde se instaló la bomba jockey con un retardo al paro, esta continuara operando después de obtener la presión de paro, la presión final no debe exceder la presión del sistema, si llega a exceder debe instalarse una válvula de alivio.

Ejemplo:

Bomba: 1000 gpm, con una presión de 115 psi

Presión de succión	50 psi mínima 60 psi máxima
Paro de la bomba jockey	$115 + 50 = 165$ psi
Arranque de la bomba jockey	$165 - 10 = 155$ psi
Paro de la bomba contra incendio	$115 + 50 = 165$ psi
Arranque de la bomba contra incendio	$115 - 5 = 110$ psi
Presión máxima de la bomba	$115 + 60 = 175$ psi

(Para unidades SI 1 psi = 0.0689 bar)

## 2.1.12. PRUEBA DE CAMPO DEL EQUIPO.

Las pruebas del equipo son realizadas por las autoridades que tengan la jurisdicción y/o el instalador y/o fabricante de las bombas, dependiendo de los arreglos hechos por las partes anteriormente mencionadas.

Existen dos formas de realizar las pruebas de las bombas las cuales son:

1. Prueba utilizando un cabezal o peine de pruebas y mangueras contra incendio de 50 ft (15 m) de longitud y diámetro de 2.5 pulg. (63.5 mm.), un tubo pitot con manómetro para medir la presión de salida de cada manguera para conocer el gasto.
2. Instrumentación.- Este tipo de pruebas es utilizando un medidor de flujo en un circuito cerrado realizado de acuerdo a las características del mismo. Esta prueba por instrumentos es de mejor calidad y exactitud.

En ambas pruebas es necesario lo siguiente:

Voltímetro.  
Amperímetro  
Tacómetro.

### PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA.

1. Hacer un chequeo visual de la unidad. Si son usadas mangueras y chiflones es necesario que estén seguros y que las válvulas de las mangueras estén cerradas, si es utilizado el medidor de flujo la válvula del medidor debe de estar cerrada.
2. Arrancar la bomba.
3. Abrir parcialmente una o mas mangueras, o abrir en un mínimo la válvula de descarga del medidor de flujo.
4. Checar la operación general de la unidad por vibraciones, fugas (aceite o agua), ruidos inusuales y operación general, ajustar el empaque o estopero de la bomba a 26 gotas por minuto.
5. Descarga de agua.

Cuando la prueba sean usadas mangueras, regular la descarga por medio de la válvula de las mangueras, si se usa un medidor de flujo regular la válvula de descarga para hacer varias lecturas. Las lecturas mas importantes son al 150 y 100% de la capacidad y al cierre con gasto cero, es necesario tomar lecturas entre estos rangos para poder facilitar el trazo de la gráfica gasto-carga. Tomar lectura de los siguientes puntos:

R.P.M.  
Presión de succión.  
Presión de descarga.  
Para mangueras.  
    Número y tamaño de la(s) mangueras.  
    Gasto total (gpm) (l/min.).  
Para medidores de flujo (gpm)(l/min.).  
Amperaje  
Voltaje.

### **Cálculo de los resultados de la prueba.**

1. Rango de velocidad.- Determinar si la bomba esta operando a sus r.p.m.
2. Capacidad de la(s) manguera(s).- Usando tablas de gasto de mangueras contra incendio, o por medio de la siguiente formula, determinar el gpm (l/min.) por cada chiflón por medio de la presión leída en el tubo de pitot, y determinar el gasto total.

$$Q = 29.83cd^2\sqrt{p}$$

Donde: c = Coeficiente del hidrante.  
d = Diámetro de abertura en pulgadas.  
p = Presión medida en el tubo de pitot  
Q = Gasto en gpm.

3. Para medidores de flujo el gasto es directamente medido en la carátula en gpm (l/min.).

### **Carga total.**

Para bombas horizontales o verticales es la suma de:

- Presión medida en el manómetro de descarga de la bomba.
- Diferencia de carga por velocidad en la descarga y succión de la bomba.
- Corrección por elevación de la bomba tomando de referencia el eje de la bomba.
- Presión medida en el manómetro de succión de la bomba, est valor es negativo si la presión de succión es menor a cero.

Para bombas verticales tipo turbina es la suma de:

- Presión medida en el manómetro de la descarga de la bomba.
- Carga por velocidad en la descarga,
- Distancia hasta el nivel de abastecimiento de agua.
- Corrección por elevación basándose en el eje de descarga.

### **Valores eléctricos.**

El voltaje y amperaje son medidos directamente por un voltímetro y amperímetro, estos son comparados con el voltaje y amperaje a carga total especificado en la placa del motor. El único cálculo es determinar el amperaje máximo permitido con el factor de servicio, en el caso del factor igual a 1.15 el amperaje tomado puede ser aproximadamente 1.15 veces mayor al amperaje de placa del motor, para motores T.C.C.V. a prueba de explosión con un factor de 1.0, no es permitida ninguna sobre carga, si existen cambios en la energía suministrada (voltaje) no debe ser considerado dicho factor. Cuando el amperaje registrado en la prueba no exceda al de la placa del motor, el motor y la bomba son aprobados.

Es muy importante que las lecturas de voltaje y amperaje sean cuidadosamente hechas por cada fase, una falla en la energía con un bajo voltaje puede ser causa de una lectura

alta en amperaje, este problema solo puede ser corregido directamente en el suministro de energía.

Para propósitos de trazar la capacidad, carga y potencia en bombas muy grandes la prueba puede ser realizada a una velocidad menor a la de diseño de la bomba y ser corregida posteriormente al rango de velocidad de diseño de la bomba.

La corrección es hecha de la siguiente forma:

Capacidad:

$$Q_2 = \frac{N_2}{N_1} Q_1$$

Donde:

Q1 = Capacidad a la velocidad de prueba en gpm (l/min.).

Q2 = Capacidad a la velocidad de diseño de la bomba en gpm (l/min.).

N1 = Velocidad de prueba en R.P.M.

N2 = Velocidad de diseño en R.P.M.

Carga.

$$H_2 = \left( \frac{N_2}{N_1} \right)^2 H_1$$

Donde:

H1 = Carga a la velocidad de prueba en ft (m).

H2 = Carga a la velocidad de diseño en ft (m).

Potencia.

$$HP_2 = \left( \frac{N_2}{N_1} \right)^2 HP_1$$

Donde:

HP1 = Potencia consumida por la bomba a la velocidad de prueba en HP. (KW)

HP2 = Potencia consumida por la bomba a la velocidad de diseño en HP (KW).

El paso final de los cálculos de la prueba es generalmente un dibujo de los puntos de la prueba realizando la curva carga-gasto y gasto-amperaje. El estudio de esta curva muestra el comportamiento de la bomba.

## **2.2. SISTEMA DE ROCIADORES (SPRINKLER)**

Un sistema de rociadores es un sistema contra incendio que está compuesto de una red de tuberías subterráneas y elevadas, diseñadas hidráulicamente de acuerdo a las normas de ingeniería de protección contra incendio, abastecida por un volumen de agua y presión suficiente, de un tanque elevado, de un tanque de presión, o directamente de las bombas diseñadas para este fin, además de una o mas válvulas automáticas de abastecimiento de agua, y una serie de rociadores (sprinkler) aéreos diseñados de acuerdo a los estándares de protección contra incendio distribuidos por un patrón sistemático. Cada sistema de rociadores incluye un dispositivo para activar una alarma cuando el sistema esté operando; este sistema es usualmente activado por el calor del fuego y descarga del agua sobre el área en llamas.

### **2.2.1. TIPOS DE SISTEMAS.**

Los sistemas se clasifican de la siguiente forma:

a). Sistema de tubo húmedo.

Este sistema emplea rociadores automáticos instalados en una tubería que contiene agua, conectada directamente al suministro de agua, la cual es descargada de forma instantánea por los rociadores que están abiertos, los cuales fueron accionados por el fuego. Este sistema es común en áreas de uso como oficinas, hoteles, etc.

b). Sistema de tubo seco.

Este sistema emplea rociadores automáticos instalados sobre una tubería que contiene aire o nitrógeno a presión, el cual es liberado (por algún o varios rociadores accionados por el fuego), seguida por el agua que fluye al interior de la red de tubería y es expulsada por los rociadores abiertos. Este sistema es usado en áreas sujetas a congelamiento, como estacionamientos, refrigeradores, congeladores, etc.

c). Sistema pre-acción.

El sistema emplea rociadores automáticos instalados en una tubería que contiene aire pero no bajo presión, con un sistema de detección instalado en la misma área de los rociadores. Al activarse el sistema de detección, se abre la válvula y permite que fluya el agua hacia los rociadores y ser descargada por ellos.

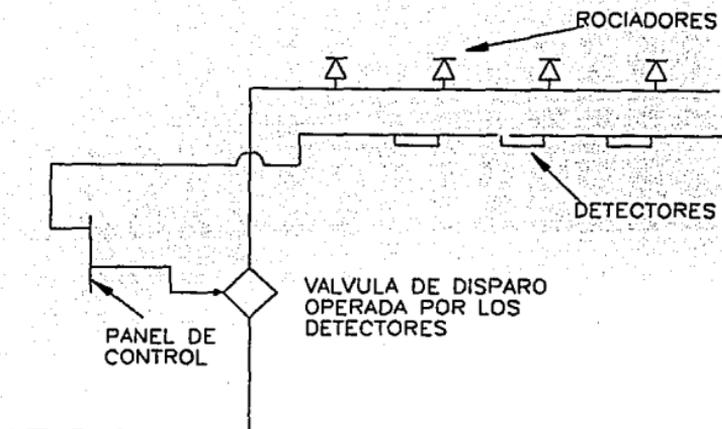


Fig. 2.2-1 Características para operar un sistema pre-acción.

Es comúnmente usado este sistema en áreas donde el agua dañe al producto por alguna descarga accidental (centro de computo, librerías, etc.) .

d). Sistema diluvio.

Este sistema emplea rociadores abiertos instalados en una tubería conectada al suministro de agua a través de una válvula, la cual es abierta por el sistema de detección instalado en la misma área de los rociadores, y descargada por todos los rociadores (ver figura 2.1).

Este sistema es comúnmente usado donde existe una rápida propagación del fuego, donde se requiera que la descarga de agua sea rápida (transformadores, tanques L.P., hangares, líquido inflamable y almacenes).

e. Sistema combinado tubo seco y pre-acción.

Este sistema emplea rociadores automáticos instalados en una tubería que contiene aire bajo presión con un sistema de detección instalado en la misma área de los rociadores, el sistema de detección opera por medio de dispositivos de disparo que abren una válvula seca, el sistema de detección también abre una válvula de escape del aire al final de cada ramal para permitir que fluya el agua por dicho ramal.

f. Sistema anticongelante.

En tuberías donde están instalados rociadores automáticos expuestos a congelamiento, la tubería debe contener una solución anticongelante y esta, conectada al suministro de agua. La solución anticongelante es descargada, seguida por el agua.

## 2.2.1. TIPOS DE ROCIADORES.

### Rociadores automáticos.

Los rociadores automáticos actúan mediante un sensor térmico el cual es diseñado para reaccionar a una determinada temperatura y liberar una corriente de agua distribuida con un patrón especificado sobre una área determinada.

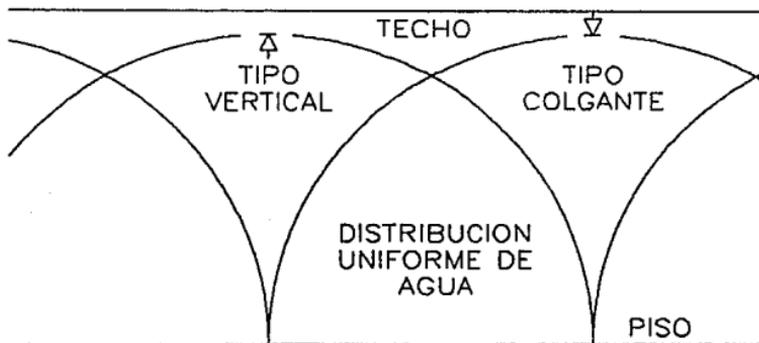


Fig. 2.2-2 Patrón de distribución (6)

Los rociadores contra incendio se clasifican en:

- Rociadores verticales (Upright).- Diseñado para ser instalado verticalmente en el tubo, donde el agua es dirigida hacia arriba contra el deflector.
- Rociadores colgantes (Pendent).- Diseñados para ser instalado verticalmente en el tubo, donde el agua desciende contra el deflector.
- Rociadores de pared (Side wall).- Rociadores con un deflector especial diseñado para descargar la mayor parte de agua en forma de niebla lejos de la pared, con una pequeña porción descargada directamente sobre la pared.
- Rociador seco.- Rociador asegurado en una extensión con un sello en su interior para prevenir la entrada de agua hasta que el rociador al activarse por el elemento operante, rompa el sello y el agua descarga a través del rociador abierto, estos son instalados en sistema de tubo húmedo o seco con rociadores tipo colgante (Pendent), estos son utilizados en áreas donde exista el riesgo de congelamiento.
- Rociador de respuesta rápida.- Este tipo de rociador tiene un alto nivel de sensibilidad térmica, disponible para responder por cualquier probabilidad de fuego.
- Rociador de alto flujo.- Este tipo de rociador es capaz de producir grandes flujos de agua hacia el área en fuego.

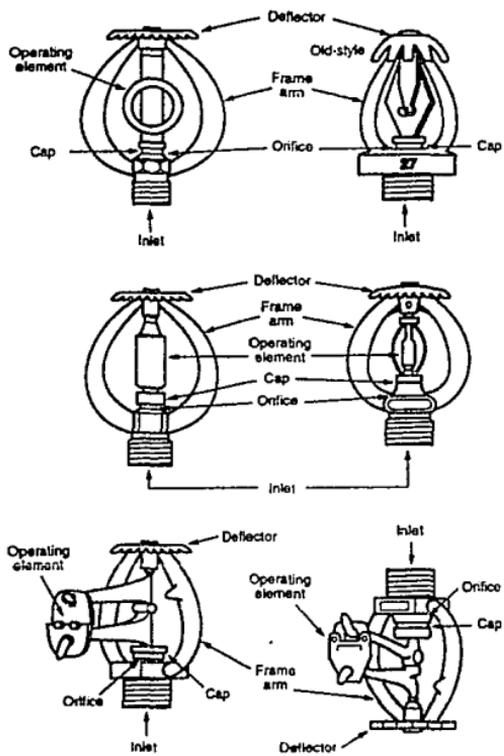


Fig. 2.2-3 Estilos y tipos de rociadores. (6)

### 2.2.3. COMPONENTES DE UN ROCIADOR.

Existen cuatro características principales de los rociadores las cuales son: deflector, características de la respuesta, tamaño de orificio y rango de temperatura.

El deflector.- es clasificado en vertical, colgante o de pared como se discutió anteriormente.

El tamaño de orificio.- Referente a la característica de descarga

Una de las mas importantes fórmulas en el diseño de sistemas de rocio es utilizada para determinar la relación entre flujo y presión, por lo que variando el tamaño del orificio nos permite diseñar el control del flujo y presión.

$$Q = K\sqrt{p}$$

Donde:

Q= flujo en gpm.

p = Presión (psi)

k = Coeficiente de descarga.

El coeficiente de descarga es una constante en relación al flujo y presión, el cual es dado por el fabricante y probado en laboratorio.

Tabla 2.2-1 Identificación de rociadores respecto a las características de descarga.

Tamaño de orificio (pulg)	Tipo de orificio	Facto k	Porcentaje de la descarga nominal	tipo de roca
1/4	pequeño	1.3 - 1.5	25	½ NPT
5/16	pequeño	1.8 - 2.0	33.3	½ NPT
3/8	pequeño	2.6 - 2.9	20	½ NPT
7/16	pequeño	4.0 - 4.4	75	½ NPT
1/2	estándar	6.3 - 6.8	100	½ NPT
17/32	grande	7.4 - 8.2	140	¾ NPT o ½ NPT
5/8	extra grande	11.0 - 11.5	200	½ NPT o ¾ NPT
3/4	muy extra grande	13.5 - 14.5	250	¾ NPT
5/8	Alto flujo	11.0 - 11.5	200	½ NPT o ¾ NPT
5/8	ESFR	11.0 - 11.5	200	¾ NPT
3/4	ESFR	13.5 - 14.5	250	¾ NPT

Nota: El rociado de orificio pequeño es aceptable si el sistema es de riego, tubo húmedo, sistema calculado hidraulicamente.

ESFR.- Early suppression fast-response

#### Características de temperatura.

La selección de un rociador depende del rango de temperatura a la cual actúa el censor (fusible o bulbo) del rociador, dependiendo de las siguiente tres razones.

1. Expansión rápida del fuego.- Seleccionar un rociador que actúe a baja temperatura para tener un control rápido del fuego.
2. Fuego con alta liberación de calor.- Seleccionar un rociador a alta temperatura.

3. Temperaturas ambientales altas.- Seleccionar un rociador a altas temperaturas (dependiendo de la temperatura del aire) para reducir la probabilidad de una descarga accidental.

Tabla 2.2-2 Rango de temperaturas, clasificación y código de colores.

Máxima temperatura en el techo		Rango de temperatura		clasificación de temperatura	Código de color	Color del bulbo
°F	°C	°F	°C			
100	38	135 a 170	57 a 77	ordinario	sin color o negro	naranja o rojo
150	66	175 a 225	79 a 107	intermedio	blanco	amarillo o verde
225	107	250 a 300	121 a 149	alto	azul	azul
300	149	325 a 375	163 a 191	extra alto	rojo	morado
375	191	400 a 475	204 a 246	muy extra alto	verde	negro
475	246	500 a 575	260 a 302	ultra alto	naranja	negro
625	329	650	343	ultra alto	naranja	negro

#### Clasificación del riesgo.

Además de la clasificación anterior, los sistemas de rociadores se clasifican de acuerdo con el tipo de ocupación y riesgo.

1. Riesgo ligero.- Ocupación total o por porciones, con cantidad y/o contenido de combustible bajo (iglesias, clubes, hospitales, oficinas, etc.)
2. Riesgo ordinario grupo I.- Ocupación total o en porciones, con cantidades de combustible bajo y moderada, tanques de almacén de combustible no mayores de 8 ft (2.4 m), y con un riesgo de fuego moderado (estacionamiento de automóviles, lugares de espectáculos, panaderías, lavanderías, áreas de servicios, etc.)
3. Riesgo ordinario grupo II.- Ocupación completa o en porciones, con cantidad y contenido de combustible moderada o alta, tanques de almacenamiento de combustible mayores de 12 ft (3.7m), con riesgo de fuego moderado o alto (molinos de cereales, tintorerías, etc.)
4. Riesgo extraordinario.- Ocupación completa o en porciones con cantidad y contenido de combustible muy alta, con líquidos, polvos y otros materiales inflamables que presenten la posibilidad de un rápido esparcimiento de fuego, con altos rangos de liberación de calor.
5. Riesgo extraordinario grupo I.- Ocupación con alto riesgo, con o sin líquidos combustibles (hangares, aserraderos, madererías, etc.)
6. Riesgo extraordinario grupo II.- Ocupación con mucho riesgo con sustancias inflamables y líquidos combustibles (asfalto, soluciones de limpieza, barnices, pinturas etc.)

## 2.2.3. COMPONENTES DEL SISTEMA.

### 2.2.3.1. Protecciones de los rociadores.

Recubrimientos especiales.- son utilizados en lugares donde químicos, humedad u otros vapores causen corrosión. El recubrimiento es solamente aplicado por el fabricante del rociador, cualquier rociador que se encuentre haña sido pintado por una persona ajena al fabricante deberá ser reemplazado por uno nuevo con las mismas características.

Los rociadores que estén expuestos a sufrir daños deben ser protegidos por un protector aprobado para dicha función que no modifique el patrón de distribución del rociador.

### 2.2.3.2. Rociadores en almacén.

El número de rociadores disponibles para repuesto así como su llave para instalación se deben tener en almacén de acuerdo a la tabla 2.2-3.

Tabla 2.2-3 Rociadores en almacén

Número de rociadores instalados	Número de rociadores de repuesto (mínimo)
1 - 299	6
300 - 1000	12
1001 y mas	24

### 2.2.3.3. Tubería.

Materiales.

El tubo o tubería utilizado en el sistema de rociadores necesita tener o exceder los estándares mostrados en la siguiente tabla.

Material	Estándar
Tubería ferrosa (Soldado y sin costura)	
tubería para uso de contra incendio	ASTM A796 - ANSI/ASTM A53
tubería de acero maleable	ANSI b36.10M
Cobre	
tubo sin costuras	ASTM B76 - ASTM B88
Aleaciones cobre/bronce	ASTM B261
Soldadura con material de aporte	AWS A5.8
Soldadura de arco	ASTM B32
Tubería no metálica	
CPVC (Chlorinated Polyvinyl Chloride)	ASTM F442
PB (Polybutylene)	ASTM D3309

Además la tubería debe ser protegida contra:

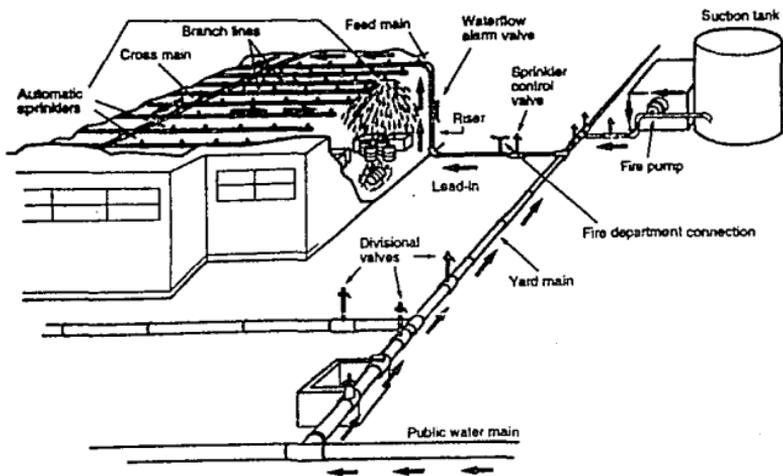
- Impactos.
- Congelamiento.
- Corrosión
- Temblores.

