

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la**  
**Producción**

" DISEÑO DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE EXTINCIÓN  
CONTRA INCENDIOS DE LOS EDIFICIOS DE LA  
CONTRALORÍA EN GUAYAQUIL BAJO NORMAS NFPA"

**TRABAJO FINAL DE GRADUACION**

Examen Complexivo

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERO MECÁNICO**

Presentado por:

MEDARDO ANGEL SILVA LAYEDRA

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2015

## AGRADECIMIENTO

A mis Amados Padres que hicieron posible mi educación y me guiaron en cada momento de mi vida.

A la ESPOL y sus maestros por marcar la diferencia y el camino a la cima.

# DEDICATORIA

A DIOS

A MIS PADRES

A MI ESPOSA

A MIS HIJOS

AL CIELO AZUL

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

---

Msc. Paul Cajias.

Director

Msc. Victor Guadalupe.

VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de examen complejo me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

---

MEDARDO ANGEL SILVA LAYEDRA

## RESUMEN

El presente proyecto servirá como una guía referencial para la instalación hidráulica de un sistema contra incendios en edificios, el cual tendrá como contenido los requerimientos mínimos de diseño, a fin de garantizar un nivel óptimo de protección para el personal que va a laborar y al público que se va atender, y a las instalaciones, frente a los riesgos potenciales de incendio y/o explosión que puedan originarse en instalaciones.

Para la realización de este trabajo, mediante un análisis de riesgos de incendio se determinaron las zonas cuya probabilidad de ocurrencia de un incendio es alta dentro de los 2 nuevos edificios, el uno nuevo y el otro remodelado de la Contraloría General del Estado en la ciudad de Guayaquil.

Se determina cuáles de las áreas de la edificación, requiere la mayor atención identificando el sector más crítico, se diseña el Sistema de Extinción de Incendios en base a las normas NFPA, en donde constan los requisitos mínimos para la protección de los ocupantes e integridad de la planta. La selección de rociadores, gabinetes, son parte del diseño. Luego se distribuyen los equipos de extinción para realizar el recorrido de la tubería y determinar las pérdidas por fricción. Finalmente se selecciona el equipo de bombeo recomendado que cumplirá con las necesidades de protección contra incendios. Se justifica este proyecto en base a los daños ocasionados en incendios sucedidos en Edificios de atención al público con consecuencias lamentables.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE PLANOS	X
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	
<b>1. GENERALIDADES</b>	
1.1. Antecedentes	4
1.2. Definición del problema	5
1.3. Objetivos	
1.3.1 General	6
1.3.2 Específicos	6
1.4 Alcance	6
1.5. Justificación	7
CAPÍTULO 2	
<b>2. MARCO TEORICO</b>	8
2.1. Sistema contraincendios	

2.1.1	Medidas de protección Pasivas	8
2.1.2.	Medidas de protección Activas	9
2.1.3	Objeto del Sistema Contraincendios	9

## CAPÍTULO 3

### 3. **ANÁLISIS DE RIESGOS, DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS DEL SISTEMA CONTRAINCENDIO**

3.1	Análisis de Riesgos	11
3.1.1	Prevención de la ignición	12
3.1.2.	Control del proceso de Combustión	12
3.1.3	Extinción automática (Sistema de rociadores)	13
3.2.	Descripción y distribución de los edificios	14
3.3.	Selección de métodos de extinción de acuerdo a la distribución de riesgos de los edificios	14
3.4.	Selección de Rociadores automáticos según NFPA 13	
3.4.1	Selección de temperatura del rociador	15
3.4.2	Selección de la densidad y área de diseño	16
3.4.3	Selección del factor k del rociador	17
3.4.4	Calculo del caudal del sistema de Rociadores	19
3.4.5	Selección del rociador	21
3.4.6	Resumen del rociador seleccionado)	23
3.5.	Selección de Gabinetes contraincendios según NFPA 14	



3.5.1 Caudal para consumo de gabinetes	24
3.5.2 Selección de Gabinete. Contraincendios	24
3.5.3 Resumen de Gabinete seleccionado	25
3.6 Cálculo del TDH requerido para el equipo de bombeo	26
3.7 Selección del caudal de la bomba principal	31
3.8 Selección del caudal de la bomba jockey	33
3.9. Volumen requerido para el sistema contraincendios	33

## CAPÍTULO 4

### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1 Conclusiones	34
4.2 Recomendaciones	35

## APÉNDICES

## BIBLIOGRAFÍA

## **ABREVIATURAS**

NFPA: National Fire Protection Association

UL: Underwrites Laboratories

FM: Factory Mutual

PQS: Polvo Químico Seco

BIE: Boca de Incendio equipada

GPM: Galones por minuto

FT2: Pie cuadrado

NPT: National Pipe Threads

## **SIMBOLOGÍA**

# = Número

Fig = Figura

$H_f$  = Perdidas por fricción por cada 100 pies de tubería, en pies

$L_e$  = Longitud equivalente de los accesorios, en pies

$L$  = Longitud de la tubería, en pies

$f$  = Factor de fricción

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Curvas Densidad / Área	17
Figura 2	Componente de Gabinete III	25
Figura 3	Edificio en construcción	46
Figura 4	Instalación de la Bomba	46
Figura 5	Gabinete Clase III pasillos	47

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Factores que inciden en la prevención de incendios	12
Tabla 2 Rango de Temperatura de los Rociadores	16
Tabla 3 Requisitos de Abastecimiento de agua sistemas de Rociadores	18
Tabla 4 Requisitos para demanda de chorros de Mangueras y duración del Suministro de Agua	20
Tabla 5 Caudal total Requerido Sistema Rociadores	21
Tabla 6 Factor de ponderación a los criterios a evaluar	22
Tabla 7 Matriz de decisión utilizada para elegir el fabricante del rociador	23.
Tabla 8 Características de rociador escogido	23
Tabla 9 Características de los gabinetes escogidos	25
Tabla 10 Pérdidas de fricción de los accesorios.	28
Tabla 11 Pérdidas por fricción en las tuberías de acero)	29
Tabla 12 capacidades de bombas centrifugas contra incendio	32

## ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1	Plano subsuelo	Edificio Contraloría	44
PLANO 2	Plano Planta Baja	Edificio Contraloría	44
PLANO 3	Plano Piso 1	Edificio Contraloría	45
PLANO 4	Plano Piso 4	Edificio Contraloría	45

## INTRODUCCIÓN

Actualmente los incendios pueden tener un desarrollo más agresivo y potencialmente representar mayores peligros respecto de lo observado sólo unas pocas décadas atrás. Esto se debe en gran medida a que los contenidos y materiales de construcción de las viviendas modernas pueden ser mucho más volátiles de lo que solían ser.