### Método para unión de tramos de tubería.

- Acero, soldado o sistema acanalado (roll grooved) para mas de 300 psi (20.7 bar)  
Cédula mínima de 10 para mayores de 5 pulgadas (127 mm.)  
Grosor de pared de 0.134 pulg. (3.40 mm.) para tubería de 6 pulg (152 mm.)  
Grosor de pared de 0.188 pulg (4.78 mm.) par tubería de 8 y 10 pulg (203 y 254 mm.).
- Acero, roscado y roll grooved.  
Cédula 40 para tamaños menores a 8 pulg (203 mm.).  
Cédula 30 para 8 pulg (203 mm.) o mayores.

### Configuración de tubería.

Las tuberías en que se instalan los rociadores, son llamadas "RAMALES", (Branch lines); las tuberías que abastecen a estos ramales son llamados "CRUCEROS" (Cross Mains); las tuberías que alimentan los cruceros son llamadas "ALIMENTADORAS" (feed-Mains), y las tuberías que suben a abastecer las tuberías alimentadoras "SUBIDAS" (Risers). (7)



Sistema de rociadores.(B)

Existen tres diferentes configuraciones de la red de tubería, las cuales son:

Arbol.

Los ramales son conectados en la línea de alimentación.

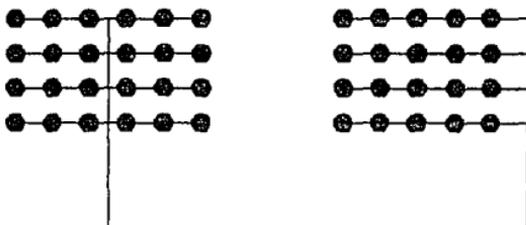


Fig. 2.2-4 Configuración de tubería tipo árbol.

Circuito cerrado.

Los cruceros son interconectados entre ellos sobre un circuito cerrado.

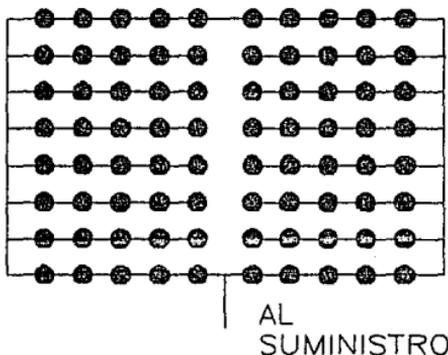


Fig. 2.2-5 Configuración de tubería tipo Circuito cerrado.

Rejilla.

Los ramales son conectados sobre cruceros, por lo tanto existen múltiples rutas de flujo, esta configuración provee bajas pérdidas por fricción y tuberías pequeñas. Los cálculos son usualmente hechos en computadora.

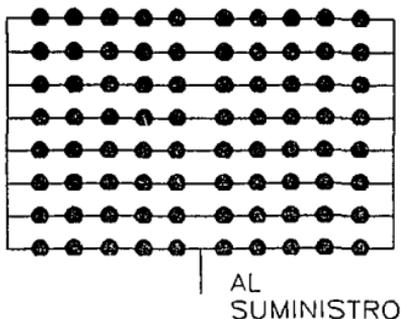


Fig. 2.2-6 Configuración de tubería tipo rejilla.

### 2.2.3.4. Accesorios de la tubería.

Tabla 2.2-4 Materiales y dimensiones de accesorios.

Materiales y dimensiones	Norma
Hierro colado	
accesorios roscados	ANSI B16.4
tubería y accesorios bridados	ANSI B16.1
Hierro maleable	
accesorios roscados	ANSI B16.3
Acero	
acero maleable, accesorios soldables	ANSI B16.9
tubería, válvulas, bridas	ANSI B16.25
acero al carbón y otras aleaciones	ASTM A234
tuberías y accesorios de acero	ANSI B16.5
acero forjado, soldable y roscable	ANSI B16.11
Cobre	
cobre maleable y bronce, soldable	ANSI B16.22
Bronce colado, soldable	ANSI B16.18

Tabla 2.2-5 Materiales y dimensiones de accesorios

Material y dimensiones	Norma
CPVC (chlorinated polyvinyl Chloride)	
Cédula 80, Accesorios roscables	ASTM F437
Cédula 40, pegada	ASTM F438
Cédula 80, pegada	ASTM F439

El patrón de servicio pesado es requerido cuando la presión excede a 175 psi (12.1 bar)  
 Accesorios de hierro colado de 2 pulg (51 mm.) o menores son aceptados si la presión no excede 300 psi (20.7 bar).  
 Accesorios de hierro maleable de 6 pulg (152 mm.) o menores son aceptados si la presión no excede 300 psi (20.7 bar).

- Codos - acero cédula 40 y cobre tipo k y L  
 Tubería de 2 pulg. (51 mm.) ó menor = radio de 6 diámetros.  
 Tubería de 2.5 pulg (64 mm.) o mayor = radio de 5 diámetros.

ejemplo: Para tubería de 2 pulg (51 mm.) el codo de 90 grados es

2 pulg X 6 = 12 pulg (102 mm.) de radio.

- Codos de regreso.- La curva de retorno es requerida donde se instalan rociadores colgantes (Pendent), esto es con el fin de ajustar dicho rociador en el centro de un ángulo, como puede ser un tejado (ver figura 2.7).

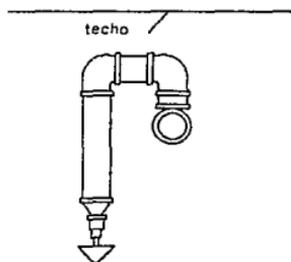


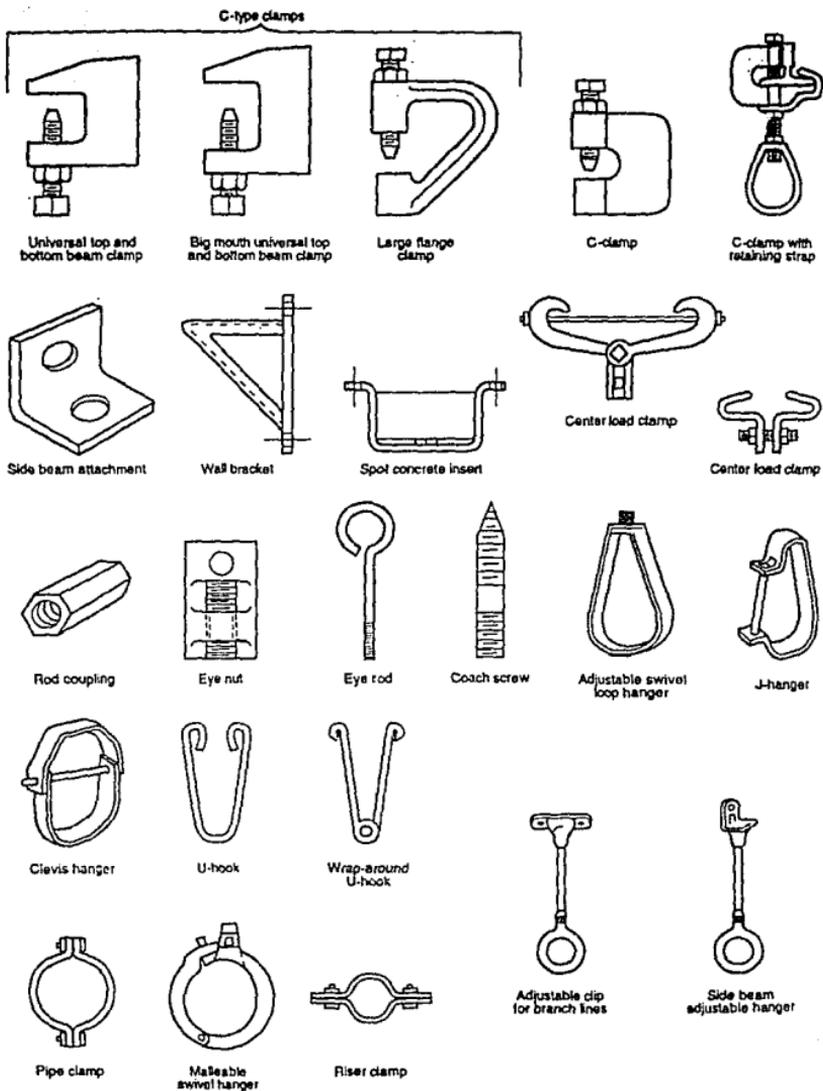
fig. 2.2-7 Arreglo de un retorno por medio de codos.(NFPA13, figura 4-5.17)

### Soportes.

Los soportes deben ser aprobados para emplearse para un sistema de rociadores contra incendio, a menos que sean certificados por una firma de ingeniería profesional y que incluyan:

- Capacidad para soportar cuatro veces el peso de la tubería llena de agua, siempre mayor a 250 libras (114 kg.).
- Los puntos de soporte deben ser adecuados para soportar el sistema.
- Los componentes de los soportes no deben ser ferrosos.
- Los componentes para fijar la tubería a la estructura del edificio deben ser aprobados para dicho trabajo.

Fig. 2.2-8 Tipos de soportes de tuberías. (NFPA 13, figura e-2-6.1)



## Soportes y ganchos.

Tabla 2.2-6a Soportes tipo varilla.

Diámetro de la tubería	Diámetro de la varilla	
	pulgadas	milímetros
Hasta 4 pulg.	3/8	9.5
5, 6 y 8 pulg.	1/2	12.7
10 y 12 pulg.	5/8	15.9

Tabla 2.2-6b Ganchos "U"

Diámetro de la tubería	Diámetro del material del gancho	
	pulgadas	milímetros
Hasta 2 pulg.	5/16	7.9
de 2.5 a 6 pulg.	3/8	9.5
8 pulg.	1/2	12.7

Tabla 2.2.6c Ganchos tipo horquilla

Diámetro de la tubería	Diámetro del material			
	Horquilla doblada	Horquilla soldada		
		pulg.	mm.	pulg.
Hasta 4 pulg.	3/8	9.5	3/8	9.5
5 - 6 pulg.	1/2	12.7	1/2	12.7
8 pulg.	3/4	19.1	1/2	12.7

Nota: La sección roscada del tirante no debe ser conformada o doblada

## Máxima distancia entre soportes.

Tabla 2.2.7 Máxima distancia entre soportes (ft-in)

Diámetro tubería pulgadas	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6	8
Tubería de acero excepto roscada	-	12-0	12-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0
Tubería de acero roscada	-	12-0	12-0	12-0	12-0	12-0	12-0	-	-	-	-	-
Tubería de cobre	8-0	8-0	10-0	10-0	12-0	12-0	12-0	15-0	15-0	15-0	15-0	15-0
PVC	5-6	6-0	6-6	7-0	8-0	9-0	10-0	-	-	-	-	-
Polibutíleno (IPS)	-	3-9	4-7	5-0	5-11	-	-	-	-	-	-	-
Polibutíleno (CTS)	2-11	3-4	3-11	4-5	5-5	-	-	-	-	-	-	-

Nota (IPS) Iron pipe size  
(CTS) Copper tube Size

No debe haber menos de un soporte por cada sección de tubería a menos de que el rociador este mas cerca de 6 ft (1.8 m) en el centro.

## Longitudes no soportadas y finales de ramales.

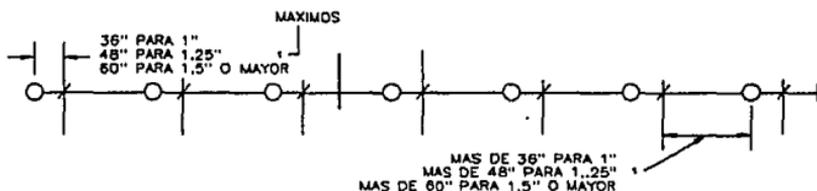
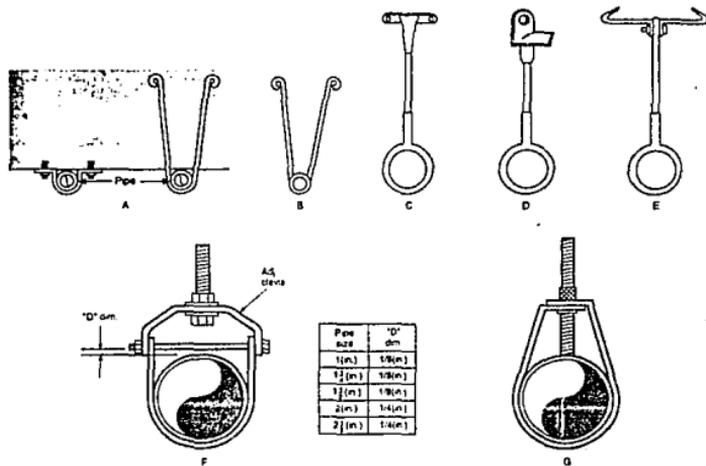


fig. 2.2.9 Distancia entre rociadores y soportas. (NFPA 13, figura A-4-6.2.3.3)

Excepción 1.- Donde la máxima presión al rociador exceda 100 psi (6.9 bar) y el ramal sea por arriba del plafón suministrando agua a un rociador colgante hacia abajo del plafón, los soportes deben de ser del tipo que prevengan movimientos verticales de la tubería.

Excepción 2.- Si la presión es mayor a 100 psi (6.9 bars), la longitud no soportada entre rociadores colgantes es limitada a 12 pulg. (305 mm.) para tubería de acero y 6 pulg (152 mm.) para tubería de cobre.



A.- Ganchos tipo "U" para ramales.

B.- Gancho tipo "U" de varilla doblada

C.- Clip ajustable para ramal

D.- Gancho para viga.

E.- Ajustable a viga con tornillo para ramal

F.- Gancho de abrazadera.

G.- Gancho de cabezal ajustable.

Fig. 2.2-10 Ejemplo de soportes y ganchos aceptables para el final de un ramal. (NFPA 13, figura A-4-6.2.3.3)

### **Soporte de tuberías verticales. (subidas)**

La tubería vertical es soportada por abrazaderas o ganchos en las conexiones horizontales apretando el tubo verticalmente, las abrazaderas de ajuste de tornillo no deben ser utilizadas para este fin.

En un edificio de varios pisos las subidas deben ser soportadas de la siguiente forma:

- En el nivel inferior.
- En cada nivel alternando.
- Arriba y abajo de una pieza de inflexión
- En la parte superior del edificio.

En construcciones o edificios con pisos mayores a 25 ft (7.6 m) de altura, las subidas son soportadas por cada sección de tubería.

### **Protección contra temblores.**

Es necesario la protección de la tubería de rociadores para minimizar o prevenir fracturas en dicha la tubería dejando claros para poder pasarla a través de materiales no frágiles de acuerdo a lo siguiente:

- Se deben instalar coples flexibles para permitir movimientos individuales y no de toda la tubería.
- Un claro de una pulgada (25 mm.), para tubería de 1 a 3.5 pulg (25 a 89 mm.).
- Un claro de 2 pulg. (51 mm.), para tubería de 4 pulg. (102 mm.) o mayores.
- No es necesario los claros si se utilizan acoplamientos flexibles o juntas, localizadas a un pie (0.3 m) de cada lado del muro.

### **Amensulamientos oscilantes.**

Con el fin de aislar movimientos de la tubería por movimientos son utilizados accesorios que puedan absorber estos movimientos.

**Amensulamiento longitudinal.** Colocado cada 60 pies (24 m) como máximo, instalado en el centro de dicho tramo de tubería de alimentación o crucero, las mensulas pueden ser omitidas si son instalados soportes tipo varilla a menos de 6 pulg (152 mm.).

**Amensulamiento de cuatro vías.** en la parte superior de las subidas para prevenir movimientos en cualquier dirección.

**Amensulamiento lateral.** Colocada cada tramo de 40 pies (12 m) como máximo en el centro de dicho tramo de tubería de alimentación y cruceros, las mensulas pueden ser omitidas si los soportes tipo varilla son instalados a menos de 6 pulg (152 mm.) de distancia entre ellos.

Los amensulamientos oscilantes para ramales no son requeridas excepto para lo siguiente:

- Si el último rociador del ramal no tiene libre acceso.
- Para ramales de 2.5 pulg (64 mm.) o mayores o que requiera amensulamiento lateral.
- Donde movimientos verticales y horizontales puedan dañar los rociadores.

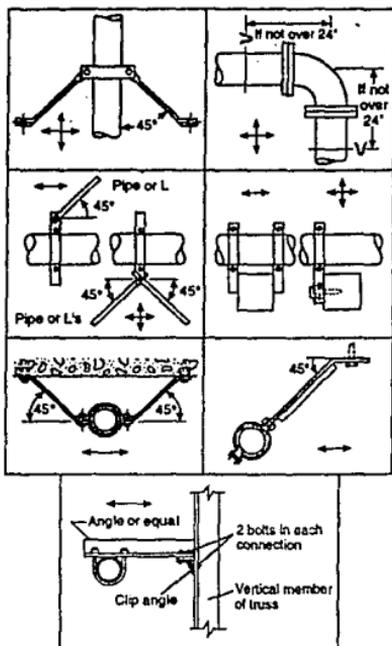


Fig 2.2-11 Tipos de mensulas oscilantes aceptables. (NFFA 13, figura A-4-6.3.5.2(f))

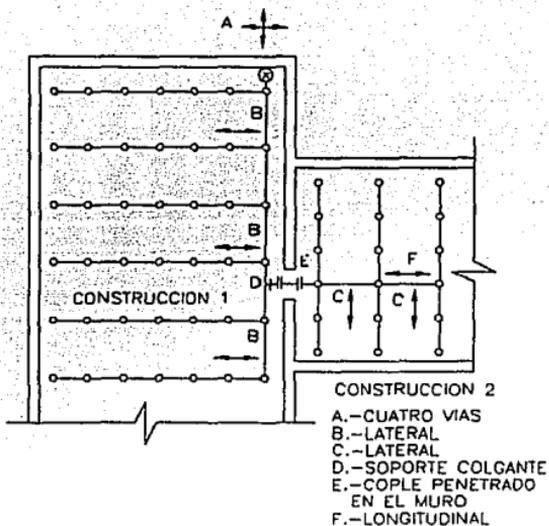


Fig. 2.2-12 Protección contra movimientos para la tubería de rociadores (NFPA 13, figura A-4-6.4.3.5.2(e))

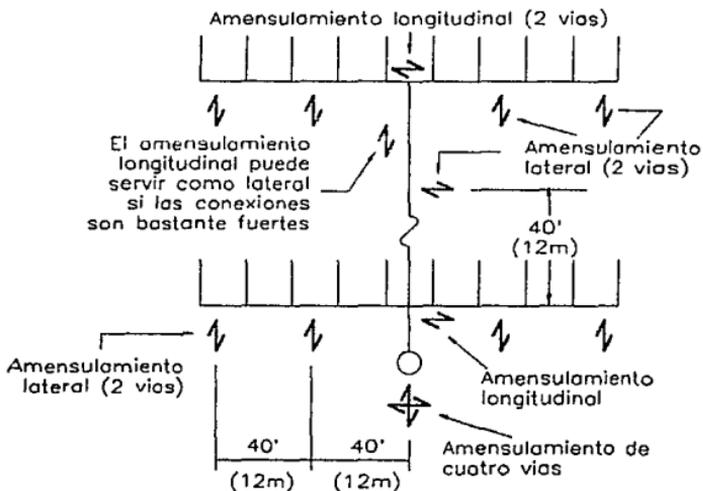


Fig. 2.2-13 Localización típica de amensulamientos para configuración árbol (NFPA 13, figura A-4-6.4.3.5.2(b))

## 2.2.4. Accesorios.

### Tipos de válvulas.

#### Válvulas de control.

Cada sistema debe estar provisto de una válvula que indique a simple vista si esta abierta o cerrada aprobada para servicio de contra incendio, localizada en un lugar de libre acceso.

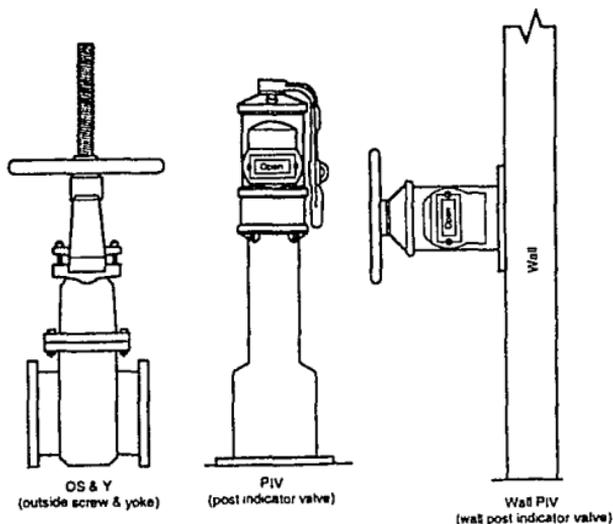


Fig 2.2-14 Válvulas de control de agua. (6)

#### 2.2.4.1. Válvula de control de zona/individual por piso.

Si una válvula de control de piso no es instalada y el área es mayor a 5000 pies cuadrados (465 m<sup>2</sup>), una junta, brida o acoplamiento mecánico es necesario o requerido por cada piso. (ver figura 2.2-15).