Anteriormente los muebles estaban hechos de madera dura; hoy el material predominante es un material de rápida combustión como el aglomerado. Los colchones y sofás que alguna vez se rellenaban con algodón actualmente se rellenan con materiales sintéticos, entre ellos sustancias altamente combustibles, energéticamente enriquecidas, como la espuma de polietileno. "Libra por libra, la tasa energética ha aumentado de tres a cuatro veces", de los mobiliarios modernos. "Esto hace probable que los bomberos se encuentren con una carga rica en combustible cuando llegan a la escena".

En la actualidad en la construcción de edificios se toma muy en cuenta los sistemas de protección y seguridad de las personas que trabajan y son usuarios en los mismos, aparte de brindar el respectivo confort y automatismo en la mayoría de los sistemas que sirven como plataformas de trabajo.

La seguridad comienza con el entrenamiento y una planificación anticipada, pero necesitamos tener un sistema de protección pasivo y activo adecuado para resguardar la integridad de las personas y de las instalaciones.

De experiencias propias y de estadísticas existe un porcentaje bajo de documentación de mantenimiento, pruebas de los sistemas y entrenamiento en el uso de los sistemas de protección de incendios en la ciudad de Guayaquil, en donde simplemente en la existencia de un plano en la garita de seguridad o el desconocimiento del encargado de seguridad puso en riesgo la vida de personas en el interior de una edificación en donde si hubiese existido lo antes anotado se pudo haber evitado fatalidades o daños muy severos en las instalaciones.

El desarrollo del siguiente trabajo incluye lo siguiente:

En el capítulo 1 se describe la necesidad de desarrollar un proyecto de diseño y construcción de un sistema de protección contra incendios justificando su ejecución debido a las amargas experiencias en la ciudad de Guayaquil de incendios en edificios similares que tuvieron consecuencias lamentables y otras que factores de suerte no llegar a tenerlas.

En el capítulo 2 se describirán conceptos sobre teoría de fuego, sistemas de protección, equipos y normas aplicables.



En el capítulo 3 se anotara el análisis de riesgo efectuado y el diseño de los diferentes equipos a instalarse en los edificios, tipo de rociadores, gabinetes, y el equipo de Bombeo.

En el capítulo 4 se darán las respectivas conclusiones y recomendaciones.

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. Antecedentes

En la actuales momentos para que un edificio donde va a existir una ocupación considerable de oficinas o atención al público, debe cumplir con varias normativas como el artículo 53 de la ley de defensa contra incendios.-

“ Las municipalidades no podrán aprobar los planos de los establecimientos industriales, fabriles de concentración de público y de edificaciones de más de cuatro pisos, sin haber obtenido previamente el visto bueno del Jefe de Bomberos de la localidad en cuanto a prevención y seguridad contra incendios”.

Si una vez concluida la edificación, esta no guardare conformidad con los planos aprobados en cuanto a prevención y seguridad contra incendios, el nombrado Jefe del Cuerpo de Bomberos exigirá el inmediato cumplimiento de las medidas preventivas, previamente a la ocupación de tal edificación.

Por lo antes expuesto los edificios remodelados de la contraloría ubicados en la Av. Francisco de Orellana y Av. Plaza Dañin, tiene 7.943 metros cuadrados de construcción y 4 pisos de oficinas en dos edificios unidos por un escalera de tráfico, aplica para que tenga que aprobar y cumplir disposiciones técnicas de seguridad contra incendios .Al efectuar un análisis de las normativas nacionales e internacionales se detectó que el sistema

propuesto inicialmente se encontraba sub dimensionado con respecto a la existencia única de un gabinete contraincendios por cada piso de 800 metros cuadrados y un grupo de Bombas con motor eléctrico y que no habían contemplado instalarlo a un sistema eléctrico de emergencia con generador.

## **1.2. Definición del problema**

Hasta el 2013 la Contraloría General del Estado sede Guayaquil tenía un solo edificio que no se abastecía tanto para oficinas como para atención al público, por lo que en el 2013 se empezó la construcción de un edificio nuevo y remodelación del existente, con una inversión de más de 8 millones de dólares y bajo la construcción del Cuerpo de Ingenieros del Ejército, este edificio de 6 pisos incluye un sótano para parqueo y planta baja.

A pesar de tener estaciones de Bomberos ubicados aproximadamente a 2 kilómetros y que por asunto tráfico vehicular en horas pico, en un posible conato el edificio debe de tener la capacidad de suprimir de manera autónoma el siniestro, el factor tiempo es fundamental, en el sentido de que se puede reducir la probabilidad a que se propague el incendio suscitado a las diferentes áreas de la infraestructura.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1 General**

Fiscalizar el diseño e implementación del sistema hidráulico de protección contra incendios de los edificios remodelados para Contraloría General del Estado Regional 1. Guayas, de acuerdo a la reglamentación nacional y normas NFPA.

#### **1.3.2 Específicos**

-Identificar los peligros de incendio a la que está sometido el edificio mediante un análisis de Riesgos y seleccionar el medio de extinción adecuado.

-Realizar los cálculos hidráulicos para determinar los caudales y presiones necesarias a fin de garantizar el óptimo funcionamiento de la Red Hidráulica del Sistema Contra incendios.