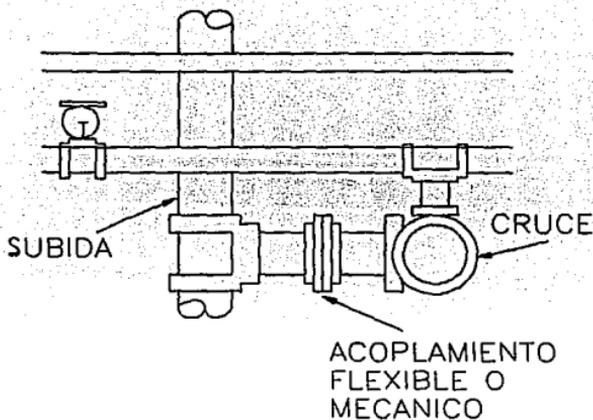


Fig 2.2-15 Arreglo de un acoplamiento cuando se omite la válvula de control. (NFPA 13, figura A-4-6.2.2)

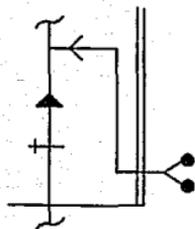
#### 2.2.4.2. Válvula Check.

La válvula check es requerida si existen mas de una fuente de suministro de agua a un mismo sistema. La válvula check es requerida si el departamento de bomberos se conecta al sistema.

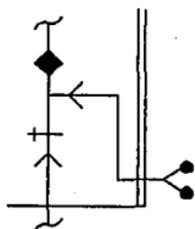
En un sistema con solo una tubería de subida, con la válvula check alarma es suficiente. (ver figura 2.2-16).

#### 2.2.4.3. Conexión del departamento de bomberos.

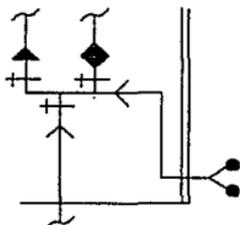
El departamento de bomberos se conecta por medio de una conexión (toma siamesa) para bombear agua hacia el sistema de rociadores, esta conexión es requerida en todos los sistemas. (ver figura 2.2-16).



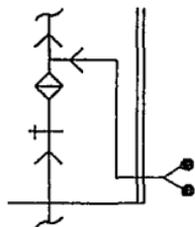
SISTEMA TUBO HUMEDO



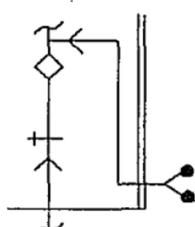
SISTEMA TUBO SECO



SISTEMA TUBO HUMEDO Y SECO



SISTEMA PRE-ACCION



SISTEMA DILUVIO

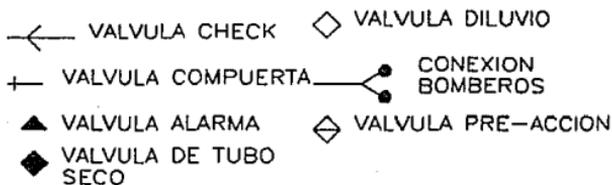


Fig. 2.2-18 Ejemplos de arreglos de válvulas. (NFPA 13, figura 2-4.6.1.1)

#### 2.2.4.4. Drenado.

Todas las tuberías y accesorios del sistema deben tener la capacidad de ser drenado, en sistemas de tubo húmedo es instalada un sistema de drenado en cada nivel.

#### 2.2.4.5. Conexiones para supervisión

Sistema de tubo húmedo.

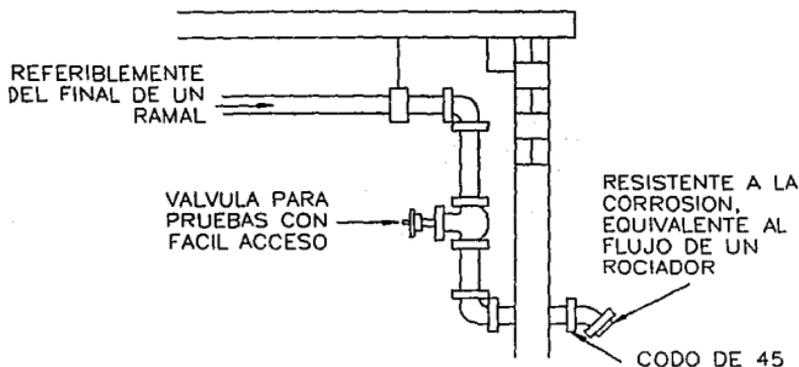


Fig 2.2-17 Conexión de válvula para pruebas de un sistema de tubo húmedo.(NFPA 13, A-4-7.4.2(e))

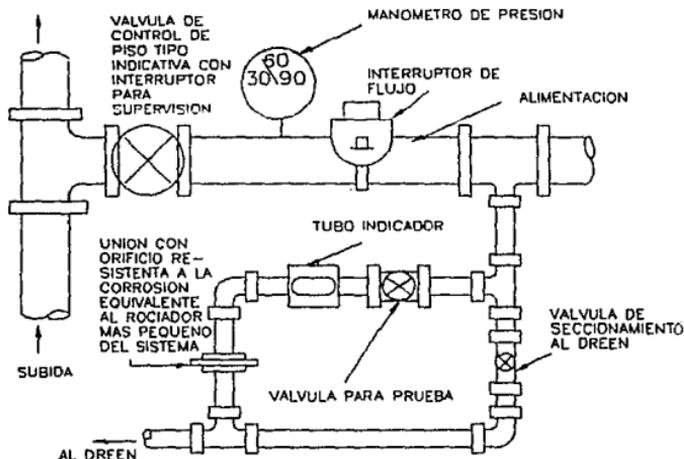


fig. 2.2-18 Válvulas de control de piso.(NFPA 13, figura A-4-7.4.2(b))

### Sistema de tubo seco.

Las conexiones de prueba par el sistema de tubo seco se realizan en el último rociador

La conexión para sistema pre-acción es para verificar el aire del interior de la tubería. En un sistema tipo diluvio no son requeridas conexiones de pruebas.

### 2.2.4.6. Alarmas.

#### Alarma de flujo de agua.

Las alarmas de flujo de agua son requeridas si se tiene instalados mas de 20 rociadores, estas válvulas son instaladas para detectar cualquier flujo de agua hacia el sistema igual o mayor al rociador de menor tamaño de orificio instalado, junto con una alarma audible

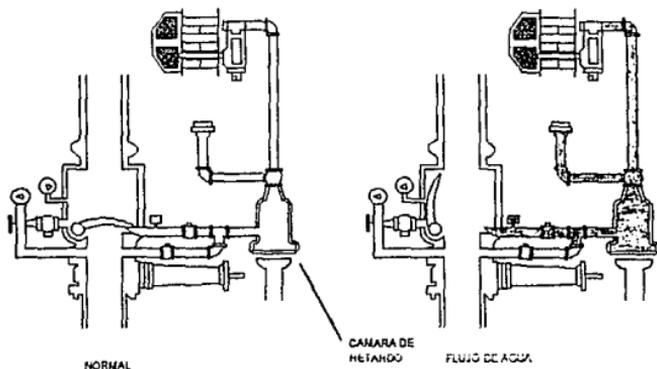


Fig 2.2-19 Interruptores del tipo presión para flujo de agua.(1)

Los interruptores de inicialización tipo paleta no son permitidos en sistemas de tubo seco, pre-acción o diluvio, solo son permitidos en sistemas de tubo húmedo.

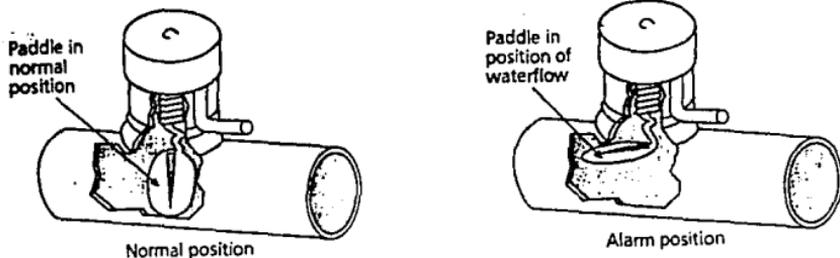


Fig 2.2-20 Interruptores de inicialización tipo paleta para flujo de agua.(6)

En edificios altos donde cada sistema de rociadores de cada piso cuenta con un dispositivo independiente para detectar flujo de agua, este es conectado a un sistema de alarmas central, y el dispositivo de flujo es localizado donde sea fácilmente vista la señal visual para el departamento de bomberos y para ser atendida por el centro de control de seguridad del edificio o ambas partes.

## 2.2.5. INSTALACION DE ROCIADORES.

### 2.2.5.1. Máxima distancia entre rociadores.

Limites de protección por piso

Tabla 2.2-8 Máxima área protegida por rociador (ff)

	Riesgo ligero	Riesgo ordinario	Riesgo Extra	Año almacenamiento	Rociador alto flujo	Rápida respuesta
Construcción sin obstrucciones	225	130	100	100	130	100
Construcción con obstrucciones y material no combustible	225	130	100	100	130	100
Construcción con obstrucciones y material combustible	168	130	100	100	100	—

Tabla 2.2.9 Limites de área de protección por piso.

Riesgo ligero	52,000 ff (4831 m <sup>2</sup> )
Riesgo Ordinario	52,000 ff (4831 m <sup>2</sup> )
Extra ordinario Calculado hidráulicamente	40,000 ff (3716 m <sup>2</sup> )
Almecenas con años estantes	40,000 ff (3716 m <sup>2</sup> )

La máxima distancia entre rociadores, de cada ramal o entre ramal de acuerdo al mostrado en la tabla 2.2.10

Tabla 2.2-10 Máxima distancia entre rociadores.

Tipo de riesgo	Distancia
Riesgo ligero	15 ft (4.6 m)
Riesgo ordinario	15 ft (4.6 m)
Riesgo extraordinario	12 ft (3.7 m)
Alto almacenamiento de combustibles	12 ft (3.7 m)

La distancia puede ser excedida si se instalan de rociadores especiales.

La distancia mínima entre rociadores es de 18 pulg. (457 mm.), y un mínimo de 36 pulg (0.91 m) para rociadores especiales.

### 2.2.5.2. Distancia entre rociadores y muros.

La distancia entre rociadores y muros no debe exceder la mitad de la distancia aceptada entre rociadores, para riesgo ligero y ordinario 7 pies, 6 pulg (2.3 m) y 6 pies para riesgo extraordinario, para áreas pequeñas con riesgo ligero con construcción sin obstrucciones que no exceda 800 pies cuadrados (74 m<sup>2</sup>), es permitida una distancia no menor a 9 ft (2.7 m) de cualquier muro.

Los rociadores deben ser instalados con un mínimo de 4 pulg (102 mm.) de la pared, debido a la reflexión que el fuego tiene con la pared, puede ser que rebote y no accione el rociador.

Para áreas pequeñas que no excedan a 80 ft<sup>2</sup> (74 m<sup>2</sup>), los rociadores pueden ser colocados a no mas de 9 ft (2.7 m) de cualquier pared.

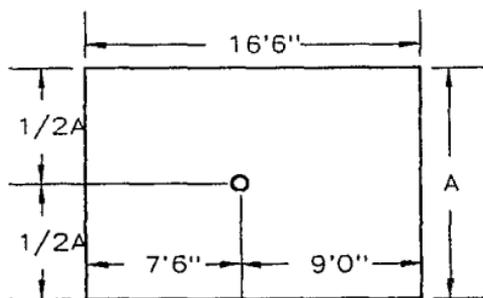


Fig 2.2-21e Áreas pequeñas.[NFPA 13, figura A-4.4.1.2.1(a)]

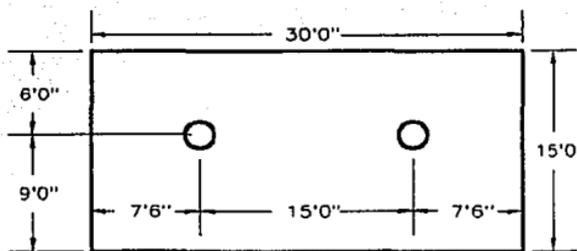


Fig. 2.2-21b Áreas pequeñas. [NFPA 13, figura A-4-4.1.2.1(b)]

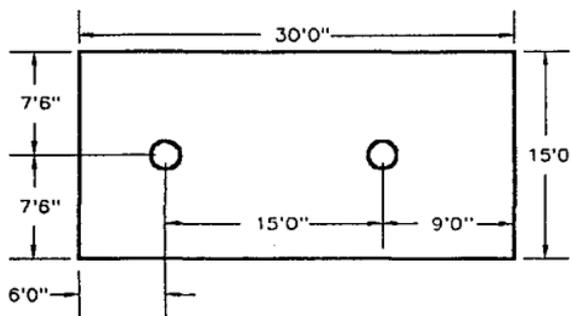


Fig. 2.2-21c Áreas pequeñas. [NFPA 13, figura A-4-4.1.2.1(c)]

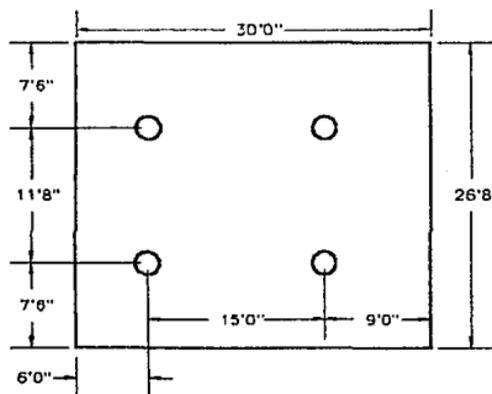


Fig. 2.2-21d Áreas pequeñas. [NFPA 13, figura A-4-4.1.2.1(d)]

### 2.2.5.3. Obstrucciones de rociadores.

El tercer factor importante para el diseño de una red de rociadores, después del tiempo de respuesta y el patrón de distribución son las obstrucciones que minimizan la descarga, las obstrucciones se clasifican en dos, verticales y horizontales.

Obstrucciones verticales.

Si los rociadores han sido instalados de acuerdo a la tabla 2.2-10 y de acuerdo a las siguientes figuras y tabla 2.2-11 se considera una instalación adecuada.

Tabla 2.2-11 Mínima distancia entre obstrucciones verticales.

Máxima distancia entre obstrucción	Mínima distancia horizontal
1/2 - 1 pulg.	6 pulg.
> 1 pulg - 4 pulg.	12 pulg.
> 4 pulg.	24 pulg.

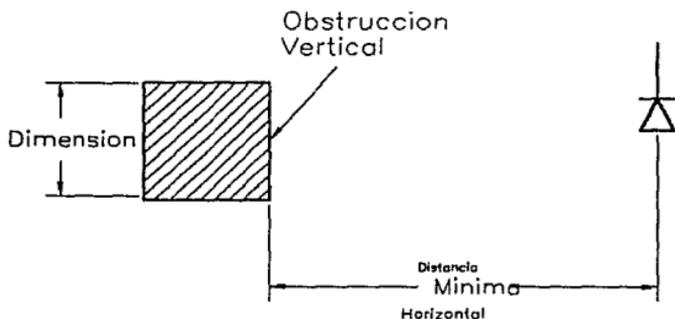


Fig 2.2-22. Obstrucciones verticales. [NFPA 13, figura 4-4.1.3.1.1(a)]

Las obstrucciones verticales son incontinuas como estructuras de soporte de plafones, vigas, columnas, armaduras, etc. cuando se tenga una obstrucción vertical el rociador puede ser colocado a lados opuestos de la obstrucción a una distancia que no exceda a la mitad de la distancia permitida entre rociadores.

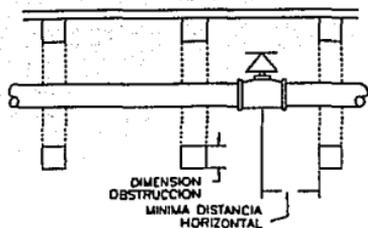


Fig. 2.2-23a Obstrucciones verticales [NFPA 13, figura 4-4.1.3.1.(b)]

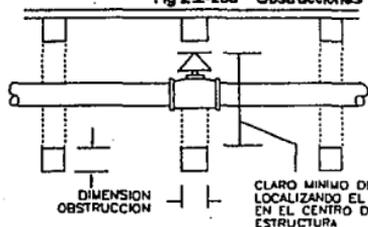
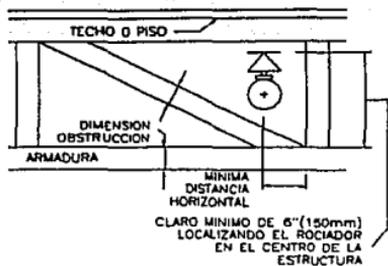


Fig. 2.2-23b Obstrucciones verticales [NFPA 13, figura 4-4.1.3.1.(c)]

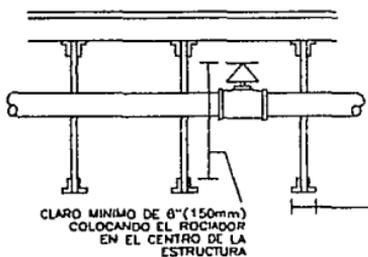
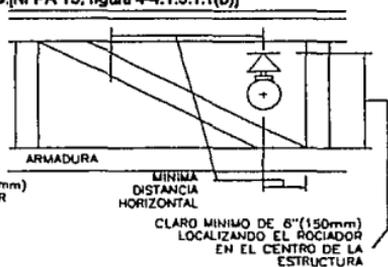
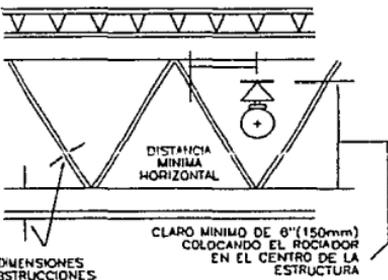


Fig. 2.2-23c Obstrucciones verticales [NFPA 13, figura 4-4.1.3.1.(d)]



### Obstrucciones horizontales.

La separación mínima del rociador a una obstrucción es determinada por la altura del deflector y la parte inferior de la obstrucción, el rociador es colocado en lados opuestos de la obstrucción a una distancia no mayor a la mitad de la distancia permitida entre rociadores (tabla 2.2-10).

Tabla 2.2-12 Posición del deflector cuando es localizado arriba de la parte inferior de la obstrucción.

Distancia del rociador a la obstrucción	Mínima distancia permisible entre el deflector y la parte inferior de la obstrucción		Máxima distancia permisible entre el deflector y la parte inferior de la obstrucción
	Rociador estándar		Rociador de cobertura prolongada
menos de 1 ft.	0 in.		0 in.
1 ft y menos de 1 ft 6 in	1 in		0 in
1 ft 6 in y menos de 2 ft	1 in		1 in
2 ft y menos de 2 ft 6 in	2 in		1 in
2 ft 6 in y menos de 3 ft	3 in		1 in
3 ft y menos de 3 ft 6 in	4 in		3 in
3 ft y menos de 4 ft	6 in		3 in
4 ft y menos de 4 ft 6 in	7 in		6 in
4 ft 6 in y menos de 5 ft	9 in		7 in
5 ft y menos de 5 ft 6 in	11 in		7 in
5 ft 6 in y menos de 6 ft	14 in		7 in
6 ft y menos de 6 ft 6 in	—		9 in
6 ft 6 in y menos de 7 ft	—		11 in
7 ft o mas	—		14 in

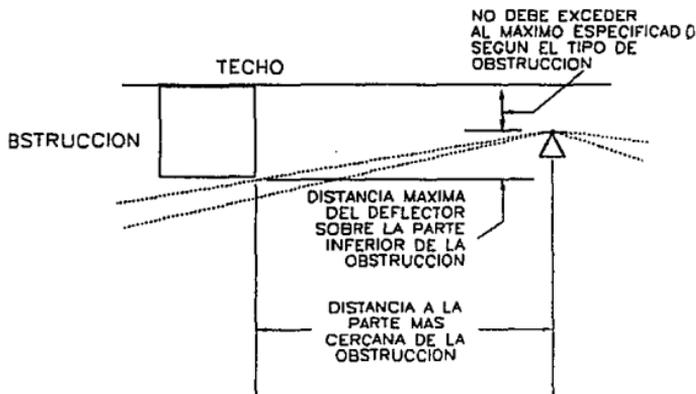
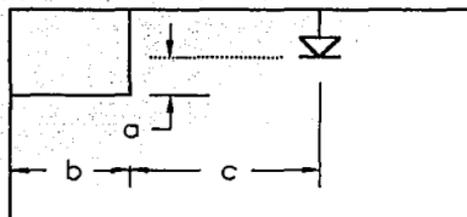


Fig 2.2.-24 Posición del deflector de un rociador vertical o colgante localizado sobre la parte inferior de una obstrucción. (NFPA 13 figura 4-4.1.3.1.2)

#### Obstrucciones horizontales cerca de un muro.

Cuando son instalados rociadores verticales o colgantes junto de una obstrucción cercana a un muro (armarios, plafones, etc.), se usa la siguiente formula para determinar si es necesario un rociador abajo de la obstrucción.



$$c \geq (b - 8) + a$$

$$b \leq 30$$

Fig 2.2-25 Obstrucción horizontal cercana a un muro.(NFPA 13, figura 4-4.1.3.1.3)

Obstrucciones verticales suspendidas o montadas del piso.

La distancia del rociador al divisor de cuarto u obstrucción similar con riesgo ligero es de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 2.2.-13 Distancia mínima vertical y horizontal al rociador

Distancia horizontal	Mínima distancia vertical abajo del deflector
6 in o menos	3 in
mas de 6 in hasta 9 in	4 in
mas de 9 in hasta 12 in	6 in
mas de 12 in hasta 15 in	8 in
mas de 15 in hasta 18 in	9.5 in
mas de 18 in hasta 24 in	12.5 in
mas de 24 in hasta 30 in	15.5 in
mas de 30 in	18 in

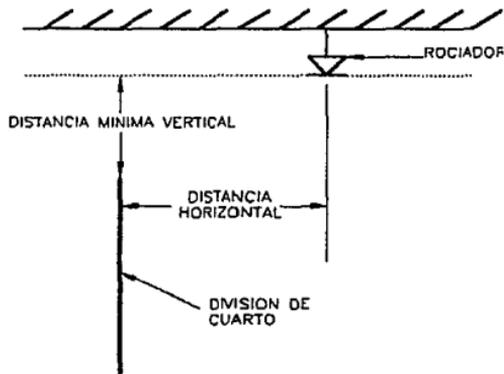


Fig 2.2-26 Rociador instalado cerca de una división de cuartos.(NFPA 13, figura 4-4.1.3.3)

## Obstrucciones localizadas abajo de los rociadores.

Posición del rociador con relación a una obstrucción localizada abajo de el.