### **1.4 Alcance**

El presente trabajo consta del diseño e implementación del sistema de extinción de incendios bajo normativas y parámetros según los panfletos de la NFPA, y los requerimientos emitidos por el Cuerpo de Bomberos de Guayaquil según disposiciones técnicas de seguridad contra incendios ya emitida.

El cuarto de bombas se construirá de acuerdo a los requerimientos hidráulicos del sistema con equipos listados UL/FM, se instalara 2 circuitos de rociadores automáticos para los parqueaderos en el sótano y planta baja,

además del cuarto piso en las sala de capacitaciones y el Auditórium para 16 personas.

Para los Pasillos de las oficinas se instalara Gabinetes Clase III, que incluye extintor de PQS de 10 libras, manguera de caucho, 2 mangueras de caucho y lona de 15 metros, rack porta manguera, llave de tramo y pitón de 1 ½ pulgadas. Se probara el sistema hidrostáticamente según NFPA 25 para garantizar el pleno funcionamiento de la red contraincendios con respecto fugas y a los arranques automáticos del grupo de bombas contraincendios.

### **1.5. Justificación**

Los incendios son una de las mayores catástrofes que en su mayoría de casos son provocados por el ser humano, en los últimos años han aumentado su frecuencia causando daños irreparables tanto en pérdidas de vidas humanas como en pérdidas materiales y medio ambientales, teniendo ejemplos en la Ciudad de Guayaquil los incendios en el Edificio de las Cámaras , Edificio Panorama en la calle Malecón , Mercado de transferencia de víveres, fábrica de baterías Daccar y bodega de Ecuaquímica, los cuales se han producido por la falta de seguridad humana, poco planes de mantenimiento y prueba de sistemas en forma periódica, planes de emergencia inadecuados, teniendo resultado pérdidas materiales incalculables, daños al medio ambiente y lamentables perdidas de trabajadores que estuvieron desafortunada mente en el desarrollo del incendio.

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1. Sistema contraincendios

Los sistemas de protección constituyen un conjunto de equipamientos diversos integrados en la estructura de los edificios, actualmente en el Cuerpo de Bomberos de Guayaquil y de acuerdo al Art 53 de la ley de defensa contra incendios, emiten disposiciones técnicas de seguridad que dispone la implementación de sistemas mixtos compuestos de una parte hidráulica y un sistema a base de extintores, además de protecciones complementarias.

La protección contra incendios se basa en dos tipos de medidas

- Medidas de protección pasiva.
- Medidas de protección activa.

#### 2.1.1 Medidas de protección Pasivas

Son medidas que tratan de minimizar los efectos peligrosos del incendio una vez que este se ha producido, básicamente están encaminadas a limitar la distribución de llamas y humo a lo largo de la edificación y a permitir la evacuación ordenada y rápida de la misma

Algunos ejemplos de estas medidas son:

- Puertas cortafuegos

- Dimensiones y características de las vías de evacuación
- Señalización e iluminación de emergencia.

### **2.1.2. Medidas de protección Activas**

Son medidas diseñadas para asegurar la extinción de cualquier conato de incendio lo más rápido posible y evitar así su contaminación en el edificio.

Dentro de estas se han considerado dos tipos de medidas:

Medidas de detección de incendios, que suelen estar basadas en la detección de humos (iónicos u ópticos) o de aumento de temperatura.

Medidas de extinción de incendios que pueden ser manuales o automáticas:

- Manuales: Extintores, Bocas de Incendio equipadas (BIE), Hidrantes
- Automáticos: dotados de sistemas de diversos productos para extinción: Agua: rociadores, espumas, boquillas de agua pulverizada Gases Halones, CO2, FM200 Polvo químico seco: normal o polivalente

### **2.1.3 Objeto del Sistema Contraincendios**

El Objeto de todo sistema contra incendios, es el de tomar agua depositada en el reservorio o cisterna, hacerla pasar por la bomba accionada por un motor de combustión interna a Diésel, o eléctrico conectado a un generador de emergencia a lo largo de toda la red de tuberías, para que finalmente llegue con la presión y caudal adecuado a las tomas ubicadas estratégicamente en las zonas a proteger de los incendios.

El proceso se describe a continuación:

- El agua para la red contraincendios está depositada en un reservorio o cisterna
- Mientras la red contra incendio se encuentre presurizada y en reposo, es decir mientras no exista una alarma de incendio, y no se abra alguna válvula de un cajetín, la bomba permanece apagada, pero disponible para operar automáticamente en el momento de suscitarse un conato de incendio
- En el momento que se presente una alarma por fuego, y alguna persona haga uso del gabinete extendiendo la manguera y abriendo la válvula angular, se presenta una caída de presión en la red, momento que la bomba arranca automáticamente por la señal que le da el presostato de baja y el sistema se pone operativo manteniendo el caudal y presión necesario para la extinción de un incendio.



# CAPÍTULO 3

## 3. ANALISIS DE RIESGOS, DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS DEL SISTEMA CONTRAINCENDIO

### 3.1 Análisis de Riesgos

La contraloría general del Estado es el ente Organismo Técnico encargado del control de la utilización de los recursos estatales y la consecución de los objetivos de las instituciones del Estado y funcionara a partir de Julio del 2015 en los edificios remodelados de las calles Av. Francisco de Orellana y Av. Carlos Luis Plaza Dañin.

Los grados aceptables de protección y el enfoque de los objetivos del análisis de protección contra incendio y del proceso de diseño, se resumen en cuatro parámetros importantes:

- Protección de la vida humana
- Protección de la propiedad
- Continuidad de operación
- Protección Ambiental

Para elaborar las estrategias de diseño de seguridad contra incendios, se requiere analizar mediante un árbol de decisiones cuales son los requisitos mínimos para lograr cumplir los objetivos de protección de incendios. Estos se pueden cumplir si se puede evitar un incendio, o si producida la ignición, el incendio se puede controlar.

### 3.1.1 Prevención de la ignición

Esta acción involucra la separación de fuentes potenciales de calor de los combustibles potenciales, la tabla x relaciona los factores comunes en la prevención de incendios e identifica las principales fuentes posibles de calor y materiales incendiarios, factores comunes que los unen, y prácticas que pueden afectar el éxito de la prevención

**Tabla 1**

#### **FACTORES QUE INCIDEN EN LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS**

<b>FUENTES DE CALOR</b>	Equipos fijos
	Equipos portátiles
	Sopletes y otras herramientas
	Cigarrillos y encendedores
	Explosivos
	Causas naturales
	Exposición a otros incendios
<b>FORMAS Y TIPOS DE MATERIALES INCENDIARIOS</b>	Materiales de construcción
	Acabados interiores y exteriores
	Contenidos y muebles
	Basura, polvo
	Líquidos, o gases combustibles, o inflamables
	Sólidos volátiles
<b>FACTORES INCENDIARIOS Y EL CALOR QUE JUNTAN LOS MATERIALES</b>	Incendio premeditado
	Mal uso de la fuente de calor
	mal uso del material incendiario
	falla mecánica o eléctrica
	Deficiencia de diseño, construcción o instalación
	Error en la operación de equipos
	Causas naturales
	Exposiciones
<b>PRACTICAS QUE PUEDEN AFECTAR EL ÉXITO DE LA PREVENCIÓN</b>	Limpieza
	Seguridad
	Educación/Capacitación de los ocupantes
	Control de tipo, cantidad y distribución de combustibles
	Control de las fuentes de calor

### 3.1.2. Control del proceso de Combustión

El proceso de control de la combustión se trata de retardar el incendio para suministrar medidas con tiempo suficiente de protección para que sean efectivas. El diseño sistemático con este fin, debería considerar a las formas

posibles en que los riesgos puedan crecer rápidamente, por ejemplo, propagación de las llamas, crecimiento rápido en la velocidad de liberación, gases inusualmente tóxicos, corrosividad inusual, cantidad de combustible disponible para alimentar el fuego, etc.

### **3.1.3 Extinción automática (Sistema de rociadores)**

El sistema de rociadores automáticos ha sido el método de extinción de incendios que ha tomado más auge en nuestro país, entre las ventajas de los rociadores automáticos está el hecho de que estos funcionan directamente encima del incendio y no son afectados por el humo, gases tóxicos y visibilidad reducida .

Adicionalmente se usa mucha menos agua porque funcionan solamente aquellos rociadores activados por el calor generado por el incendio.

En este proyecto en particular se seleccionó un sistema de rociadores automáticos conectados a una red de tuberías que contenga agua y que a su vez estén conectados a un sistema de bombeo con arranque automático que tenga un reservorio de agua independiente para la red hidráulica contraincendios.

## **3.2. Descripción y distribución de los edificios**

Los edificios están distribuidos en dos torres de 4 pisos de oficinas cada uno unidos por una escalera de tránsito para uso de los ocupantes tanto de la torre de atención al público, como la torre de las oficinas administrativas, en

cada torre está instalada una escalera de emergencia en cada torre con puertas de emergencia conectadas al panel principal de alarmas.

### **3.3. Selección de métodos de extinción de acuerdo a la distribución de riesgos de los edificios**

El tipo de fuego que se puede producir y desarrollar por materiales combustibles que se pueden encontrar en los edificios al ser de servicios al público, tales como madera, cartón, plástico, equipos electrónicos como computadoras, impresoras, fotocopiadoras y equipos de audio y video es el fuego de Clase A, el cual se lo combatirá con el método de “extinción por enfriamiento”, método que consiste en la reducción de la temperatura a base de materiales líquidos como lo es el agua en este caso en particular y de “Clase C” el cual se combatirá con el método de inhibición de la reacción en cadena utilizando sustancias químicas como son los Extintores de Polvo Químico Seco” .

### **3.4. Selección de Rociadores automáticos según NFPA 13**

Para el diseño del sistema de rociadores automáticos, se seleccionó un sistema de tubería húmeda. Es un sistema que siempre permanecerá presurizado y entraran en funcionamiento aquellos rociadores que se activen por acción del calor, no existen riesgos de congelamiento, pues nuestro país no sufre efectos por estación invernal a temperaturas por debajo de los 4 grados centígrados.

Es un sistema que permite fácil armado, tiene una confiabilidad alta y no requiere de mantenimiento exhaustivo.

Para el diseño del sistema de rociadores automáticos se considera los siguientes parámetros:

- Tipo de riesgo de ocupación
- Temperatura de Operación de los Rociadores
- Densidad de diseño
- Área de Carga
- Factor K de descarga
- Distribución dentro del área de cobertura.

#### **3.4.1 Selección de temperatura del Sprinklers**

En la selección del rociador se consideró el tipo de riesgo de la ocupación, es decir riesgo ordinario tipo I , y la temperatura a la que se encuentra el techo en el área de parqueos es de 32 grados centígrados. La tabla 2 muestra la clasificación de los rociadores para los fabricantes, según NFPA 13 y la elección de la temperatura de los rociadores que se instalaron.

Para seleccionar los rociadores, se analizó en función de la peligrosidad de la actividad y la temperatura a la que se encuentra dentro de la edificación. Por lo cual la temperatura tiene mucho que ver en la selección de los rociadores.