Tabla 2.2-14 Obstrucciones localizadas abajo de los rociadores

Distancia del deflector hacia la parte inferior de la obstrucción	Mínima distancia hacia la obstrucción ft(m)
menor de 6" (152mm)	1½ (0.5)
de 6" (152 mm) y menor de 12" (305 mm)	3 (0.9)
de 12" (305 mm) y menor de 18" (457mm)	4 (1.2)
de 18" (457 mm) y menor de 24" (610 mm)	5 (1.5)
de 24" (610 mm) y menor de 30" (660 mm)	6 (1.8)

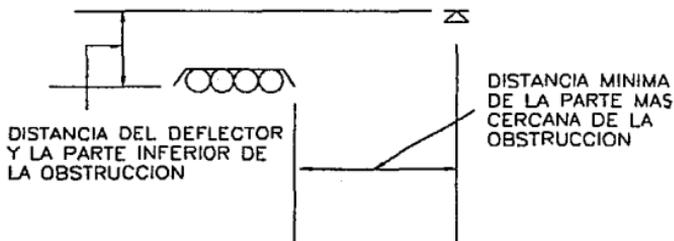


Fig. 2.2-27 Posición del rociador en relación a una obstrucción baja de el (NFPA 13, figura 4-4.3.4.2.1)

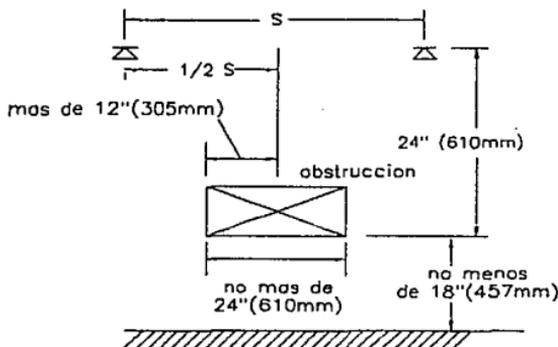


Fig 2.2-28. Posición del rociador en relación con una obstrucción localizada a 24" o mas bajo el deflector (NFPA 13 Figura 4-4.3.4.2.2)

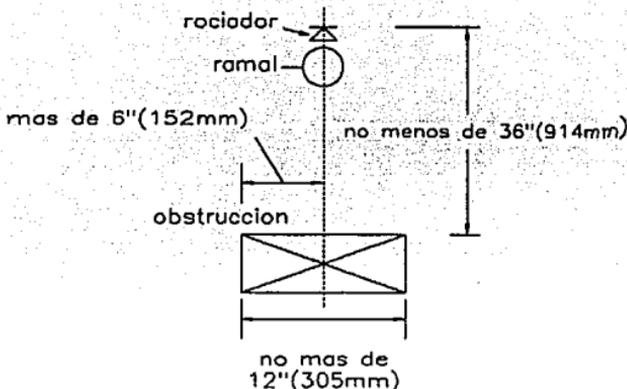


Fig 2.2-29 Posición del rociador con relación a una obstrucción directamente abajo de un ramal (NFPA 13, figura 4-4.3.4.2.3)

## 2.2.6. CALCULOS HIDRAULICOS.

Los siguientes conceptos son necesarios para realizar el cálculo de la red hidráulica de los rociadores, el método para el cálculo se llevara en capítulos posteriores.

### 2.2.6.1. Guía de abastecimiento de agua para rociadores de acuerdo al riesgo y áreas pequeñas.

Tabla 2.2-16 Abastecimiento de agua según la clasificación por riesgo

Clasificación de riesgo	Presión requerida	Flujo: Base de la subida	Duración mínima
Ligero	15 psi	500 - 700 gpm	30 - 60
Ordinario	20 psi	850 - 1500 gpm	60 - 90

Esta es solo permitida para instalaciones nuevas (riesgo ligero u ordinario) de 500 pies cuadrados (465 m<sup>2</sup>) o menos o para adiciones o modificaciones, de lo contrario el cálculo del abastecimiento de agua es el siguiente.

### 2.2.6.2. Cálculo de abastecimiento de agua.

Esta formula es usada para determinar el suministro aproximado de agua, el flujo de las mangueras y duración es tomado de la tabla 2.2-16.

agua suministrada = ( requerida por rociadores + mangueras ) duración.  
 ( área X densidad + mangueras ) tiempo.

Tabla. 2.2-16 Mínimo requerido de agua.

Tipo de riesgo	Mangueras interiores (gpm)	Mangueras interiores y exteriores (gpm)	duración en minutos
ligero	0, 50, o 100	100	30
Ordinario	0, 50, o 100	250	60 - 90
Extra ordinario	0, 50, o 100	500	90 - 120

El flujo requerido por los rociadores automáticos es determinado por curvas de área/densidad, métodos del diseño del cuarto, o métodos especiales.

### 2.2.6.3. Valor Área/densidad.

El valor de área/densidad es por medio de curvas que determinan la demanda de los rociadores. Estas curvas muestran la demanda contra área de operación por rociador. *densidad*- es del volumen de agua por un tiempo aplicado sobre un área. Es muy diferente el área de operación de los rociadores con el área total de la construcción, en esta parte es muy importante el conocimiento del área que será protegida para determinar el área necesaria de operación de los rociadores.

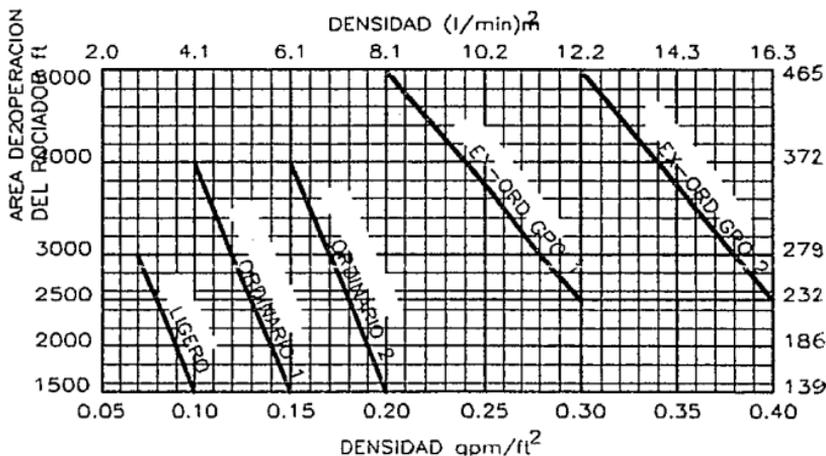


Fig. 2.2-29 Curva Área/densidad.(NFPA 13, figura 5-2.3)

Hay que tomar en cuenta lo siguiente.

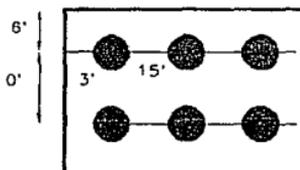
- Incrementar un 30% del área de operación para sistemas de tubería seca.
- Decrementar 25% del área de operación para rociadores de altas temperaturas con riesgo extra ordinario, para áreas menores a 200 ft<sup>2</sup> (186 m<sup>2</sup>).

## Área de protección por rociador.

El área de protección por rociador es determinada de la siguiente forma:

- Determinar la distancia entre rociadores en el ramal ( o hacia un muro u obstrucción en la dirección del ramal, en este caso se toma el doble de la distancia), esta longitud entre el muro o la distancia entre rociador la llamamos S.
- Determinar la distancia perpendicular de un rociador hacia otro de diferente ramal ( o hacia un muro u obstrucción perpendicular al ramal, en este caso se toma el doble de la distancia), esta longitud la llamamos L.

El área protegida por rociador es  $S \times L$ .  
ejemplo:



Por ejemplo:

$$S = 15 \text{ ft o } 3 \text{ ft} \times 2$$

$$S = 15 \text{ ft}$$

$$L = 10 \text{ ft o } 6 \text{ ft} \times 2$$

$$L = 12 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{Área por rociador} &= S \times L \\ &= 15 \text{ ft} \times 12 \text{ ft} \\ &= 180 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

### 2.2.6.4. Diseño del área.

En el diseño de área existen dos conceptos, el área hidráulicamente demandada y el área de operación del rociador, dicha área se calcula sobre:

- El área de mayor demanda hidráulica.- El concepto de mayor demanda hidráulica, es muy diferente al área más remota, aunque es posible que esta sea mayor al área de mayor demanda, por ejemplo, si el área más lejana es una oficina (riesgo ligero) mientras que el área más cercana es un salón de exhibición de automóviles [Riesgo ordinario (grupo 1)], la oficina no es el área de mayor demanda.
- El área rectangular determinada por el total de rociadores y el número de rociadores por cada ramal, no debe ser menor a 1.2 veces la raíz cuadrada sobre del área del rociador usado. En muchas ocasiones esta fórmula nos entrega fracciones como resultado por lo que se tiene que ir al entero superior.

Nota: muchas compañías de seguros usan un factor de 1.4 el cual provee una mayor demanda hidráulica.

El método para determinar la forma del área más remota es el siguiente:

Paso 1: Seleccionar el criterio de la tabla 2.10, Obtener la densidad de rociador en operación de la figura 2-26, suponiendo que se tiene un área de 1500 ft<sup>2</sup> con un riesgo ligero, la densidad es de 0.1 gpm/1500 ft<sup>2</sup>.

Paso 2: Determinar el área cubierta por rociador usando  $S \times L$ .

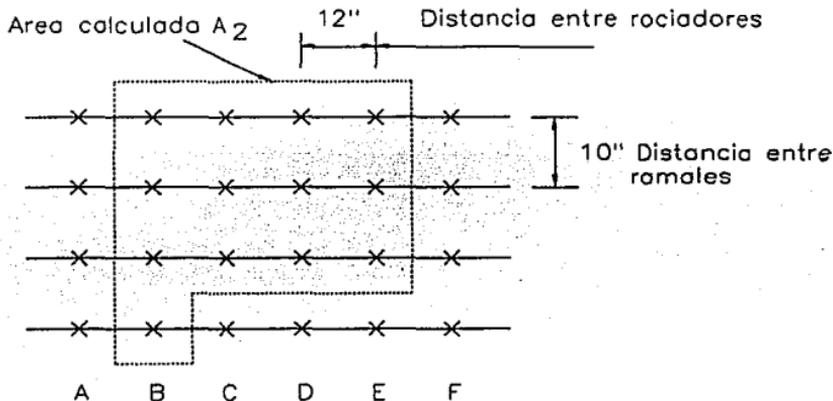


Fig. 2.2-30 Ejemplo para determinar el número de rociadores calculados

En este caso  $S=12$  y  $L=10$ ,  $S \times L = 120$  ft<sup>2</sup>

Paso 3: Determinar el número de rociadores.

Usando el ejemplo de 1500 ft<sup>2</sup> y cada rociador con una cobertura de 120 ft<sup>2</sup>, por lo que se necesitan  $1500/120=12.5$  rociadores, por lo que realmente necesitamos 13 rociadores.

Paso 4: Determinar la forma del área mas remota.

La formula utilizada es la siguiente:

$$\frac{1.2\sqrt{A}}{S} = \frac{1.2\sqrt{1500}}{3} = 3.87 \text{ rociadores}$$

por lo que necesitamos 4 rociadores por ramal. Lo cual es mostrado en la figura 2.2-30, que consiste en 3 ramales con 4 rociadores y un ramal con un rociador para tener un total de 13 rociadores.

### 2.2.6.5. Factor "C" de la tubería.

El factor C o factor Hazen - Williams es una medición del coeficiente de rugosidad de las tuberías (tabla 2.2-17)

tabla 2.2-17 Valor "C" Hazen - Williams

Tubo	Valor C
Hierro colado o dúctil	100
de acero no galvanizado ( Sistema tubo húmedo, pre-acción)	100
Tubo de acero no galvanizado (sistema tubo húmedo y diluvio)	120
Galvanizado	120
Plástico (aprobado)	150
Cemento colado	140
Tubo de cobre o acero inoxidable	150

### 2.2.6.6. Coeficiente de descarga.

El coeficiente de descarga (k) es un valor asociado con el orificio del rociador.

$$Q = k \cdot \sqrt{p}$$

Ver tabla 2.2-1

### 2.2.6.7. Longitudes equivalentes de accesorios y tuberías.

Muchas veces el agua cambia de dirección o pasa a través de una obstrucción, incrementando las pérdidas por fricción, la siguiente tabla contiene longitudes equivalentes aplicadas a los accesorios contra incendio.

Tabla. 2.2.18 Longitud equivalente para tubería cédula 40

Accesorio o válvula Diámetro en pulg	Longitud equivalente expresado en pies de tubería													
	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6	8	10	12
Codo 45°	1	1	1	2	2	3	3	3	4	5	7	9	11	13
Codo 90° standard	2	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	18	22	27
Codo 90° radio largo	1	2	2	2	3	4	5	5	6	8	9	13	16	18
Te	3	5	6	8	10	12	15	17	20	25	30	35	50	60
Válvula mariposa	-	-	-	-	6	7	10	-	12	9	10	12	19	21
Válvula de cierre	-	-	-	-	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6
Check de bisagra	-	5	7	9	11	14	16	19	22	27	32	45	55	65

Existen variaciones en la construcción de las válvulas check por lo que fue considerado un valor medio.

Es necesario tener precauciones con el uso de esta tabla debido:

- La longitud equivalente es usado bajo pruebas del fabricante por lo que otros factores son también apropiados.
- Para diámetros de tuberías diferentes a la cédula 40 el factor de longitud equivalente es multiplicado por un factor derivado de la siguiente fórmula.

$$\left( \frac{\text{diámetro interno actual}}{\text{diámetro interno cedula } 40} \right)^{4.77}$$

- Para factores de Hazen - Williams diferentes a  $c=120$ , la longitud equivalente es multiplicada por el factor de la tabla 2.2-19.

Tabla 2.2.19 Multiplicadores del valor C

Valor C	100	130	140	150
Factor	0.713	1.16	1.35	1.51

### 2.2.6.8. Pérdidas por fricción en tuberías.

Las pérdidas por fricción causadas por el flujo de agua a través de una tubería es determinado por la fórmula de Hazen-Williams.

$$P_f = \frac{4.52Q^{1.85}}{C^{1.85}d^{4.77}}$$

- Donde:
- Pr = Caída de presión en la tubería por pie de longitud
  - Q = Flujo en gpm
  - C = Coeficiente Hazen-Williams
  - d = Diámetro interno de la tubería

### 2.2.7. Forma de cálculos hidráulicos. (ver hoja en anexo)

Hoja de trabajo.

Para facilitar los cálculos y referencias, los datos son vaciados en una hoja de trabajo (ver hoja de trabajo en anexo)

Esta hoja es llenada de acuerdo a los siguientes datos.:

- a) hoja número
- b) descripción del rociador y constante de descarga.
- c) puntos de referencia hidráulica.
- d) flujo en gpm.
- e) tamaño de tubería.
- f) longitud de tubería.
- g) longitud equivalente para accesorios o dispositivos.
- h) pérdidas por fricción en psi por longitud de tubería.
- i) total de pérdidas por fricción entre puntos de referencia.
- j) demanda balanceada para configuración tipo rejilla.
- k) carga por elevación entre puntos de referencia.
- l) presión requerida en psi por cada punto de referencia.
- m) presión por velocidad y presión nominal si se incluye en cálculos.
- n) notas para indicar puntos de arranque, referencia de otras hojas, o para clarificar datos mostrados.

- o) diagramas que acompañan para el sistema de rejilla que indique cantidad de flujo y dirección por línea.
- p) factor k.

### **3.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y CALCULOS.**

Se necesita proteger contra la posibilidad de un conato de incendio un edificio con uso de suelo para oficinas o comercios, este sistema debe cumplir todas los requerimientos para que funcione bajo las condiciones de la Ciudad de México, D.F.

El edificio cuenta de 20 niveles, con una altura total de 72 metros sobre el nivel de la calle, con una altura de cada nivel de 4 metros, los cuales los dos primeros niveles serán utilizados para estacionamientos, denominados estacionamiento nivel "A" y nivel "B", estando ubicados abajo el nivel de la calle, la P:B hasta el piso No. 17 serán ubicadas las oficinas.

Los estacionamientos no tendrán ningún tipo de almacenamiento (basura, mantenimiento, chatarra, etc.).

Las oficinas serán entregadas sin divisiones, con el fin de que el propietario la divida en las áreas que crea conveniente.

El sistema de protección contra incendio a presentar será solamente referido al área hidráulica,

#### **3.1.- Estudio, Cálculos y costos.**

Se realizaran dos tipos de sistemas para la protección del inmueble contra posibles casos de conato de incendio, con el fin de saber cuales son las ventajas de uno con el otro,

##### **3.2.1. Sistema bajo las normas de la NFPA,**

Estas normas fueron mencionadas en el capítulo 2.

##### **3.2.2. Cálculos.**

A continuación se describen los cálculos efectuados en el diseño de la red de rociadores, el edificio se dividirá en tres diferentes plantas, el diseño será realizado de arriba hacia abajo para llevar una secuencia.

I.- Cálculo del piso 2 al 17

II.- Cálculo de la P.B. y piso 1

III.- Cálculo del estacionamiento 1 y 2

I.- Cálculo del piso 2 al 17. El cálculo es realizado en el piso 17 debido a que es el que necesita mayor presión. por la presión estática que hay que vencer.

##### **I.1.- Clasificación de la construcción.**

a). Determinar la ocupación.

Debido a que es un edificio destinado a oficinas la ocupación es parcial.

b). Clasificación por riesgo.

Riesgo ligero, contenido de combustibles bajo o nulo.

**I.2.- Determinar las Instalaciones de acuerdo a las normas.**

a). Límite de protección por piso tabla 2.2.9

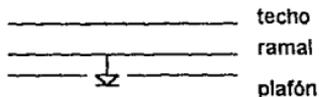
Riesgo ligero 4,831 m<sup>2</sup> (52,000 ft<sup>2</sup>)

Área del piso de oficinas (piso #2 al 17) = 1,728 m<sup>2</sup> (18,590.5 ft<sup>2</sup>)

Por lo que estamos debajo del límite.

b). Tipo de construcción.

La construcción del edificio no afecta el patrón de los rociadores.



**I.3.- Características de los rociadores para su instalación.**

a). Máxima protección por rociador. (tabla 2.2-8)

Construcción sin obstrucciones  
material no combustible

Riesgo ligero  
20.9 m<sup>2</sup> (225 m<sup>2</sup>)

b). Máxima distancia entre rociadores (tabla 2.8)

Riesgo ligero 4.6 m (15 ft)

c). Distancia máxima entre muros

Riesgo ligero 2.3 m (7 ft 6 in)

d) Obstrucciones

Las obstrucciones existentes son las columnas. (tabla 2.2-11)

Máxima distancia de la obstrucción  
>4"

Mínima distancia horizontal  
61 cm. (6 in)

Por lo que los rociadores deben ser instalados a una distancia mínima de 61 cm de estas columnas.

**I.4.- Realizar el diseño de la red de los rociadores de acuerdo a sus características.**

Dibujo No I.1

### I.5.- Características de los rociadores.(tabla 2.2-1)

Tamaño de orificio	½"
tipo	estándar
factor k	5.6
Tipo de rosca	½" NPT

#### Rango de temperatura (tabla 2.2-2)

Temperatura en el techo	38°C (100°F)
Rango de temperatura ambiental	57 a 77°C (125 a 170°F)
Clasificación de temperatura	Ordinaria
Color de código	Negro
Color bulbo	naranja o rojo

### I.6.- Abastecimiento de agua.

a). De la tabla 2.2-16

Para riesgo ligero:

mangueras internas y externas	100 gpm
duración	30 min.

b). Valor Area/densidad

Area de la oficina = 432 m<sup>2</sup> (ver paso 6 de

Esta área es el área total , sin contar las divisiones, debido a que no tenemos divisiones y no sabemos como serán, en casos extremos el área mas grande que pudiera existir sería la mitad de dicha oficina, por lo que necesitaríamos una área de operación de los rociadores de 216 m<sup>2</sup> (2,324 ft<sup>2</sup>), de la figura 2.2-29 obtenemos:

densidad = 0.08 gpm/ft<sup>2</sup>.

### I.7.- Determinar el flujo por rociador.

$$AR = S \times L$$
$$Q = AR \times d$$

$$S = 13.12 \text{ ft (4 m)}$$

$$L = 15.1 \text{ ft (4.6 m)}$$

$$AR = (13.12) (15.1) = 198 \text{ ft}^2 (18.4 \text{ m}^2)$$

por lo que es menor al máximo permitido (paso 3a)

$$Q = (198 \text{ ft}^2) (0.08 \text{ gpm/ft}^2) = 15.84 \text{ gpm}$$

### 18.- Determinar el diseño de área de operación.

$$A = \frac{1.2\sqrt{A}}{S} = \frac{1.2\sqrt{2324}}{13.12} = 4.4 \Rightarrow 5 \text{ rociadores por ramal}$$

$$\text{Rociadores} = \frac{2324}{198} = 11.7 \Rightarrow 12 \text{ Rociadores}$$

por lo que se tomaran 2 ramales con 5 rociadores y un ramal con 2 rociadores. (ver dibujo No 1.2)

### 19.- Hoja de cálculos.

En esta sección se llevara paso por paso el trabajo con la hoja de cálculos, por lo que nos referimos a las referencias escritas en las hojas 1,2, y 3, con forme al dibujo No 1.3, el cual es una ampliación del diseño de área del dibujo No 1.2.