Tabla 2

**RANGO DE TEMPERATURA DE LOS ROCIADORES**

Temperatura Máxima en el techo		Ámbito de Temperatura		Clasificación de Temperatura	Código de Color	Color de la Ampolla de Vidrio
°F	°C	°F	°C			
100	38	135 a 170	57 a 77	Ordinaria	Sin Color o Negro	Naranja o Rojo
150	66	175 a 225	79 a 107	Intermedia	Blanco	Amarillo o Verde
225	107	250 a 300	121 a 149	Alta	Azul	Azul
300	149	325 a 375	163 a 191	Extra Alta	Rojo	Violeta
375	191	400 a 475	204 a 246	Extra Muy Alta	Verde	Negro
475	246	500 a 575	260 a 302	Ultra Alta	Naranja	Negro
625	329	650	343	Ultra Alta	Naranja	Negro

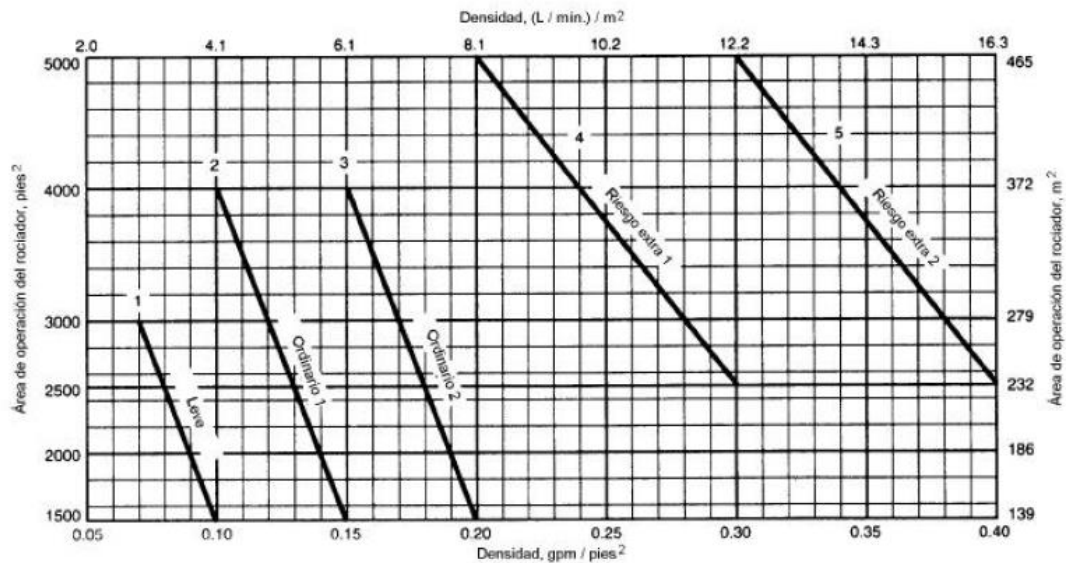
Fuente: (NFPA 13, 2007, pag 31)

**3.4.2 Selección de la densidad y área de diseño**

La densidad de diseño es el caudal por unidad de área a la que se diseña la red de rociadores automáticos.

De acuerdo al riesgo al que se seleccionó, se escoge la densidad de diseño igual a 0.2 GPM/ FT<sup>2</sup>, considerando un área de diseño igual a 1500 FT<sup>2</sup>, conforme a la figura 1 tomada de la NFPA 13.

El área de diseño es el área máxima sobre la cual se supone, para efectos de diseño, se abrirán los rociadores en caso de incendio.



**Figura 1** CURVAS DENSIDAD / ÁREA

Fuente ( NFPA , 2009, pág. 155)

### 3.4.3 SELECCIÓN DEL FACTOR K DEL ROCIADOR

En función al tipo de riesgo seleccionado, considerando que la aplicación de los rociadores es para protección de parqueaderos y áreas de concentración de personas, con tasas de descarga de 20 GPM/FT<sup>2</sup> o menos , la NFPA 13 en su inciso 12.6.1 norma el uso de rociadores de cobertura Estándar con factores de descarga K igual a 5.6 o superiores.

El caudal por rociador se obtiene mediante la siguiente expresión (NFPA 13, 2007, p67):

$$Q_r = K \sqrt{P_r}$$

Donde

Q<sub>r</sub>: Caudal Rociadores, GPM

K: Factor de descarga del rociador

Pr: Presión residual, psi

La presión residual es la presión que existe en el sistema de rociadores, medido en el rociador más alejado, cuando se toman mediciones de flujo.

Los valores mínimos requeridos de presión residual según la clasificación de la ocupación se destacan en la tabla # 3.

Se utiliza el valor de 20 psi como la presión residual mínima a la que los rociadores seleccionados deberán descargar en el área de parqueos y en las áreas de auditorium.

**Tabla 3**

**REQUISITOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA SISTEMAS DE  
ROCIADORES**

<b>Clasificación de la Ocupación</b>	<b>Presión Residual Mínima Requerida</b>	<b>Flujo Aceptable en la Base de la Tubería Vertical de Alimentación</b>	<b>Duración en Minutos</b>
Riesgo Leve	15 psi	500 - 750 gpm	30 - 60
Riesgo Ordinario	20 psi	850 - 1500 gpm	60 - 90

Para Unidades SI: 1 gpm = 3,785 L/min; 1 psi = 0,0689 bar.

Fuente: (NFPA 13, 2007, pág. 131)

Entonces

$$Q_r = 5.6 \sqrt{20}$$

$$Q_r = 25$$



Por lo tanto el número posible de rociadores que actuaran en un posible incendio se obtiene mediante:

$$\# \text{ Rociadores abiertos} = \frac{Q_r \text{ sistema}}{Q_r}$$

$$\# \text{ Rociadores abiertos} = 300/25$$

$$\# \text{ Rociadores abiertos} = 12$$

#### **3.4.4 Cálculo del caudal del sistema de Rociadores**

Para el cálculo del caudal del sistema de rociadores se obtiene mediante el método de área/densidad ( NFPA 13, 2007 pag. 133):

$$QTR = Ad \times \rho$$

Dónde:

QTR: Caudal Total de Rociadores , GPM

Ad: Área de Diseño , Ft<sup>2</sup>

$\rho$ : Densidad de diseño, GPM/FT<sup>2</sup>

Entonces:

$$QTR = 1500 \text{ FT}^2 \times 0.2 \text{ GPM} / \text{FT}^2$$

$$QTR = 300 \text{ GPM}$$

A este caudal calcula para abastecer a los rociadores, se adiciona el consumo de al menos dos gabinetes contra incendio, este valor es igual a 250 GPM se toma de la tabla 4 perteneciente a la NFPA 13, considerando el riesgo ordinario.