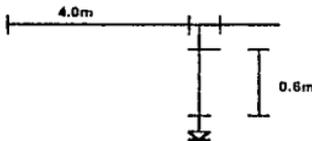
ref. 1. Presión requerida para tener un flujo de 15.84 gpm en el primer rociador utilizamos la siguiente ecuación.

$$Q = k\sqrt{P}$$
$$\therefore P = \left(\frac{Q}{k}\right)^2 = \left(\frac{15.84}{5.6}\right)^2 = 8 \text{ psi}$$

Todas las pérdidas por fricción son determinadas mediante la siguiente formula:

$$P_f = \frac{4.52Q^{1.85}}{C^{1.76}d^{4.79}}$$
$$C = 120$$

Longitud = 4m + 0.6m = 4.6 m (15.09 ft), de acuerdo a la siguiente figura:



ref. 2. En este punto tenemos una presión de 9.21 psi por lo que necesitamos obtener el flujo a través de este rociador con dicha presión.

$$Q = k\sqrt{P} = 5.6\sqrt{9.21} = 16.99 \text{ gpm}$$

ref. 3.

$$V = \frac{4(0.834 \text{ m}^3 / \text{min})}{\pi (0.0779 \text{ m})^2} = 196.06 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 3.27 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad Q = 5.6\sqrt{14.12} = 21.04 \text{ gpm}$$

ref. 4.

$$Q = 5.6\sqrt{17.35} = 23.33 \text{ gpm}$$

Además tenemos un Tee de  $1\frac{1}{2}'' = 8 \text{ ft}$  de longitud equivalente.

ref. 5. Para tener un mejor control este ramal es realizado en una hoja aparte.

ref. 5.1 (hoja 2 de 7)

El punto 6 del dibujo No 1.3 tiene las mismas características del punto 1

$$Q = 15.84 \text{ gpm}$$

$$P = \left(\frac{Q}{k}\right)^2 = \left(\frac{15.84}{5.6}\right)^2 = 8 \text{ psi}$$

Accesorios 1 tee de  $1\frac{1}{2}'' = 8 \text{ ft}$  longitud equivalente.

ref. 5.2. En esta parte es necesario realizar un ajuste debido a que en la hoja 1 en el punto #5 necesitamos 21.89 psi para proveer el gasto adecuado y en este punto necesitamos 8.23 psi, por lo que hay que tener un punto común mediante la siguiente fórmula:

$$Q_2 = Q_1 \sqrt{\frac{P_2}{P_1}} = 15.84 \sqrt{\frac{21.89}{8.23}} = 25.83 \text{ gpm}$$

ref. 6. En este punto tenemos un flujo y una presión para el ramal "A" idéntica al ramal "B" por lo que podemos obtener un factor k que represente el ramal y no tener que calcular el ramal "B".

$$Q = 103.15 \text{ gpm}$$

$$P = 25.37 \text{ psi}$$

$$k = \frac{Q}{\sqrt{P}} = \frac{103.03}{\sqrt{23.05}} = 21.46$$

Es necesario revisar la velocidad en la tubería el cual no debe ser mayor aproximadamente a 4 m/s

$$Q = VA$$

$$d = 62.7 \text{ mm}$$

$$Q = 103.03 \text{ gpm} = 390.01 \text{ l/min}$$

$$\therefore V = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4(0.390)}{\pi (0.062)^2} = 129.2 \text{ m/min} = 2.15 \text{ m/s}$$

ref. 7. Gasto en el ramal "B"

$$Q = k\sqrt{P} = 21.46\sqrt{23.65} = 104.36 \text{ gpm}$$

ref. 8 el punto #13 y 14 lo realizamos en la hoja de calculo numero 3

ref. 8.1 Este punto tiene las mismas características que el punto #1

ref. 8.2 Punto idéntico al punto #2

ref. 8.3 Pérdidas en diferentes diámetros de tubería

ref. 8.4 Es necesario hacer un ajuste en este punto de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Q_2 = Q_1 \sqrt{\frac{P_2}{P_1}} = 32.34 \sqrt{\frac{24.45}{16.43}} = 39.45 \text{ gpm}$$

Verificamos la velocidad

$$V = \frac{4(0.934 \text{ m}^3 / \text{min})}{\pi (0.0779 \text{ m})^2} = 196.06 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 3.27 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

ref. 9. En este punto son las pérdidas por fricción desde el punto # 19 del dibujo No 1.3 hacia las bombas

longitud = 13.02 m (42.71 ft)

Accesorios 1 tee de 3" con 15 ft de longitud equivalente.

ref. 10. Pérdidas ocasionadas de las bombas hasta el punto #19

Carga estática de 72 m = 102.23 psi

Pérdidas por fricción (ver dibujo V)

tramo de tubería	psi/ft	Pf (psi)
64 m (209.92 ft) de 3"	0.07	14.69
8 m (26.24 ft) de 4"	0.02	0.52
78.5 m (256.48 ft) de 6"	0.003	0.77
	total	15.98 psi

accesorios:

accesorio	long. eq. (ft)	long total	Pf (psi)
16 val. piso 3"	10	160	<u>11.2</u>
2 val piso 4"	12	24	
1 tee 4"	20	20	
1 Val. alarma 4"	12	12	<u>1.12</u>
5 codos 6"	9	45	
1 check 6"	32	32	
1 valv cierre 6"	3	3	<u>0.24</u>
		total	<u>12.56</u>

Total de pérdidas = 28.54 psi.

## II.- Cálculo de la P.B. y primer piso.

Los puntos II.1, II.2 y II.3 son idénticos a los puntos I.1, I.2 y I.3

II.4.- Realizar el diseño de la red de los rociadores de acuerdo a sus características.

Dibujo No I.2

II.5.- Idéntico al I.5

II.6.- Abastecimiento de agua.

a). De la tabla 2.2-16

Para riesgo ligero:

mangueras internas y externas

100 gpm

duración

30 min.

b). Valor Area/densidad

Area de operación = 216 m<sup>2</sup> (2,324 ft<sup>2</sup>) (ver I.6)

densidad = 0.08 gpm/ft<sup>2</sup>.

II.7.- Determinar el flujo por rociador.

$$AR = S \times L$$

$$Q = AR \times d$$

$$S = 12.3 \text{ ft (3.75 m)}$$

$$L = 15.1 \text{ ft (4.6 m)}$$

$$AR = (12.3)(15.1) = 185.73 \text{ ft}^2 (17.26 \text{ m}^2)$$

$$Q = (185.73 \text{ ft}^2)(0.08 \text{ gpm/ft}^2) = 14.86 \text{ gpm}$$

II.8.- Determinar el diseño de área de operación.

$$A = \frac{1.2\sqrt{A}}{S} = \frac{1.2\sqrt{2324}}{12.3} = 4.7 \Rightarrow 5 \text{ rociadores por ramal}$$

$$\text{Rociadores} = \frac{1500}{185.73} = 8.1 \Rightarrow 9 \text{ Rociadores}$$

por lo que se tomaran 2 ramales con 5 rociadores y un ramal con 3 rociadores. (ver dibujo No II.2)

**II.9.- Hoja de cálculos. (hoja de cálculos 4 y 5). Los cálculos son realizados de acuerdo al dibujo No II.3 el cual es una ampliación del área de operación del dibujo II.2**

Perdidas del punto 19 del dibujo No II.2 a las bombas

Presión estática = 8 m = 11.36 psi

Accesorios.

1 tee 4"

1 valv. alarma 4"

5 codos de 6"

1 Válvula check de 6"

1 Válvula de cierre de 6"

Total accesorios 1.36 psi

Tubería

26.24 ft de 4"

256 ft de 6"

total tubería 2.65

**III.- Cálculo del estacionamiento 1 y 2**

**III.1.- Clasificación de la construcción.**

a). Determinar la ocupación.

Debido a que es un edificio destinado a oficinas la ocupación es parcial.

b). Clasificación por riesgo.

Riesgo Ordinario grupo 1, contenido de combustibles bajo.

**III.2.- Determinar las instalaciones de acuerdo a las normas.**

a). Límite de protección por piso tabla 2.6

Riesgo ligero 4,831 m<sup>2</sup> (52,000 ft<sup>2</sup>)

Área del estacionamiento = 3,024 m<sup>2</sup> (32,533.4 ft<sup>2</sup>)

Por lo que estamos debajo del límite.

b). Tipo de construcción.

La construcción de los estacionamientos no afecta el patrón de los rociadores.

**III.3.- Características de los rociadores para su instalación.**

a). Máxima distancia entre rociadores (tabla 2.2-10)

Riesgo Ordinario 4.6 m (15 ft)

b). Distancia máxima entre muros

Riesgo ligero 2.3 m (7 ft 6 in)

c) Obstrucciones

Las obstrucciones existentes son las columnas.(tabla 2.2-9)

Máxima distancia de la obstrucción >4"	Mínima distancia horizontal 61 cm. (6 in)
---	--

Por lo que los rociadores deben ser instalados a una distancia mínima de 61 cm de estas columnas.

**III.4.- Realizar el diseño de la red de los rociadores de acuerdo a sus características.**

Dibujo III.3

**III.5.- Características de los rociadores, igual al punto 1.5**

**III.6.- Abastecimiento de agua.**

a). De la tabla 2.2-10

Para riesgo ligero mangueras internas y externas duración	250 gpm 60 a 90 min.
---	-------------------------

b). Valor Area/densidad

El área de operación de rociadores en un estacionamiento realmente es pequeño debido a que el inicio de un incendio en un estacionamiento podría ser debido a un o dos automóviles, en este estacionamiento no se esta tomando como ningún tipo de almacén (basura, mantenimiento, etc.), en caso de que existieran almacenes deben ser tomados como tales y calculados separadamente.

Tomando el área mínima de 1500 ft<sup>2</sup> (139.4 m<sup>2</sup>) (figura 2.2-26

densidad = 0.15 gpm/ft<sup>2</sup>.

**III.7.- Determinar el flujo por rociador.**

$$A_R = S \times L$$
$$Q = A_R \times d$$

$$S = 12.3 \text{ ft (3.75 m)}$$

$$L = 15.1 \text{ ft (4.6 m)}$$

$$A_R = (12.3)(15.1) = 185.73 \text{ ft}^2 (17.26 \text{ m}^2)$$

$$Q = (185 \text{ ft}^2)(0.15 \text{ gpm/ft}^2) = 27.86 \text{ gpm}$$

### III.8.- Determinar el diseño de área de operación.

$$A = \frac{1.2\sqrt{A}}{S} = \frac{1.2\sqrt{1500}}{12.3} = 3.7 \Rightarrow 4 \text{ Rociadores por ramal}$$

$$\text{Rociadores} = \frac{1500}{185.73} = 8.1 \Rightarrow 9 \text{ Rociadores}$$

por lo que se tomaran 2 ramales con 4 rociadores y un ramal con 1 rociadores.(ver dibujo No III.2)

### III.9.- Hoja de cálculos. (hoja de cálculos 6 y 7). Los cálculos son realizados de acuerdo al dibujo No III.3 el cual es una ampliación del área de operación del dibujo III.2

Perdidas del punto 17 del dibujo No III.2 a las bombas (ver dibujo No V)

Presión estática = no hay

Accesorios.

2 Válvulas de piso 5"

5 codos de 6"

1 Válvula check de 6"

1 Válvula de cierre de 6"

Total accesorios 2.45 psi

Tubería

256 ft de 6"

total tubería 0.24 psi

### 3.2.3. Resultado.

#### 3.2.3.1. Rociadores.

Los diámetros de las tuberías son mostrados en los dibujos I.3, II.3 y III.3

Las características de los rociadores es la siguiente.

Cantidad 2304 + 24 para repuestos = 2328 Rociadores con las siguientes características:

Tamaño de orificio	1/2"
tipo	estándar
factor k	5.6
Tipo de rosca	1/2" NPT

Rango de temperatura (tabla 2.2-2)

Temperatura en el techo

38°C (100°F)

Rango de temperatura ambiental

57 a 77°C (125 a 170°F)

Clasificación de temperatura  
Color de código  
Color bulbo

Ordinaria  
Negro  
naranja o rojo

**3.2.3.2. Capacidad del tanque de almacenamiento de agua.-** De la zona de mayor demanda, obtenemos la capacidad del tanque de almacenamiento de agua para fines de contra incendio.

Cap. tanque = Gasto X Duración = (576.52 gpm)(60 min.) = 34,591.2 gal = 130.94 m.

### 3.2.3.3. Selección de las bombas.

Las bombas tienen que tener la capacidad de proporcionar hasta el 150% de la capacidad a la que es seleccionada la bomba sin sobrecargar el motor.

#### Selección de la bomba con motor eléctrico.

De los tres diferentes niveles, tomamos el mayor gasto y el de mayor presión para la selección de las bombas:

Mayor demanda hidráulica	Zona de estacionamientos	576.52 gpm
Mayor presión	Piso 17	160.36 psi

De la curva No 1. Mostrada al final de esta sección obtenemos los siguientes datos: (12)

Capacidad	gpm	lpm	psi	pies	metros	Eff.	BHP
100 %	750	2839	160.4	370.4	113	74	95
150 %	1125	4259	139	320	98	80	114

Por lo que la bomba tendrá un motor de 125 HP. (Valor comercial) a 3600 r.p.m., 440V.

#### Selección de la bomba con motor diesel.

De la curva No. 2 mostrada al final de esta sección, tiene las siguientes características:(12)

Capacidad	gpm	lpm	psi	pies	metros	Eff.	BHP
100 %	750	2839	160.36	370.4	113	70	100
150 %	1125	4259	132	305	93	76	114

Para la selección del motor diesel es necesario hacer dos ajustes por altitud y temperatura, las cuales afectan la eficiencia de la máquina.

### Corrección por altitud.

Según estándares de SAE es necesario deducir un 3% por cada 1000 ft de altitud arriba de los 300 ft.

Ciudad de México, D.F. = 2256 MSNM = 7400 ft

$$\% = \left( \frac{7400 - 300}{1000} \right) (3) = 21.4\%$$

### Corrección por temperatura,

Deducir el 1% por cada 10°F arriba de los 77°F. En un cuarto de máquinas debido a todos los componentes que se encuentran funcionando, podemos tomar como un promedio de 104°F (40°C).

$$\% = \left( \frac{104 - 77}{10} \right) = 2.7\%$$

Total de deducciones = 24.1%, por lo que es necesario aumentar la potencia máxima de la bomba este porcentaje, para obtener la potencia mínima del motor diesel.

Pot = 114 + 24.1% = 141.47 HP.

En este caso será tomado un motor de 145 HP. (Caterpillar modelo 3208 Na210) (2)

### Capacidad del tanque de diesel.

La capacidad del tanque es igual a 1 galón por cada HP de la máquina. Mas 5% por expansión y 5% por sedimentos.

Capacidad del tanque = 145 + 10% = 159.5 gal.

### Bomba Jockey.

La bomba jockey debe proporcionando el 1% del gasto de la bomba contra incendio al 100%, y una presión de por lo menos 10 psi arriba, por lo que la seleccionamos con los siguientes datos:

Gasto = 7.5 gpm

presión = 380 psi (como mínimo)

### 3.2.4. Ajuste de las bombas:

El arranque de las bombas es por medio de interruptores de presión los cuales son calibrados de la siguiente forma:

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

Arranque de la bomba Jockey	380 psi
Paro de la bomba Jockey	370 psi
Paro de la bomba contra incendio eléctrica	370 psi
Arranque de la bomba contra incendio eléctrica	365 psi
Paro de la bomba con motor diesel	370 psi
Arranque de la bomba con motor diesel	360 psi

### 3.2.5. Costo

Con el fin de no tener una lista muy extensa de materiales solo se mencionara el costo de los rociadores y el equipo de bombeo, con el fin de nada mas tener un costo representativo para hacer una comparación de los diferentes sistemas contra incendio.

Cantidad	Concepto	Costo unitario	Total
2328	Rociador colgante estándar , con tamaño de orificio de 1/2" , respuesta ordinaria	110.00	256.080.00
1	Bomba contra incendio operada con motor eléctrico Bomba centrífuga de carcasa bipartida acoplada a motor eléctrico de 125 HP en una base estructural Tablero de fuerza y control para arranque del motor Manómetro de succión y descarga Válvula automática eliminadora de aire Válvula de alivio para carcasa	56,150.00	56,150.00
1	Bomba contra incendio operada con motor diesel Bomba centrífuga de carcasa bipartida acoplada a motor diesel de 145 HP en una base estructural Tablero de control para arranque de motor Registrador de presión Manómetros de succión y descarga Conector flexible para tubo de escape 2 baterías con soporte Cargador de baterías Tanque de combustible Válvula automática eliminadora de aire Válvula de alivio principal	108,539.00	108,539.00
1	Bomba centrífuga Jockey Tablero de fuerza y control	5,700.00	5,700.00
	<b>Total</b>		<b>396.469.00</b>

**3.2.6. Calendario de mantenimiento.-** El calendario para inspección y mantenimiento es mostrado en el anexo

**CALCULOS HIRAUICOS**

Para: Tesis (cálculo piso 2 al 17)

Hoja 1 de 7

Por A.N.R.

Fecha 17/10/94

Ident. rociador localización	flujo en gpm	tam tub.	accesorios	longitud equivalente	perdidas por fricción psi / ft	resumen presiones	presión normal	NOTAS	
#1	q	1"	L	15.09	0.08	Pt 8.00	Pt	ref 1	
			F			Pe	Pv		
	Q 15.84		T	15.09		Pt 1.21	Pn		
#2	q	1"	L	15.09	0.33	Pt 9.21	Pt	ref 2	
			F			Pe	Pv		
	Q 32.83		T	15.09		Pt 4.91	Pn		
#3	q	1 1/4"	L	15.09	0.21	Pt 14.12	Pt	ref 3	
			F			Pe	Pv		
	Q 53.87		T	15.09		Pt 3.23	Pn		
#4	q	1 1/2"	L	15.09	0.20	Pt 17.35	Pt	ref 4	
			t	F		8	Pe		Pv
	Q 77.20		T	23.09		Pt 4.54	Pn		
#5	q	2"	L	1.97	0.10	Pt 21.89	Pt	hoja 2 de 6	
			t	F		10	Pe		Pv
	Q 25.83		T	11.97		Pt 1.16	Pn		
#5,#15	q	2"	L	15.09	0.04	Pt 23.05	Pt	ref. 6	
			F			Pe	Pv		
	Q 103.03		T	15.09		Pt 0.60	Pn		
#16	q	2 1/2"	L	15.09	0.05	Pt 23.05	Pt	k=21.46	
			F			Pe	Pv		
	Q 104.36		T	15.09		Pt 0.80	Pn		
#17	q	3"	L	15.09	0.07	Pt 24.45	Pt	hoja 3 de 6	
			F			Pe	Pv		
	Q 207.39		T	15.09		Pt 1.10	Pn		
#13,14	q	3"	L	42.71	0.07	Pt 25.55	Pt	ref. 8	
			t	F		15	Pe		Pv
	Q 39.45		T	57.71		Pt 4.04	Pn		
#18	q	3"	L	15.09	0.07	Pt 29.59	Pt	ref. 9	
			F			Pe	Pv		
	Q 246.84		T	15.09		Pt 102.23	Pv		
#19	q	3"	L	15.09	0.07	Pt 28.54	Pn	ref. 10	
			F			Pe	Pv		
	Q 100.00		T	15.09		Pt 100.30	Pn		
Bombas	Q 346.84								

**CALCULOS HIRAUICOS**

Para: Teles (cálculo piso 2 al 17)

Hoja 2 de 7

Por A.N.R.

Fecha 17/10/84

Ident. rociador localización	flujo en gpm	tam tub.	accesorios	longitud equivalente	perdidas por fricción psi / ft	resumen presiones	presión normal	NOTAS
#6	q	1/2"		L 15,09	0,01	Pt 8,00	Pt	ref. 5.1
			T	F B		Pa	Pv	
	Q 15,84		T 23,09	Pf 0,23		Pn		
#5	q			L		Pt 8,23	Pt	ref. 5.2
				F		Pa	Pv	
	Q		T	Pf		Pn	Q=25,83	
	q			L		Pt	Pt	
				F		Pa	Pv	
	Q		T	Pf		Pn		
	q			L		Pt	Pt	
				F		Pa	Pv	
	Q		T	Pf		Pn		
	q			L		Pt	Pt	
				F		Pa	Pv	
	Q		T	Pf		Pn		
	q			L		Pt	Pt	
				F		Pa	Pv	
	Q		T	Pf		Pn		
	q			L		Pt	Pt	
				F		Pa	Pv	
	Q		T	Pf		Pn		
	q			L		Pt	Pt	
				F		Pa	Pv	
	Q		T	Pf		Pn		
	q			L		Pt	Pt	
				F		Pa	Pv	
	Q		T	Pf		Pn		
	q			L		Pt	Pt	
				F		Pa	Pv	
	Q		T	Pf		Pn		
	q			L		Pt	Pt	
				F		Pa	Pv	
	Q		T	Pf		Pn		

**CALCULOS HIRAUICOS**

Para: Tesis (cálculo piso 2 al 17)

Hoja 3 de 7

Por A.N.R.

Fecha 17/10/94

Ident. rociador localización	flujo en gpm	tam tub.	accesorios	longitud equivalente	perdidas por fricción psi / ft	resumen presiones	presión normal	NOTAS
#13	q	1"	L	15.09	0.08	Pt 8.00	Pt	ref. B.1
			F			Pe	Pv	
	Q 15.84		T	15.09		Pf 1.21	Pn	
#14	q	1"	L	15.09	0.33	Pt 9.21	Pt	ref. B.2
			F			Pe	Pv	
	Q 32.34		T	15.09		Pf 4.98	Pn	
	q	1 1/4"	L	15.09	0.08	Pt 14.19	Pt	ref. B.3
			F			Pe	Pv	
	Q 32.34		T	15.09		Pf 1.21	Pn	
	q	1 1/2"	T	L 15.09	0.04	Pt 15.40	Pt	
			F	B		Pe	Pv	
	Q 32.34		T	23.09		Pf 0.92	Pn	
	q	2"	L	1.97	0.01	Pt 16.32	Pt	
			F	10		Pe	Pv	
	Q 32.34		T	10.97		Pf 0.11	Pn	
#17	q		L			Pt 16.43	Pt	ref. B.4
			F			Pe	Pv	
	Q 32.34		T			Pf	Pn	
	q		L			Pt	Pt	
			F			Pe	Pv	
	Q		T			Pf	Pn	
	q		L			Pt	Pt	
			F			Pe	Pv	
	Q		T			Pf	Pn	
	q		L			Pt	Pt	
			F			Pe	Pv	
	Q		T			Pf	Pn	
	q		L			Pt	Pt	
			F			Pe	Pv	
	Q		T			Pf	Pn	
						Pt		

**CALCULOS HIRAUICOS**

Para: Tesis (cálculo P.B. y piso #1) calculado en el piso #1

Hoja 4 de 7

Por A.N.R.

Fecha 17/10/94

Ident. rocedor localización	flujo en gpm	tam tub.	accesorios	longitud equivalente	perdidas por fricción psi / ft	resumen presiones	presión normal	NOTAS
#1	q	1"		L 13.45	0.08	Pt 7.04	Pt	$P = \frac{(1480)^2}{56}$
	Q 14.86		T	F 5.00		Pa	Pv	
	Q 16.26		T	18.45		Pt 1.39	Pn	
#2	q	1"		L 13.02	0.29	Pt 8.43	Pt	$Q = 56\sqrt{8+2}$
	Q 31.12		T	F 5.00		Pa	Pv	
	q 20.79		T	18.02		Pt 5.35	Pn	
#3	q	1½"		L 13.45	0.20	Pt 13.78	Pt	$Q = 56\sqrt{137.8}$
	Q 51.91		T	F 6.00		Pa	Pv	
	Q 23.54		T	19.45		Pt 3.89	Pn	
#4	q	1½"		L 11.02	0.19	Pt 17.67	Pt	$Q = 56\sqrt{17.87}$
	Q 75.45		T	F 8.00		Pa	Pv	
	q 25.83		T	19.02		Pt 3.61	Pn	
#5	q	2"		L 54.05	0.10	Pt 21.28	Pt	$Q = 56\sqrt{212.8}$
	Q 101.28		ØT	F 60.00		Pa	Pv	
	Q 101.28		T	114.05		Pt 11.41	Pn	
#14, #15	q	2"		L 1.97	0.10	Pt 32.69	Pt	$K = \frac{10128}{\sqrt{33.89}}$
	Q 101.28		T	F 10.00		Pa	Pv	
	q		T	11.97		Pt 1.20	Pn	
#16	q	2"		L 15.09	0.10	Pt 33.89	Pt	$Q = 17.4\sqrt{35.4}$
	Q 101.28		F			Pa	Pv	
	q 108.53		T	15.09		Pt 1.51	Pn	
#17	q	2½"		L 15.09	0.15	Pt 35.40	Pt	hoja 5
	Q 204.81		F			Pa	Pv	
	#11,14		T	15.09		Pt 2.25	Pn	
#18	q	3"		L 15.09	0.09	Pt 37.05	Pt	
	Q 272.72		F			Pa	Pv	
	q		T	15.09		Pt 1.33	Pn	
#19	q	3"		L 45.26	0.09	Pt 38.98	Pt	
	Q 272.72		5T, Codo	F 80.00		Pa	Pv	
	Q 100.00		75+5	T 125.26		Pt 11.27	Pn	
Bombas	q			L		Pt 50.25	Pt	mangueras
	Q 372.72			F		Pa 11.36	Pv	
	Q 372.72			T		Pt 2.05	Pn	
						Pt 64.26		

**CÁLCULOS HIRÁULICOS**

Para: Tesis (cálculo estacionamiento), estacionamiento 1

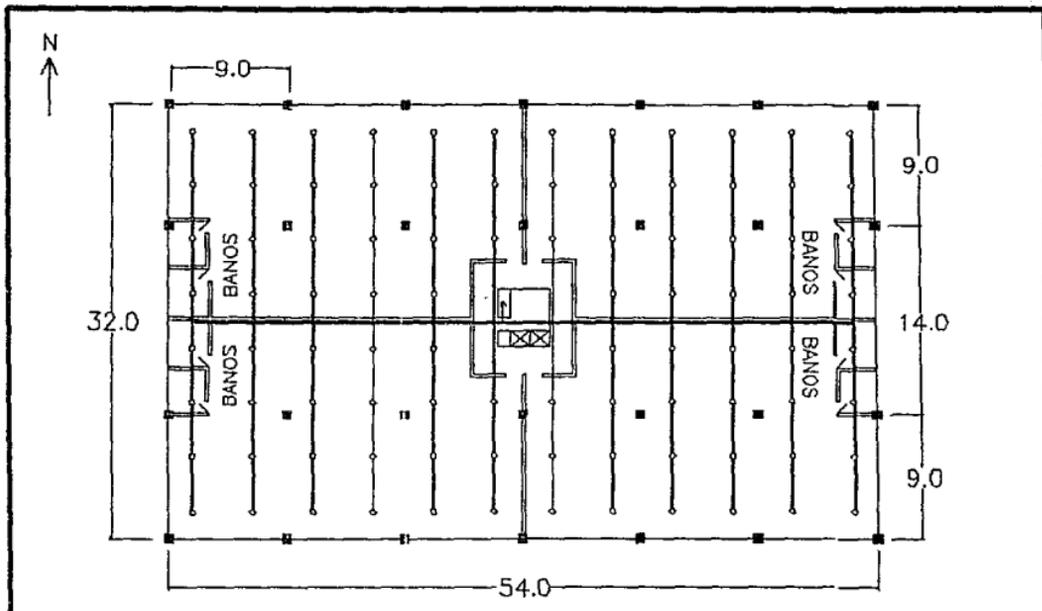
Hoja 6 de 7

Por A.N.R.

Fecha 17/10/94

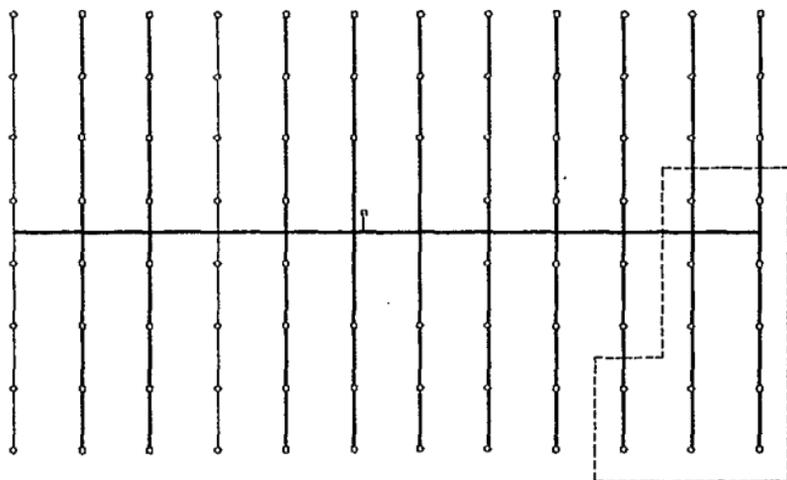
Ident. tociodor localización	flujo en gpm	tam tub.	accesorios	longitud equivalente	perdidas por fricción psi / ft	resumen presiones	presión normal	NOTAS	
	q			L 13.45		Pt 24.75	Pt		
#1	27.86	1"	T	F 5.00	0.24	Pa	Pv	$F = \left(\frac{27.86}{5.6}\right)^4$	
	30.25			L 13.02		Pt 29.18	Pt		$Q = 5.6\sqrt{29.18}$
#2	58.11	1 1/4"	T	F 0.00		Pa	Pv		
	32.62			L 13.45	Pt 33.94	Pt	$Q = 5.6\sqrt{33.94}$		
#3	90.73	1 1/2"	T	F 8.00	0.27	Pa		Pv	
	35.30			L 61.14		Pt 39.73		Pt	$Q = 5.6\sqrt{39.73}$
#4	126.03	2"	5T	F 50.00		Pa	Pv		
	q			T 111.14	Pt 15.56	Pn			
#11, #12	120.03	2"	T	L 1.97	0.14	Pt 55.29	Pt		
	q			F 10.00		Pa	Pv		
	q			T 11.97		Pt 1.68	Pn		
#13	126.03	2"		L 15.09	0.14	Pt 56.97	Pt	$k = \frac{126.03}{\sqrt{50.07}}$ $k = 16.7$	
	q			F		Pa	Pv		
	q			T 15.09		Pt 2.11	Pn		
#14	254.39	2 1/2"		L 15.09	0.22	Pt 59.08	Pt	$Q = 167\sqrt{59.08}$	
	q			F		Pa	Pv		
	q			T 15.09		Pt 3.32	Pn		
#9, 10	72.13	3"		L 15.09	0.12	Pt 62.40	Pt	hoja 7	
	q			F		Pa	Pv		
#15	326.52			T 15.09		Pt 1.85	Pn		
#16	326.52	3"		L 45.26	0.12	Pt 64.25	Pt	mangueras	
	q			4T, 1Codo		Pa	Pv		
	q			60+5		Pt 13.23	Pn		
Bombas	576.52			L		Pt 77.48	Pt		
				F		Pa	Pv		
				T		Pt 2.45	Pn		
						Pt 79.93			





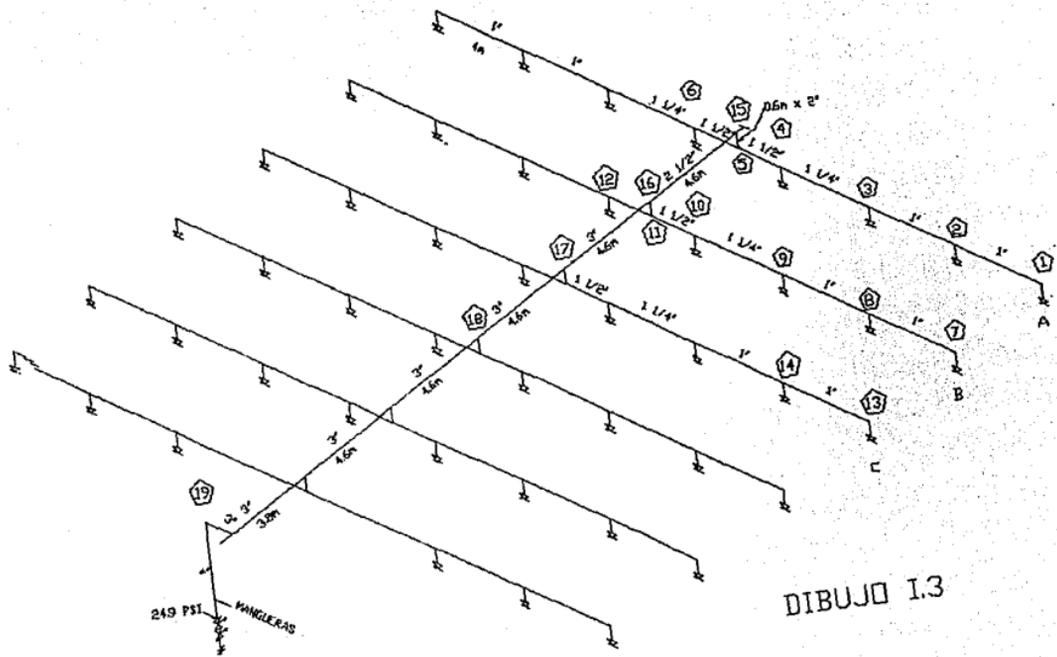
DISTRIBUCION DE LA RED DE ROCIADORES  
 CONTRA INCENDIO  
 PISO 2 AL 17

U.N.A.M. F.I.	
TESIS	
ACOTACION:	METROS
ESCALA:	SIN ESCALA
FECHA:	5-10-94
DIB.	A.N.R.
DIENJO No.	1

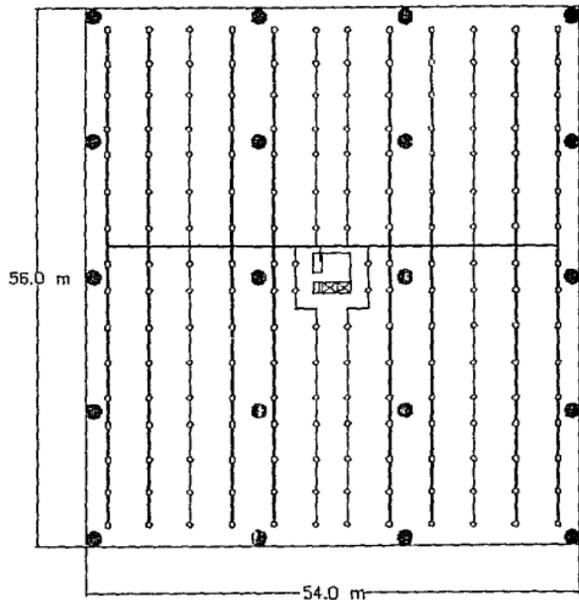


AREA DE OPERACION

U.N.A.M.	F.I.
TESIS	
ACOTACION:	METROS
ESCALA:	SIN ESCALA
FECHA:	5-10-94 DIB. A.N.R.
DIBUJO No.	1.2



DIBUJO 1.3

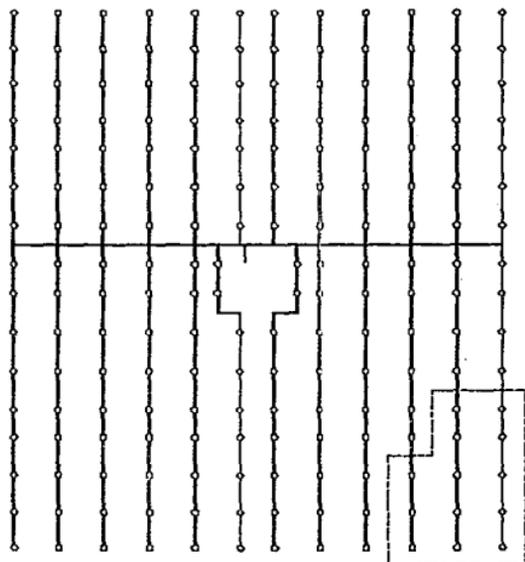


N  
↑

DISTRIBUCION DE LA RED  
CONTRA INCENDIO DE:  
ESTACIONAMIENTOS  
P.B. Y PISO 1

U.N.A.M. F.I.	
TESIS	
ESCALA: SIN ESCALA	
FECHA: 5-10-94	DIB. A.N.R.
DIBUJO No.	II.1

N  
↑



AREA DE OPERACION

P.B. Y PISO # 1

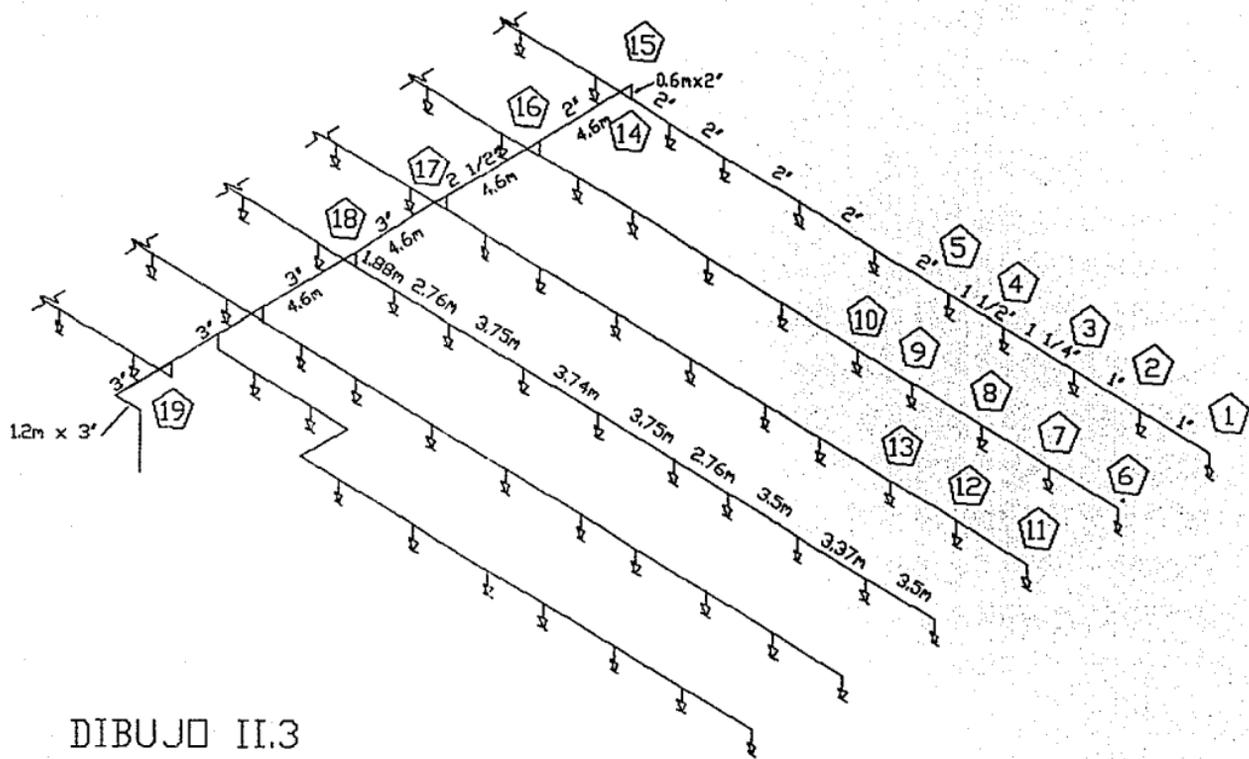
U.N.A.M. F.I.

TESIS

ESCALA: SIN ESCALA

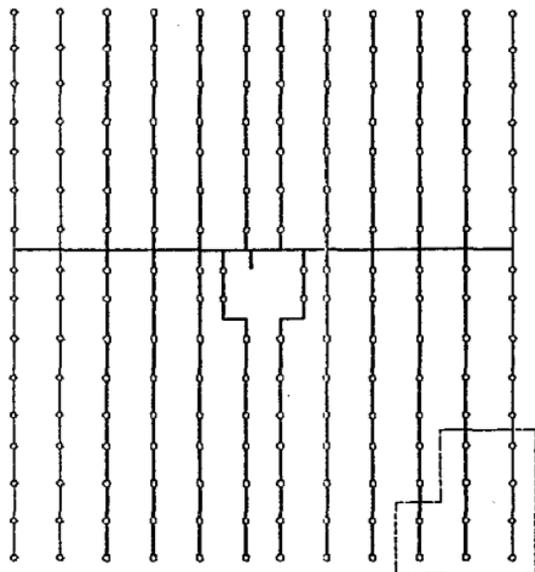
FECHA: 5-10-94 DIB. A.N.R.