**TABLA 4**  
**REQUISITOS PARA DEMANDA DE CHORROS DE MANGUERAS Y DURACIÓN DEL SUMINISTRO DE AGUA**

<b>Clasificación de la Ocupación</b>	<b>Presión Residual Mínima Requerida</b>	<b>Flujo Aceptable en la Base de la Tubería Vertical de Alimentación</b>	<b>Duración en Minutos</b>
Riesgo Leve	15 psi	500 - 750 gpm	30 - 60
Riesgo Ordinario	20 psi	850 - 1500 gpm	60 - 90

Para Unidades SI: 1 gpm = 3,785 L/min; 1 psi = 0,0689 bar.

Fuente: (NFPA 13, 2007 , pag. 132)

Finalmente, el caudal total requerido para abastecer el Sistema de Rociadores que protege el área de parqueos de sótano, planta baja y Auditorium del cuarto piso se muestra en la tabla # 5.

Tabla 5

**CAUDAL TOTAL REQUERIDO SISTEMA ROCIADORES**

Caudal Total Rociadores GPM	300
Caudal Necesario Consumo 2 Gabinetes tipo III , GPM	250
<b>Caudal Total Requerido GPM</b>	<b>550</b>

**3.4.5 Selección del Sprinklers**

De entre todos los tipos de rociadores mencionados se determina en base al riesgo ordinario I, que los sprinklers que se usaran para extinguir un incendio en las áreas de parqueaderos y en auditoriums serán los de respuesta Estándar. Localmente podemos encontrar varias marcas de rociadores.

En el proyecto de remodelación de los edificios se prevé instalar equipamiento con certificaciones UL/FM, por lo que existe una homologación entre todos los equipos listados, así queda en criterio al diseñador la elección del fabricante. Sin embargo se realiza un estudio comparativo entre fabricantes para determinar la marca del Rociador.

La Tabla 6 muestra el factor de ponderación a los criterios a evaluar

Tabla 6

**CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE ROCIADORES**

ITEM	Criterios a comparar	MR	CE	TE	DR	AT	CM	Sumatoria	Factor de Ponderacion
1	Material del Rociador (MR)		1	5	1	5	1	13	0,17
2	Costo de Equipo (CE)	1		10	1	5	1	18	0,24
3	Tiempo de Entrega ( TE)	0,2	0,1		0,1	0,1	0,2	0,7	0,01
4	Disponibilidad de repuestos ( DR)	1	1	10		1	10	23	0,31
5	Asistencia Tecnica (AT)	0,2	0,2	10	1		1	12,4	0,16
6	Confiabilidad de Marca (CM)	1	1	5	0,2	1		8,2	0,11
Valores: 10= mucho mas importante ; 5 = mas importante ; 1= igual; 1/5 menos importante; 1/10= mucho menos importante								<b>75,3</b>	

Para la selección del fabricante del rociador se realiza una matriz de selección, mediante el método de Factor de Ponderación, para calificar según varios aspectos técnicos la marca del sprinklers. Los parámetros a analizar son: el tipo de calidad del rociador; disponibilidad de repuestos en el mercado local, asistencia técnica, tiempo de entrega desde su salida de fábrica y la confiabilidad de la marca.

La tabla 7, ilustra la matriz de decisión utilizada para elegir el fabricante del rociador.

Tabla 7

## MATRIZ DE ROCIADOR AUTOMÁTICO.

ITEM	Criterios a Evaluar	Factor de Ponderacion	VIKING		TYCO		VITAUIC	
			CALIF	VALORACION	CALIF	VALORACION	CALIF	VALORACION
1	Material del Rociador (MR)	0,17	5	0,86	3	0,52	4	0,69
2	Costo de Equipo (CE)	0,24	5	1,2	4	0,96	3	0,72
3	Tiempo de Entrega ( TE)	0,01	4	0,04	3	0,03	2	0,02
4	Disponibilidad de repuestos ( DR)	0,31	5	1,53	3	0,92	3	0,92
5	Asistencia Tecnica (AT)	0,16	4	0,66	3	0,49	3	0,49
6	Confiabilidad de Marca (CM)	0,11	5	0,54	4	0,44	5	0,54
Calificacion: 5 Muy Bueno , 4 Bueno, 3 Regular, 2 Malo , 1 Pesimo			4,83		3,36		3,38	

## 3.4.6 Resumen del rociador seleccionado)

La tabla 8 resume las características de rociador escogido para la protección de las áreas

Tabla 8

## CARACTERÍSTICAS DE ROCIADOR ESCOGIDO

Marca	VIKING	
Modelo	VK 100	
Tip	Cobertura Estandar/ Montante	
Tipo de coneccion	1/2 NPT	
Presion de Descarga	20 psi	
Factor K	5.6	
Clasificacion de temperatura	Ordinaria	
Temperatura Nominal	68C (155F)	
Color del Bulbo	Rojo	
Area de Cobertura	10.07 mts2	
Separacion entre rociadores	3.05 mt	
Separacion entre ramales	3.3 mt	
Numero de Rociadores por Ramal	10	

### **3.5. Selección de Gabinetes contraincendios según NFPA 14**

#### **3.5.1 Caudal para consumo de gabinetes**

En las instalaciones de los edificios de la Contraloría se consideró instalar sprinklers para la protección de Auditoriums, Sala de Capacitaciones y área de Parqueaderos de Vehículos, la NFPA 13 cataloga como una instalación combinada entre sprinklers y gabinetes.

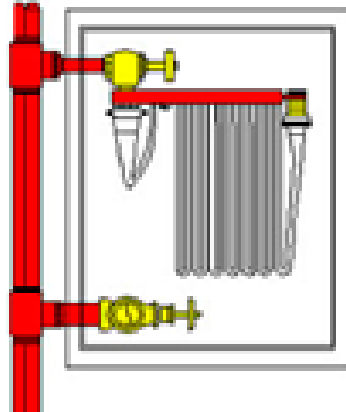
La tasa de flujo mínima para tuberías verticales debe ser 250 GPM según el tipo de Riesgo Ordinario para lo cual está diseñado todo el sistema.

La tabla 5 muestra los requisitos para la asignación de chorros y Mangueras y de la duración del abastecimiento de agua para sistemas calculados hidráulicamente correspondientes a riesgo ordinario.

#### **3.5.2 Selección de Gabinete. Contraincendios**

De acuerdo al análisis de posibles riesgos de incendio en los edificios, la protección dentro de los pasillos, áreas de concentración de personas se la realizara mediante gabinetes contraincendios, también conocidos como (BIES) Boca de incendios Equipadas , los mismos serán de Clase III. Se elige este gabinete por su facilidad de uso y por no necesitar personal entrenado para su operación.

Los equipos que componen el gabinete son los siguientes y se muestran en la Figura # 2



**Fig # 2 GABINETE CLASE III**

### 3.5.3 Resumen de Gabinete seleccionado

La tabla 9 resume las características de los gabinetes escogidos para proteger los pasillos de 5 pisos más el existente en el sótano de parqueos.

**Tabla 9**

### CARACTERÍSTICAS DE GABINETE ESCOGIDO

TIPO	CLASE III	
CANTIDAD INSTALADA	11 UNIDADES	
PRESION DE DESCARGA	Al menos 65 PSI por el piton	
CAUDAL	250 GPM ( uso simultaneo de 2 gabinetes)	
EQUIPAMIENTO	1 valvula angular tipo globo 1 1/2 x 1 1/2 pulg NPT	
	1 valvula angular tipo globo 2 1/2 x 2 1/2 pulg NPT	
	1 rack portamangueras	
	1 manguera contra incendios de 1 1/2 pulg x 15 metros	
	1 Extintor de PQS de 10 lbs	
	1 hacha de bombero	
	1 piton de Bronce de 1 1/2 pulg UL/FM	
	1 llave de tramo	

### 3.6 Cálculo del TDH requerido para el equipo de bombeo

Para determinar el **TDH (Cabezal Dinámico Total)** se debe realizar los cálculos correspondientes. Primero se debe especificar el punto más crítico en el diseño del sistema contra incendios, que en este caso se encuentra en la terraza I.

Se procede a calcular el cabezal dinámico total (TDH) utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{TDH} = \Delta Z + \Delta P + H_f + CV$$

Dónde:

TDH = Cabezal Dinámico Total, en pies ó Psi

$\Delta Z$  = Diferencia de altura entre el lado de succión y descarga de la bomba, en pies

$\Delta P$  = Diferencia de Presión entre el lado de succión de descarga (Presión rociador más lejano o del gabinete más lejano, el que sea mayor), en pies ó Psi

$H_f$  = Perdidas por Fricción del sistema, en pies

CV = Columna de Velocidad, en pies.

Delta altura ( $\Delta Z$ ), es la distancia vertical entre el nivel del líquido en el reservorio de succión y el punto de descarga del líquido en el cajetín de



manguera más alejado del cuarto de bombeo, por lo tanto el valor de  $\Delta Z = 21.52 \text{ m}$  (70.60 pies).

Según el Benemérito Cuerpo de Bomberos de la ciudad de Guayaquil y las recomendaciones dadas por las normas NFPA, los Gabinetes de mangueras deben trabajar a una presión mínima de 65 Psi ( $4.5 \text{ Kg/cm}^2$ ), por lo tanto, el flujo de agua en cada Gabinete de mangueras a una presión de 65 Psi es de 100 GPM.

Teniendo que el punto más crítico en el sistema contra incendio es el cajetín de mangueras más alejado que se encuentra en la terraza del quinto piso alto, se puede decir que el valor  $\Delta P$  es igual a 65 Psi (150.8 ft).

Para el calcular el TDH se requiere determinar previamente, las perdidas por fricción por cada 100 pies de tubería y la columna de velocidad.

La columna de velocidad, es simplemente función de la velocidad del líquido fluyendo a través del sistema de bombeo, este valor es frecuentemente pequeño y generalmente despreciable, por lo tanto el valor de la columna de velocidad es igual a cero.

Las pérdidas de fricción son obtenidas usando el método de longitud equivalente, usando la Tabla 10, la cual expresa las pérdidas de fricción de los accesorios. Esta longitud es adicionada a la longitud de la tubería, que se la obtiene a partir de los planos de las tuberías, a esta suma se le multiplica un factor de fricción que depende del diámetro y flujo de agua que circula en las tuberías que se lo obtiene en la Tabla 11 (pérdidas por fricción en las

tuberías de acero), y se lo divide por cada 100 ft de longitud, de esta manera se obtiene el total de pérdidas por fricción en las tuberías.

**TABLA 10**  
**LONGITUDES EQUIVALENTES DE TUBERÍA DE ACERO**  
**CEDULA 40**

Fuente: NFPA Norma 13 Tabla 6-4.3.1 Edición 1996

Tabla 6-4.3.1 Tabla de Longitudes Equivalentes de Tubería de Acero Cédula 40.

Accesorios y Válvulas (en pulgadas)	Accesorios y Válvulas expresados en Pies Equivalentes de Tubería														
	½	¾	1	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	3 ½	4	5	6	8	10	12
Codo a 45°		1	1	1	2	2	3	3	3	4	5	7	9	11	13
Codo estándar a 90°	1	2	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	18	22	27
Codo Largo a 90°	0,5	1	2	2	2	3	4	5	5	6	8	9	13	16	18
Té o Cruz (giro de flujo de 90°)	3	4	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 Cortina		-	-	-	-	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6
Válvula de Retención tipo charnela*		-	5	7	9	11	14	16	19	22	27	32	45	55	65

Para unidades SI: 1 pulgada = 25,4 mm; 1 pie = 0,3048 m  
 \*Debido a las variaciones en el diseño de las válvulas de retención, las longitudes de tubo equivalentes indicadas en el cuadro anterior deben ser consideradas como promedios.  
 NOTA 1: Esta tabla se aplica a todos los tipos de tubo listados en la Tabla 6-4.4.5.  
 NOTA 2: La información sobre tubería de 1/2 pulg. se incluye en la tabla sólo porque se permite bajo 4-13.18.2 y 4-13.18.3.