DIBUJO No. II.2



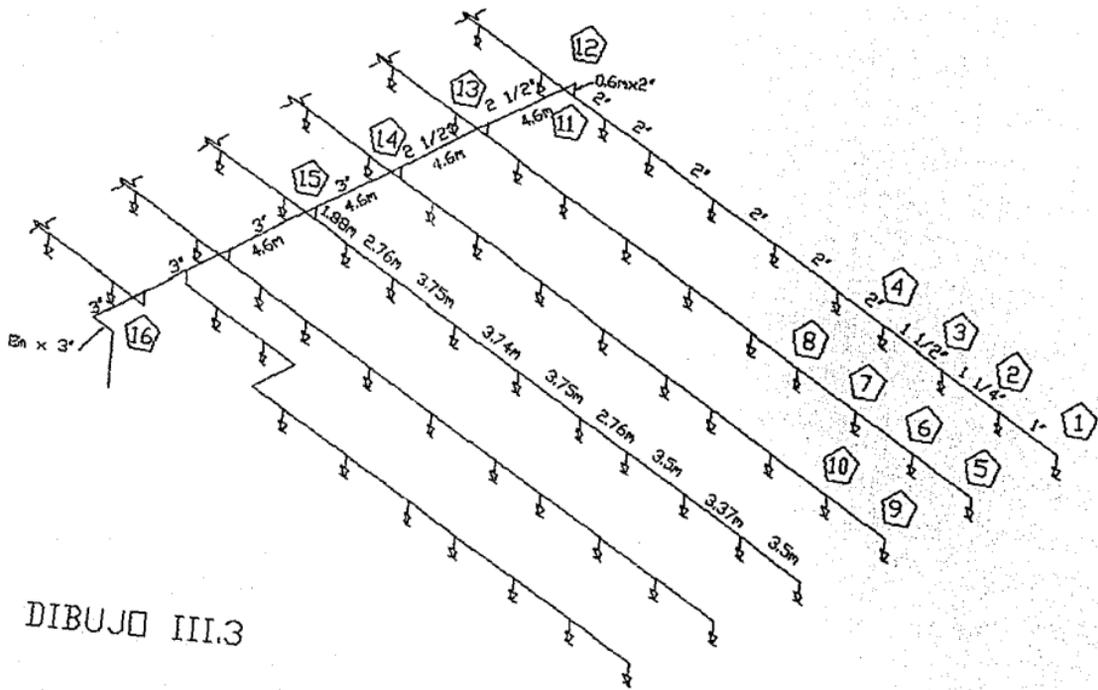
DIBUJO II.3

N  
↑

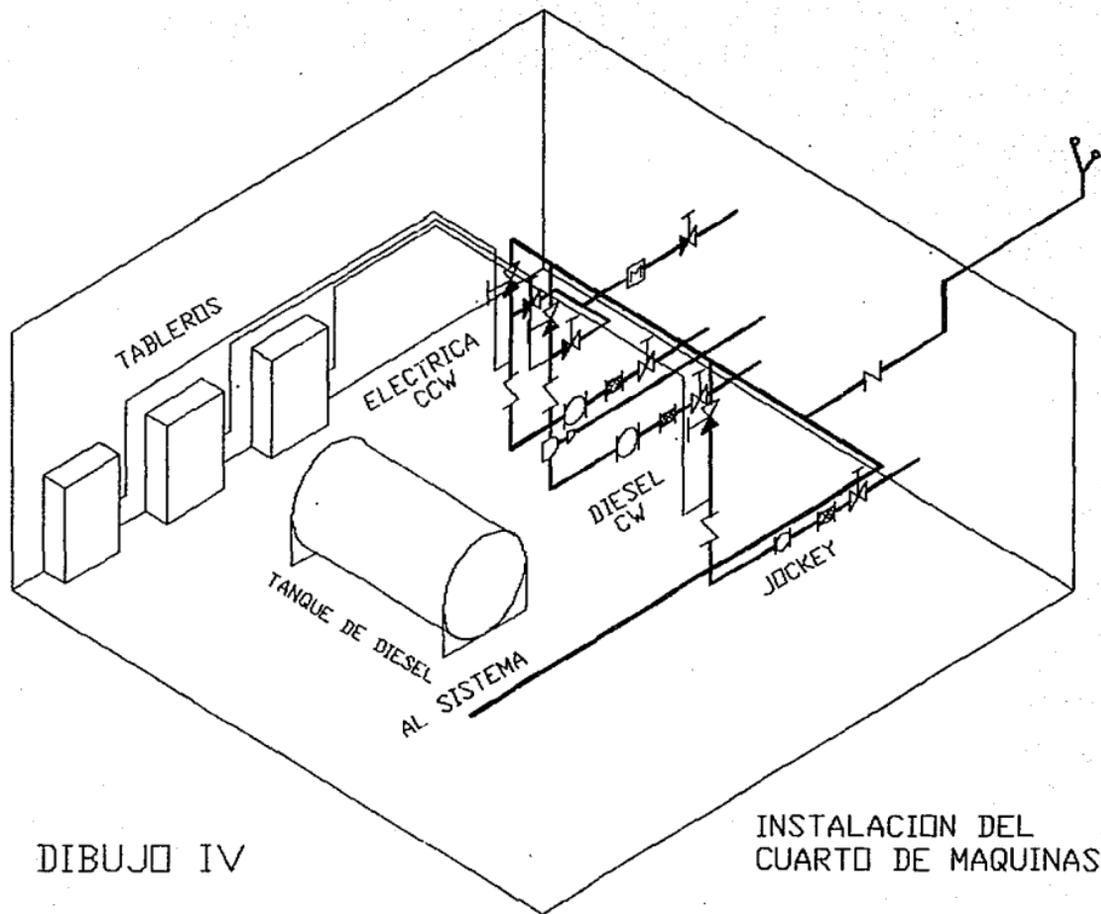


AREA DE OPERACION  
ESTACIONAMIENTOS

U.N.A.M.	F.I.
TESIS	
ESCALA: SIN ESCALA	
FECHA: 5-10-94	DIB. A.N.R.
DIBUJO No. III.2	

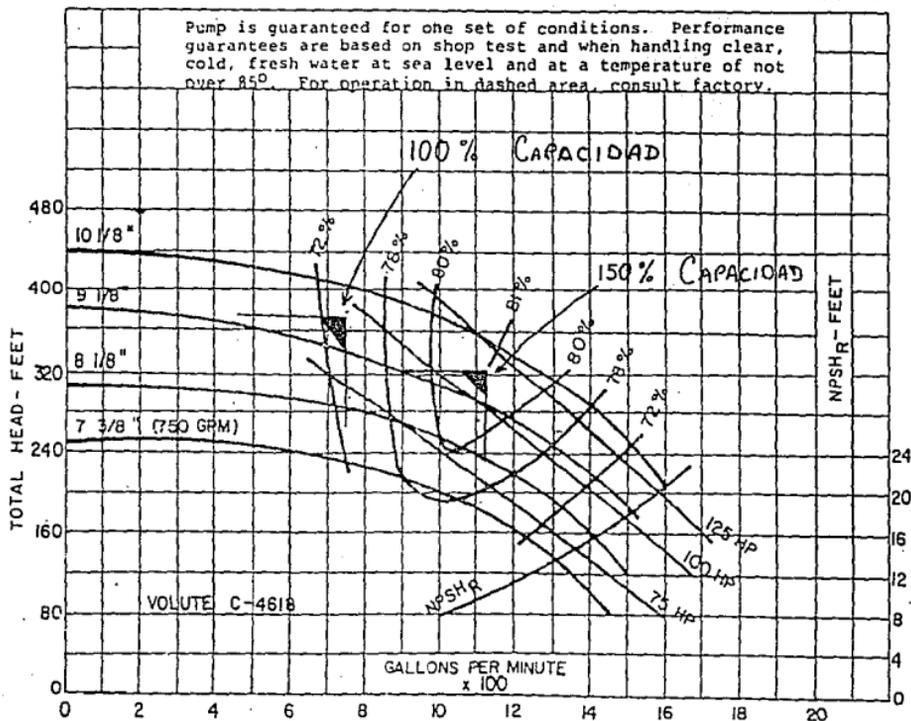


DIBUJO III.3



DIBUJO IV

INSTALACION DEL  
CUARTO DE MAQUINAS



SIZE B TYPE	6 x 5 MAA	RPM	3560	REF.	EYE AREA	24.4
CURVE NO	5MAA-G-1	IMPELLER	B-11313 B		MAX. SPHERE	3/4"

**PATTERSON PUMP COMPANY**  
A subsidiary of The Grinnell Pump Co.

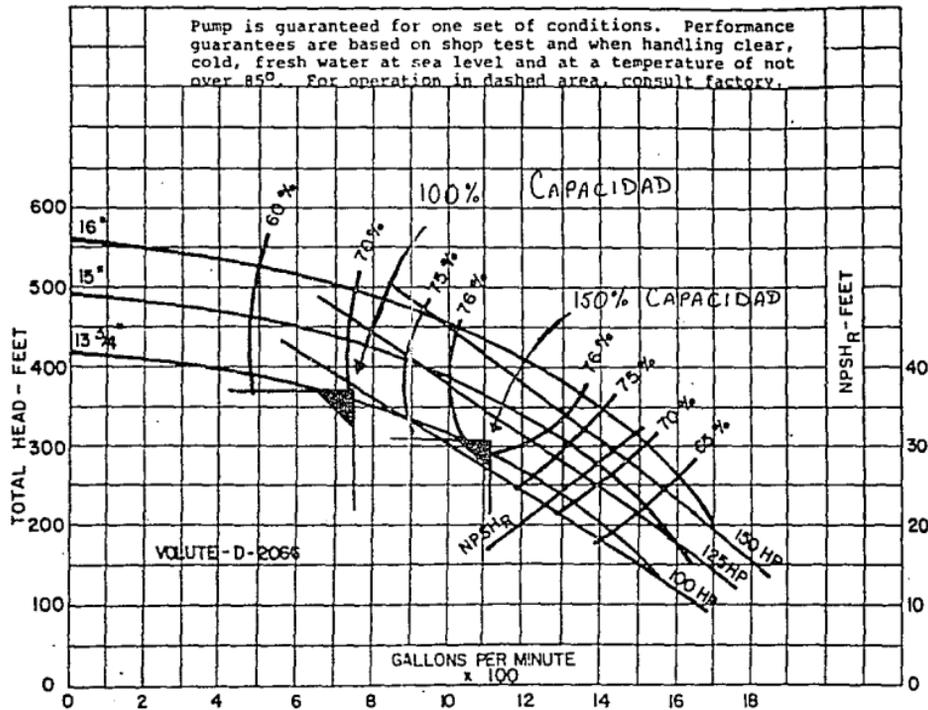


CURVA 1

TELEPHONE:  
1701 866-2101  
Pat. Office Reg. 299  
Tech. Serv. 53477

Section

**A**



SIZE & TYPE	6 x 5 DMD	RPM	1780	REF	EYE AREA	23.7
CURVE NO.	5 DMD-E	IMPELLER	C-4314 & C-4314-1		MAX SPHERE	5/8"

PATTERSON PUMP COMPANY  
A subsidiary of The Goodyear-Tyres Co.



CURVA 2

TELEPHONE:  
1708 546-2101

Pat. Office Box 799  
Toccoa, Georgia 30577

Section

C

### 3.3. Equipo contra incendio sin las normas de la NFPA.

El sistema de protección contra incendio, tiene la única función de abastecer agua a presión a la red de hidrantes en el momento de que cualquier válvula de hidrante sea abierta.

El sistema contra incendio consiste en dos bombas, una accionada por motor eléctrico y otra accionada por un motor de combustión interna, y algunas veces una bomba para mantener la presión.

Las bombas centrifuga, son diseñada para proporcionar una presión determinada para abastecer dos mangueras abiertas con un flujo de 280 l/m (74 gpm), y poder suministrar hasta el 150% de este gasto sin sobrecargar el motor, el cual sería un gasto de 420 l/m (111 gpm), teniendo en cuenta que la presión no deberá caer a menos del 65%.

#### 3.3.1. Cálculos

El cálculo es realizado en el hidrante mas lejano, debido a que es el que requiere la mayor presión, teniendo en cuenta lo siguiente.

Presión mínima a la salida de la manguera	30 psi
Perdidas por fricción en la manguera	25.4 ft longitud equivalente.

Nota: las pérdidas por fricción en la manguera pueden variar de acuerdo al fabricante.

La tubería será de 2 ½" con el fin de no tener velocidades muy altas.

Velocidad en la tubería. La velocidad en la tubería es verificada de acuerdo a la siguiente formula:

$$Q = 416.39 \text{ l/min.}$$

$$d = 2 \frac{1}{2}'' = 62.7 \text{ mm}$$

$$Q = \frac{A}{V} = \frac{4Q}{\pi * d^2} = \frac{4(0.4164)}{\pi(0.0627)^2} = 134.8 \frac{m}{min} = 2.25 \frac{m}{s}$$

por lo que estamos dentro de los limites, es valor recomendado es que sea menor a 4 m/s.

Porcentaje de pérdidas por fricción en la tubería = 0.05 psi/ft

Cálculo de la carga total de las bombas.(ver dibujo V y VI)

Presión estática	72 m	236.16 ft
Presión en la manguera.	30 psi	69.3 ft
Perdidas por fricción.		
Manguera		25.4 ft
Tubería 104.8 m		17.19 ft
Accesorios		
5 codas 2 ½		15.0 ft
1 tee de 2 ½		12.0 ft
1 válvula check de 2 ½		14.0 ft
1 válvula de cierre de 2 ½		1.0 ft
Carga dinámica total		398.89 ft

Por lo que las bombas serán seleccionadas con los siguientes datos:

Gasto	74 gpm
Carga	393.89 ft

### 3.3.2. Selección de las bombas.

La bomba seleccionada tiene las siguientes características.

Capacidad	gpm	lpm	psi	pies	metros	Eff	BHP
100 %	74	280	170.5	393.9	119.4	60	12.6
150 %	111	420.2	153.25	354.0	107.3	63	15.75

### Equipo contra incendio eléctrico

El motor de bombeo contra incendio con motor eléctrico, esta formado por los siguiente componentes:

Un interruptor de presión que detecta las variaciones de presión en la red de hidrantes.

Un manómetro que indica la presión de la red.

Un tablero de fuerza y control. La función básica de este tablero es el arranque automático del motor al bajar la presión del agua en la red de incendio, la señal de arranque es obtenida por un interruptor de presión colocado en la misma red, al cerrar este su contacto, el control arranca al motor y cuando se establece la presión en el sistema, el control para el motor de la bomba..

Este tablero cuenta con lo siguiente:

Una combinación de interruptor termomagnético y arrancador magnético con protección térmica.

Un selector de operación de tres pasos. Manual - Fuera - Automático

Protección por bajo nivel de cisterna.- Para la protección por bajo nivel, necesitamos contar con dos electrodos dentro de la cisterna, los cuales identificamos como electrodo bajo de cisterna y electrodo alto de cisterna, los cuales se ajustan a diferentes alturas. Para que el equipo funcione correctamente deberán estar los dos electrodos dentro del agua. En caso de que el nivel de la cisterna baje y se descubra el electrodo alto, el equipo seguirá trabajando normal, hasta que el nivel del agua baje quedando el electrodo bajo descubierto, en este momento el control parara la bomba, restableciéndola hasta que los dos electrodos queden otra vez cubiertos por el agua.

El equipo funciona manualmente con solo cambiar la posición del selector de operación a MANUAL, con esto la bomba trabaja sin parar no importando la presión de la red y solo parara la bomba por la protección de bajo nivel de cisterna.

**Equipo contra incendio con motor de combustión.**

Este sistema de bombeo contra incendio con motor de combustión interna esta formado por los siguientes componentes:

Una bomba centrífuga accionada por un motor de combustión interna, generalmente Volkswagen u otro que nos de la potencia necesaria.

Un interruptor de presión que detecta las variaciones de presión de la red de hidrantes.

Un manómetro que indica la presión en la red.

Un tablero de control.- Con el propósito de arrancar automáticamente el motor de combustión interna, la señal de arranque es obtenida de un interruptor de presión colocado en la red de incendio, este interruptor opera cuando baja la presión en la red, el tablero cuenta con protección por baja presión de aceite en el momento en que se registra una falla en el motor el control manda una señal de paro.

El tablero cuenta con un cargador de baterías automático

Amperímetro montado en la puerta que indica la carga de la batería.

La bomba debe mantenerse operando mientras la o las válvulas de hidrantes permanezcan abiertas, en el momento en que las válvulas sean cerradas, la presión de la red empezara a incrementarse y esto provocara que el interruptor de presión abra sus contactos, sin embargo la bomba se mantendrá trabajando por un periodo de 30 a 40 segundos con el fin de que la red quede totalmente saturada y la presión se restablezca.

**Bomba Jockey.**

La bomba jockey nos debe entregar el 1% del gasto y 10 psi arriba de la bomba contra incendio, por lo que la seleccionaremos con los siguientes datos:

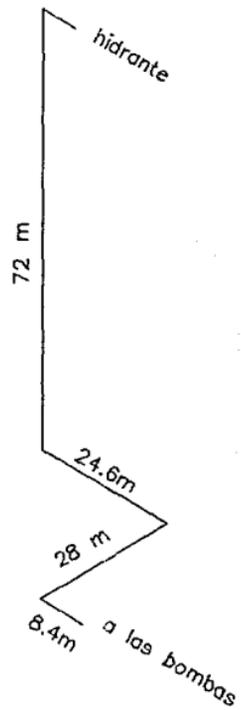
gasto = 7.4 gpm (28 l7 min)

presión = 403 psi.

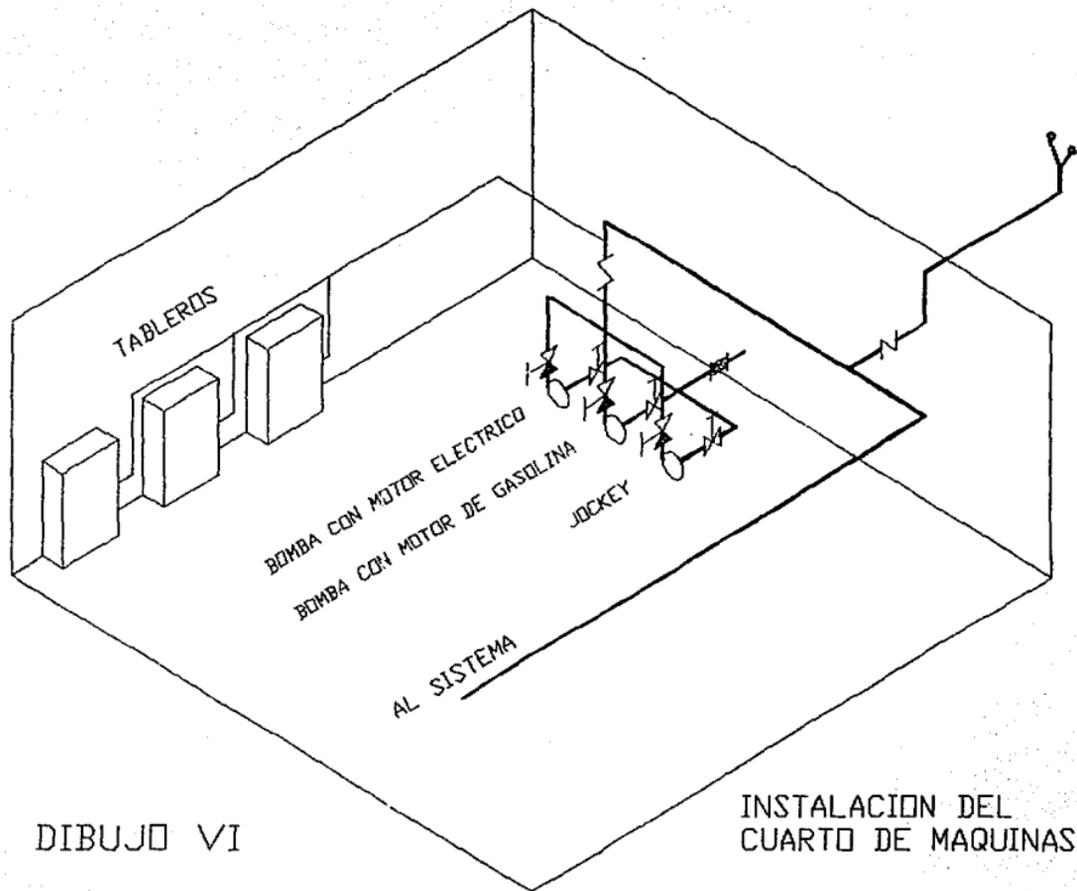
### 3.3.3. Costo.

De igual forma que el problema anterior solo mencionaremos el costo del equipo de bombeo, para tener un costo representativo.

Cantidad	Concepto	Costo unitario	Total
Contra incendio eléctrico			
1	Bomba centrífuga acoplada a motor eléctrico de 20 hp	4500.0	4500.0
1	Manómetro	85.0	85.0
1	Interruptor de presión	130.0	130.0
1	Tablero de fuerza y control	3500.0	3500.0
Contra incendio de combustión interna			
1	Bomba centrífuga acoplada a motor VW	10200.0	10200.0
1	Manómetro	85.0	85.0
1	Interruptor de presión	130.0	130.0
1	Tablero de control	3600.0	3600.0
Bomba jockey			
1	Bomba centrífuga con motor eléctrico	1250.0	1250.0
1	Interruptor de presión	130.0	130.0
1	Manómetro	85.0	85.0
1	Tablero de fuerza y control	2600.0	2600.0
<b>Total</b>			<b>26295.0</b>



U.N.A.M.	F.I.
TESIS	
ESCALA: SIN ESCALA	
FECHA: 5-10-94	DIB. A.N.R.
DIBUJO No. V	



DIBUJO VI

INSTALACION DEL  
CUARTO DE MAQUINAS

#### 4.- CONCLUSIONES.

Hoy en día debido a los grandes avances en la ingeniería civil, existen edificios más altos, los cuales admiten a un gran número de personas, que podrían ser comparadas con una pequeña ciudad. Es por esto que deben tener una seguridad extremista, por ejemplo en un caso de incendio no se tiene el tiempo necesario para realizar una evacuación del edificio, tomando en cuenta que las únicas salidas son las escaleras y salida de emergencia las cuales son insuficientes, debido a que los elevadores dejan de funcionar para evitar que las personas pudieran quedar encerradas en ellos; y la mayoría de las personas involucradas en un siniestro de este tipo son presas fáciles del pánico.

Hay que tener en cuenta que por el tamaño de los edificios, una gran parte queda fuera de la capacidad de cualquier cuerpo de bomberos, por lo que la única solución es la instalación de un sistema de protección contra incendio.

Existen diferentes tipos de protección contra incendio, desde un extintor hasta un sistema automático de rociadores, complementado con otras normas de seguridad, como podrían ser alarmas contra incendio, elevadores automáticos, los corredores a las puertas de escape sean herméticos con acabados de materiales no combustibles, puertas automáticas, un diseño apropiado del aire acondicionado y calefacción debido a que es un elemento conductor de humos o gases de combustión en un incendio, luces de emergencia, etc.

Un sistema contra incendio debe ser seguro, hay que tenerle la confianza de que funcionara automáticamente en un momento crítico, sin que se le tenga que intervenir, debido a que nadie se arriesgara ni se preocupara de arrancarlo en caso de un incendio.

Existen dos sistemas contra incendio que son comúnmente instalados, los cuales son totalmente diferentes desde el precio hasta los principios de ingeniería en que están basados, de estos sistemas se mencionaran las diferencias entre ellos.

El sistema contra incendio que no tiene las normas de la NFPA, solo cuenta con un sistema de bombeo y una red de hidrantes. Este sistema funciona cuando se abre cualquier válvula de la red de hidrantes, por lo que es necesario de una persona que tenga conocimiento sobre el manejo de las mangueras contra incendio, debido a que si se utiliza una manguera sin previo adiestramiento podemos ocasionar un accidente debido a la presión que se tiene sobre ella. Otra desventaja que se tiene es que si no nos damos cuenta del incendio en sus inicios este podría expandirse y salir totalmente de nuestro control.

Otro problema que se tiene con este sistema es que se cuida demasiado el equipo por cualquier anomalía (sobrecarga, calentamiento, niveles de cisterna, falta de aceite, etc.) por lo que este concepto debe ser cambiado, es mejor perder un equipo que tal vez no tenga un costo monetario muy alto respecto al inmueble.

El sistema para detectar el fuego es por medio de la observación de las personas, y muchas veces es porque son visibles las llamas a una distancia considerable, donde lo único que se puede hacer es el dar aviso a los bomberos y evacuar el edificio.

Hay que recordar que las mayoría de los grandes incendios son iniciados en un área reducida, por lo que si combatimos el incendio desde sus inicios este no llegara a mayores consecuencias.

En un sistema contra incendio bajo las normas de la NFPA, se tienen un gran número de ventajas con respecto al sistema anteriormente mencionado, este sistema es totalmente confiable debido a que se basa en los últimos avances de la tecnología y experiencias.

El equipo tiene el concepto de funcionar en condiciones críticas, puede llegar a condiciones que lo lleven a destruirse, dicho equipo no tiene ninguna protección. (Bajo nivel de cisterna, sobre carga, sobre calentamiento, anomalías en el motor de combustión interna, etc.), por lo que lo hacen tener una alta eficiencia.

Todo el equipo destinado para la protección contra incendio y que ha sido aprobado para trabajar como tal, se le han realizado un gran número de pruebas en algún laboratorio que este autorizado para tal, esto es con el fin de comprobar que las cumpla, y que realmente funcionara cuando se le necesite, tomando en cuenta todas las posibilidades por las que pudiera fallar.

Otra de las ventaja que se tiene al instalar un equipo aprobado por la NFPA es que las primas de los seguros bajan considerablemente, por lo que la inversión inicial tiende a recuperarse,

Tenemos muchas ventajas en este sistema, pero esta no es suficientemente importante para respetar las normas, hay que recordar que todos estamos expuestos a sufrir un acontecimiento de este tipo, podrían ser nuestros familiares, amigos o nosotros mismos, por lo que estamos expuestos a morir en un edificio inadecuadamente protegido contra incendio por un equipo de bajo costo.

**ANEXO**

## ANEXO 1.

### 1.1. INSPECCION, PRUEBAS Y MANTENIMIENTO DE BOMBAS CONTRA INCENDIO

Resumen de inspección, pruebas y mantenimiento.

Componentas	Actividad	Frecuencia
Cuarto de bombas		
Calefacción	Inspección	Cuando requiera calefacción
Ventilación	Inspección	Semanal
Sistema de bombeo		
Bomba	Prueba	Semanal
Condiciones de flujo	Prueba	Anual
Hidráulica	Mantenimiento	Anual
Mecanismos de transmisión	Mantenimiento	Anual
Sistema eléctrico	Mantenimiento	
Tablero de control	Mantenimiento	Varias
Motor		
Diesel, componentes	Mantenimiento	Varias

#### Inspección.

##### Inspección semanal.

Condiciones del cuarto de bombas.

Temperatura adecuada, no menor de 40°F(70°C para bomba con motor diesel)  
Ventilador sin obstrucciones

Condiciones del sistema hidráulico.

Succión y descarga de la bomba totalmente abiertas.  
Tubería libre de fugas.  
Lectura del manómetro de succión normal.  
Deposito de succión lleno.

Condiciones del sistema eléctrico.

Señal visual del tablero de control encendida (power on).  
Interruptor de transferencia normal, luz encendida.  
Interruptor desconector cerrado - fuente standby (emergencia).  
Luz piloto de inversión de fase apagado, o luz piloto de fase normal prendido.  
Nivel de aceite del motor normal. Condiciones del motor diesel.  
Tanque de combustible lleno dos terceras partes.  
Interruptor del tablero de control en AUTO  
Lectura del voltaje de las baterías(2) normal  
Lectura del amperaje de las baterías normal.  
Todas las luces piloto de alarma apagadas.  
Lectura del tiempo de funcionamiento de la máquina.  
Nivel de aceite correcto.  
Nivel de aceite del cigüeñal correcto.  
Nivel de agua de enfriamiento normal.  
Nivel del electrolito de las baterías normal.  
Baterías libres de corrosión.  
Chaqueta de calentamiento en operación

**Observaciones semanales.**

**Bomba funcionando**

Bombas horizontales	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Revisar los empaques que se encuentren libres de goteo</li><li>2. Ajustar estopero.- aproximadamente una gota por segundo para que permanezca bien lubricado.</li><li>3. Observar la succión y descarga, en la máxima presión deben estar libres de fugas</li></ol>
---------------------	--

**Pruebas.**

**Motor eléctrico.**

Semanalmente es probado el motor eléctrico de la bomba, accionándola durante un mínimo de 10 minutos.

**Motor Diesel.**

Con el fin de tener en óptimas condiciones el motor diesel se le es realizada una prueba semanal con una duración de no menos de 30 minutos.

**Procedimiento de la prueba.**

**Sistema hidráulico**

**Lectura de manómetro de succión y descarga.**

Revisar el estopero de la bomba

Ajustar estopero si es necesario.

Revisar la bomba por ruido o vibraciones inusuales.

Revisar empaques, baleros, y sobrecalentamiento en la carcasa de la bomba.

Registrar la presión de arranque.

**Sistema eléctrico.**

Observar el tiempo del motor para acelerarse a su velocidad total

Registrar el tiempo del primer peso (para arranque tipo voltaje reducido o corriente reducida)

Registrar el tiempo de funcionamiento de la bomba ( para paro automático por el tablero)

**Sistema diesel**

Observar el tiempo de arranque

Observar el tiempo para que la máquina obtenga su velocidad.

Observar periódicamente el manómetro de presión de aceite, indicador de velocidad, temperatura de agua y aceite, registrar anomalías.

Revisar flujo de agua de enfriamiento hacia el intercambiador de calor.

#### Procedimiento de la prueba anual.

Para condiciones sin flujo

Revisar la operación de la válvula de alivio en la carcasa.

Revisar la válvula de alivio principal (si es instalada) para una correcta operación.

Prueba continua durante 1/2 hora.

Para condiciones con flujo.

Registrar voltaje y corriente (todas las fases).

Registrar la velocidad de la bomba en r.p.m.

Registrar lecturas de la succión y descarga de la bomba, a diferentes flujos.

Observar la operación por cualquier indicación de alarma o anomalía.

Revisar flujo de agua de enfriamiento hacia el intercambiador de calor.

## 1.2 INSPECCION, PRUEBAS Y MANTENIMIENTO DE SISTEMA DE ROCIADORES.

A continuación se muestran los mínimos requerimientos necesarios para inspección, pruebas y mantenimiento para el sistema de rociadores.

Componente	Actividad	Frecuencia
Manómetros (sistema seco, presión, diluvió)	Inspección	Semanal/mensual
Válvulas de control	Inspección	Semanal/mensual
Dispositivos de alarmas	Inspección	Mensual
Manómetros (sistema húmedo)	Inspección	Mensual
Construcción	Inspección	Anual (prioridad por congelamiento)
Soportes/mensulas oscilantes	Inspección	Anual
Tubería	Inspección	Anual
Rociadores	Inspección	Anual
Conexión bomberos	Inspección	Anual
Válvula (todos tipos)	Inspección	Ver tabla
Dispositivos de alarmas	Prueba	Trimestral
Drenado	Prueba	Trimestral
Solución anticongelante	Prueba	Anual
Manómetros	Prueba	5 años
Rociadores alta temperatura	Prueba	5 años
Rociadores	Prueba	10 años
Válvulas (todos tipos)	Mantenimiento	Anual o cuando sea necesario
Investigación de obstrucciones	Mantenimiento	5 años o cuando sea necesario

### Rociador.

Los rociadores son inspeccionados visualmente anualmente, se deben encontrar libres de corrosión, obstrucciones que varíen el patrón de descarga, materiales externos, pintura y daños físicos, si cualquiera de estas condiciones existe, el rociador debe ser reemplazado, por otro de las mismas características.

Revisar el gabinete de los rociadores para reposición el cual no debe estar expuesto a humedad, polvo, corrosión y a una temperatura menor de 100°F (38°C)

## **Tubería.**

La tubería de la red de los rociadores es inspeccionada anualmente verificando que este en óptimas condiciones y libre de daños mecánicos, fugas, corrosión o desalineamientos, y no debe estar sujeta a cargas externas.

## **Soportes.**

Los soportes y tirantes son inspeccionados anualmente, si se encuentra dañados o flojos, deben ser reparados o reemplazados.

## **Manómetros.**

La inspección consiste en verificar la presión la cual debe ser a la que se diseño dicho punto.

- Sistema tubo húmedo.- Inspección mensual
- Sistema tubo seco o pre-acción y diluvio.- Inspección semanal

Los manómetros son probados y calibrados o reemplazados cada cinco años.

## **Construcción**

La construcción es inspeccionada anualmente, excepto si existen condiciones de congelamiento, verificando cualquier condición que pueda llegar a congelar las líneas del sistema o del tanque de suministro de agua.

## **Dispositivos de alarma.**

la inspección de los dispositivos de alarmas es realizada mensualmente por daños físicos verificando todas las conexiones eléctricas

## **Válvulas.**

### **Inspección y mantenimiento de válvulas.**

Inspección de válvulas y conexión de bomberos

<b>Componente</b>	<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia</b>
Válvulas de control		
Sellado	Inspección	Semanal
Aseguramiento (candado)	Inspección	Mensual
Válvulas alarma		
Exterior	Inspección	Mensual
Interior	Inspección	5 años
cadazo, filtros, orificios	Inspección	5 años
Válvulas check		
Interior	Inspección	5 años
Válvulas Pre-accion/diluvio		
Cubierta	Inspección	Diaria/semanal
Exterior	Inspección	Semanal
Interior	Inspección	Anual / 5 años

Cedazo, filtros, orificios	inspección	5 años
Válvulas Tubo seco/rápida respuesta		
Cubierta	Inspección	Diaria / semanal
Exterior	Inspección	Semanal
Interior	Inspección	Anual
Cedazo, filtros, orificios	inspección	5 años
Válvulas para regular presión y alivio		
Sistema de rociadores	Inspección	Diaria/semanal
Conexión de mangueras	Inspección	Mensual
Conexión de bomberos	Inspección	Mensual

#### Válvulas de control.

Estas son inspeccionadas semanalmente a menos que se tengas con candado.

El supervisor debe verificar lo siguiente:

- En posición abierta o cerrada dependiendo del uso.
- Se encuentre propiamente sellada y asegurada con un candado.
- Accesible
- Libre de goteras.
- Propiamente identificada.

#### Válvulas de alarma.

Estas son inspeccionadas mensualmente verificando lo siguiente:

- Manómetros, con presiones normales.
- Válvulas libres de daños físicos.
- Cámara de retardo o alarma de drenado libre de fugas.

Las válvulas de alarma y Cedazos asociados son inspeccionados internamente cada 5 años.

#### Válvulas pre-acción y diluvio.

En estas válvulas se verifica lo siguiente:

- La cubierta debe ser inspeccionada diariamente cuando exista riesgo de congelamiento, de lo contrario la inspección es semanal.
- Los manómetros son inspeccionados semanalmente (mensual si es usado en el suministro de aire).
- Las válvulas son inspeccionadas semanalmente para verificar.
  - Si no tienen daños físicos.
  - Posición de la válvula.
  - Si existen fugas del sello.
  - Componentes eléctricos en servicio.
- El interior de las válvulas y las condiciones de los dispositivos de detección son inspeccionados anualmente.
- Cedazos, filtros, orificios y diafragma de la cámara, son inspeccionados internamente cada cinco años.

Válvulas en tubería seca y dispositivos de respuesta rápida.

En estas válvulas se verifica lo siguiente:

- La cubierta debe ser inspeccionada diariamente cuando exista riesgo de congelamiento, de lo contrario la inspección es semanal.
- Los manómetros son inspeccionados semanalmente (mensual si es equipo con alarmas, bajo presión de aire o nitrógeno).
- Las válvulas son inspeccionadas semanalmente para verificar:
  - Si no tienen daños físicos.
  - Posición de la válvula.
  - Si existen fugas en la cámara Intermedia.

Válvulas para regular la presión de los rociadores.

Todas las válvulas son inspeccionadas mensualmente para verificar:

- Válvula abierta.
- Si existen fugas.
- Si se mantiene la presión de diseño.
- Válvula en óptimas condiciones.

#### **PRUEBAS.**

No es necesario disparar los rociadores, hay que desmontar una muestra y mandarla a laboratorios para certificar su operación, así como el equipo que requiera ser probado, la prueba es realizada cada diez años, si son rociadores del tipo para altas temperaturas [325°F (163°C) o mayor], así como los rociadores que están expuestos a altas temperaturas, la prueba se realiza a intervalos de cinco años.

La muestra consiste de un mínimo de dos rociadores por nivel o subida, y no menos del cuatro por ciento del número de rociadores instalados.

Sistema anticongelante.

La prueba de los puntos expuestos a congelamiento se realizan pruebas anualmente mediante un hidrómetro y un refractómetro.

**Solución anticongelante usada con agua no potable**

Material	Solución (volumen)	Gravedad específica a 60°F (15.6°C)	Punto de congelación	
			*F	*c
Glicerina	*			
Dietilen Glicol	50% agua	1.078	-13	-25.0
	45% agua	1.081	-27	-32.8
	40% agua	1.086	-42	-41.1
Etilen Glicol	61% agua	1.066	-10	-23.3
	56% agua	1.063	-20	-28.9
	51% agua	12.069	-30	-34.4
	47% agua	1.073	-40	-40
Propilen Glicol	*			

\* Usar la siguiente tabla

**Solución anticongelante usada con agua potable**

Material	Solución (volumen)	Gravedad específica a 60°F (15.6°C)	Punto de congelación	
			*F	*c
Glicerina	50% agua	1.133	-15	-26.1
Grado C.P. o U.S.P	40% agua	1.151	-22	-30.0
	30% agua	1.165	-40	-40.0
	Propilen Glicol	70% agua	1.027	+9
Propilen Glicol	60% agua	1.034	-6	-21.1
	50% agua	1.041	-26	-32.2
	40% agua	1.045	-60	-51.1

C.P. - Chemically pure.

U.S.P.- United States Pharmacoplia 96.9%

**Investigación y prevención de obstrucciones.**

Una investigación debe ser realizada cada vez que ocurra cualquiera de las siguientes condiciones, para ser identificado el problema y ser reparado:

- Defecto en las malla de succión de las bombas, cuando estas tienen succión de un tanque abierto.
- Obstrucción de materiales en la descarga durante las rutinas de prueba.
- Presencia de materiales externos en las bombas o válvulas.
- Alta coloración del agua durante las pruebas de drenado o si las conexiones para prueba se encuentran tapadas.
- Rociadores tapados.
- Alteraciones durante la remodelación de la construcción..
- Falsas alarmas de válvulas en sistemas de tubo húmedo.
- existencia de Silicato de Sodio, el cual puede tapar los orificios de los rociadores.

**Proceso de lavado.**

De la investigación anterior que nos indica el problema, además de repararlo es necesario un programa de limpieza. El programa de limpieza consiste en forzar aire o agua a través

de la tubería para desalojar una obstrucción. Existen diferentes técnicas para lavar la tubería las cual varía dependiendo de sus dimensiones.

### **1.3 ACCESORIOS CONTRA INCENDIO.**

#### **Mangueras:**

Las mangueras son agrupadas dentro de tres grupos dependiendo del servicio al que estará destinado.

Clase I.- Este emplea mangueras de 2½", las cuales están hechas para ser operadas por el departamento de bomberos los cuales están entrenados en el manejo de incendios intensos. En edificios altos que no cuentan con sistema de rociadores y en los cuales no alcanzan las escaleras de los bomberos, el sistema clase I puede proveer agua para las formas primarias de ataque al fuego. Cabe mencionar que nunca se deben manejar estas mangueras si no se esta previamente capacitado por lo que podría causarse un accidente.

Clase II.- Este emplea mangueras de 1½", las cuales pueden ser utilizadas por los ocupantes de edificios hasta que el departamento de bomberos llegue, las mangueras se conectan a chiflón de niebla o la combinación de chiflones de niebla y chorro directo . Por lo general la manguera se guarda en el gabinete donde se tiene una válvula de desconexión (válvula de globo angular), llave para ajustar coples y muchas veces un extintor. En sistema contra incendio pequeños los sistemas de mangueras pueden conectarse con la red de rociadores sin necesidad de tener dos redes separadas.

Clase III.- Este sistema es una combinación de los dos anteriores por lo tanto puede ser utilizado por personal entrenado y/o departamento de bomberos. Para este sistema mixto se tienen conexiones para mangueras de 2½" para personal entrenado y conexiones para manguera de 1½" para el personal que ocupa el edificio.

#### **Monitores estacionarios.**

Estos dispositivos son especialmente diseñados para un largo alcance para la protección de grandes cantidades de combustible, naves industriales y otros riesgos especiales, los cuales consumen grandes cantidades de agua, los monitores son usualmente ajustados a diferentes boquillas de 1½", 1 3/4" y 2" (38 mm, 45 mm y 51 mm).

#### **Inspección y mantenimiento.**

La inspección visual es realizada en periodos mensuales para determinar que estén libre de corrosión, materiales ajenos, daños físicos, temperatura y otras condiciones que pueden afectar su funcionamiento de acuerdo a la siguiente tabla.

Inspección y mantenimiento.

Revisar	Componente	Acción correctiva
	Conexiones para Mangueras	
Falta de tapones		reemplazar
Conexión de bombos dañada		reparar
Falta o daño en los empuques de tapones		reemplazar
Fuga en la válvula		Cerrar o reparar
Obstrucciones visibles		Remover
	Tubería	
Daños físicos		Reparar
Válvulas de control dañadas		Reparar o reemplazar
Falta o daño en los soportes		Reparar o reemplazar
Daño o falta de dispositivos para pruebas		Reparar o reemplazar
	Mangueras	
Inspección presencia de moho, cortaduras, abrasión y evidencia de deterioración.		Reemplazar
Copias dañados		Reparar o reemplazar
Falta o daño de empuques		Reemplazar
Roscas incompatibles con los coples		Reemplazar o proveer de un adaptador
Manguera desconectada		Conectar
	Monitores	
Falta de boquilla		Instalar boquilla
Falta o daño de empuques		Reemplazar
Obstrucciones		Remover
No operan fácilmente		Reparar o reemplazar
	Gabinetas	
Revisar todas las partes por corrosión o daños físicos		Reparar o reemplazar partes. Reemplazar el gabinete si es necesario.
Dificultad para abrir		Reparar
Puerta no abre totalmente		Reparar o mover obstrucciones
Vidrio roto		Reemplazar
Si el vidrio a sido roto verificar si funciona apropiadamente		Reparar o reemplazar
Obstrucciones visibles		Remover
Todas las válvulas, boquillas, extintores, etc., son fácilmente accesibles.		

## 1.4. TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA.

Estos son los mínimos requerimientos de inspección y mantenimiento de los tanques de almacenamiento de agua.

### Inspección.

- El nivel de agua debe ser revisado a finales de mes
- El exterior del tanque, estructura de soporte, pasillos y/o escaleras, son inspeccionadas mensualmente por daños o vencimientos de la estructura.
- Los alrededores del tanque debe de estar libre de combustible, basura, escombros, o materiales que presenten facilidad de incendiarse.
- El área debe estar libre de la acumulación de materiales u otras partes que aceleren la corrosión (para tanques de acero).
- El tanque y su estructura debe estar libre de hielo
- El interior del tanque es inspeccionada cada 5 años, si el interior del tanque es de acero con un recubrimiento deberá se cada dos años, si el tanque esta bajo presión será cada tres años.
- La pintura exterior del tanque, cubierta o superficies aisladas del tanque y soportes son inspeccionados anualmente.
- Si el tanque se encuentra bajo presión, la presión del aire es inspeccionada mensualmente.
- Si se utiliza un sistema de calentamiento debe ser inspeccionado durante los días que lo requiera.
- La temperatura del agua es inspeccionada diariamente (solo donde exista riesgo de congelamiento), la cual no debe ser menor a 40°F (4°C).
- Las juntas de expansión, donde sean instaladas, son inspeccionadas por goteras o roturas anualmente.
- Todas las válvulas involucradas con el tanque de almacenamiento son inspeccionadas de acuerdo a los siguientes intervalos:
  - a) Válvulas de cierre - Semanalmente
  - b) Válvulas que visualmente indiquen si están abiertas o cerradas - Mensual

### Mantenimiento.

- El tanque debe ser mantenido en el nivel de diseño.
- El tanque y estructura debe ser protegidos contra corrosión, oxido, daños mecánicos, acumulación de escombros y sedimentos
- Protección catódica, esta es provista con un mantenimiento anual de acuerdo al fabricante del tanque.
- los termómetros del tanque deben ser mantenidos de acuerdo al fabricante.
- Todas las válvulas de drenado son abiertas a su totalidad y cerradas anualmente.
- Donde exista sistemas de calentamiento este es mantenido de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
- Las reparaciones del tanque son hechas con material que no se desprenda y pueda obstruir la salida.
- La soldadura del tanque se realiza de acuerdo con AWWA D100 (AWSD5.2) Standard for Welded Steel Tanks for Water Storage, from the American Works Association.

## BIBLIOGRAFÍA

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.

- (1) American Water Works Associations.  
AWWA C104 - 1990  
Cement-mortar linings for cast-iron and ductile-iron pipe and fittings for water.
- (2) NFPA 13,  
National Fire Protection Association  
Installation of sprinkler systems
- (3) NFPA 24, National Fire Protection Association.  
Inspection, testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems,  
1992 Edition.
- (4) Operation and Maintenance Manual Fire Pump Drive Engines.  
Cummins Engine Company Inc.  
Bulletin No. 3810374-01 Printed 3/92
- (5) Automatic Sprinkler Systems  
Seminar Workbook  
National Fire Protection Association.  
Gerald R. Schultz, Zurich-American Insurance Group  
1994 Edition.
- (6) Protección Contra Incendio  
Carlos Fariás de la Garza  
Publicaciones "AMERIC"  
México Noviembre 1982
- (7) Factory Mutual Approval Guide.  
Factory Mutual, Norwood,  
Factory Mutual Research Group (issued annually)
- (8) NFPA Journal  
May/June 1994  
Volume 88/Number 3
- (9) Manual de hidráulica  
J.M. de Azevedo  
Guillermo Acosta A.  
De. Harla . México 1973
- (10) Global Fire Pump Seminar 1994  
Design, Installation & Application on Fire Pump Systems  
Toccoa, Georgia U.S.A.
- (11) Hydraulics Institute Standards for Centrifugal, Rotary and Reciprocating Pump  
14th De. Hydraulics Institute, 1983 Edition
- (12) Catalogo General de Patterson Pump Company