Para poder calcular las pérdidas por fricción de cada tubería, se utilizó la siguiente fórmula conocida como la Ecuación de Darcy- Weisbach:

$$H_f = \frac{(L_e + L) \times f}{100}$$

Dónde:

$H_f$  = Perdidas por fricción por cada 100 pies de tubería, en pies

$L_e$  = Longitud equivalente de los accesorios, en pies

$L$  = Longitud de la tubería, en pies

$f$  = factor de fricción

TABLA 11

**TUBERÍA DE ACERO: PÉRDIDAS POR FRICCIÓN (EN PIES) POR CADA 100 pies**

Fuente: Catálogo Technical Data Goulds Edición 2003

GPM	GPH	½"	¾"	1"	1¼"	1½"	2"	2½"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	
		ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	
1	60	4.30	1.86	.26											
2	120	15.00	4.78	1.21	.38										
3	180	31.80	10.00	2.50	.77										
4	240	54.90	17.10	4.21	1.30	.34									
5	300	83.50	25.80	6.32	1.93	.51	.24								
6	360		36.50	8.97	2.68	.70	.33	.10							
7	420		48.70	11.80	3.56	.93	.44	.13							
8	480		62.70	15.00	4.54	1.18	.56	.17							
9	540			18.80	5.65	1.46	.69	.21							
10	600			23.00	6.86	1.77	.83	.25	.11	.04					
12	720			32.60	9.62	2.48	1.16	.34	.15	.05					
15	900			49.70	14.70	3.74	1.75	.52	.22	.08					
20	1,200			86.10	25.10	6.34	2.94	.87	.36	.13					
25	1,500				38.60	9.65	4.48	1.30	.54	.19					
30	1,800				54.60	13.60	6.26	1.82	.75	.26					
35	2,100				73.40	18.20	8.37	2.42	1.00	.35					
40	2,400				95.00	23.50	10.79	3.10	1.28	.44					
45	2,700					30.70	13.45	3.85	1.60	.55					
70	4,200					68.80	31.30	8.86	3.63	1.22	.35				
100	6,000						62.20	17.40	7.11	2.39	.63				
150	9,000							38.00	15.40	5.14	1.32				
200	12,000							66.30	26.70	8.90	2.27	.736	.30	.08	
250	15,000							90.70	42.80	14.10	3.60	1.20	.49	.13	
300	18,000								58.50	19.20	4.89	1.58	.64	.16	.0542
350	21,000								79.20	26.90	6.72	2.18	.88	.23	.0719
400	24,000								103.00	33.90	8.47	2.72	1.09	.279	.0917
450	27,000								130.00	42.75	10.65	3.47	1.36	.348	.114
500	30,000								160.00	52.50	13.00	4.16	1.66	.424	.138
550	33,000								193.00	63.20	15.70	4.98	1.99	.507	.164

**Tubería de acero de 2-1/2 pulg**

Flujo en tubería = 100 GPM

Codos 90° = 12

Tee = 4

$L_e$  codos 90° = 12 x 6.5 = 78 pulg = 6.5 ft

$L_e$  Tee = 4 x 14 = 56 pulg = 4.66 ft

$L_{et}$  = 11.16 ft

Longitud (L) = 63.72 mt = 209.6 ft

Factor de fricción (f) = 7.11

$$H_{f1} = \frac{(209.6 + 11.16) \times 7.11}{100}$$

$$H_{f1} = 15.69 \text{ ft}$$

### **Tubería de acero de 3 pulg**

Flujo en tubería = 300 GPM

Codos 90° = 2

Tee = 5

L<sub>e</sub> codos 90° = 2 x 7 = 14 pulg = 1.16 ft

L<sub>e</sub> Tee = 5 x 15 = 75 pulg = 6.25 ft

L<sub>et</sub> = 7.41 ft

Longitud (L) = 21.52 m = 70.60 ft

Factor de fricción (f) = 19.20

$$H_{f2} = \frac{(70.60 + 7.41) \times 19.20}{100}$$

$$H_{f2} = 14.97 \text{ ft}$$

### **Tubería de acero de 4"**

Flujo en tubería = 500 GPM

Codos 90° = 8

Tee = 5

L<sub>e</sub> codos 90° = 8 x 10 = 80 pulg = 6.6 ft

L<sub>e</sub> Tee = 5 x 22 = 110 pulg = 9.16 ft

L<sub>et</sub> = 15.76 ft

Longitud (L) = 50 mt = 164.06 ft

Factor de fricción (f)= 13

$$H_{f3} = \frac{(164.6 + 15.76) \times 13}{100}$$

$$H_{f3} = 23.37 \text{ ft}$$

$$H_f = H_{f1} + H_{f2} + H_{f3}$$

$$H_f = 54.03 \text{ ft}$$

Entonces:

$$\text{TDH} = \Delta Z + \Delta P + H_f + \text{CV}$$

$$\text{TDH} = 70.60 + 149.94 + 54.3$$

$$\text{TDH} = 274.84 \text{ ft} \equiv 116.95 \text{ PSI}$$

### 3.7 Selección del caudal de la bomba principal

Sabiendo que la bomba debe vencer la resistencia que ofrece el sistema, en los cálculos realizados anteriormente se determinó el caudal necesario para el sistema contra incendios de 550 gpm, por medio de la tabla 12 obtenida de la norma NFPA 20 se observan los caudales que manejan las bombas centrífugas contra incendio normadas NFPA, Listada UL y Aprobadas FM.

TABLA 12

**CAPACIDADES DE BOMBAS CENTRIFUGAS CONTRA  
INCENDIO**

Fuente: NFPA Norma 20 Tabla 5.8.2 Edición 2007

<b>GPM</b>	<b>L/MIN</b>	<b>GPM</b>	<b>L/MIN</b>
25	95	750	2839
50	189	1000	3785
100	379	1200	4731
150	568	1500	5677
200	757	2000	7570
250	946	2500	9462
300	1136	3000	11355
400	1514	3500	13247
450	1703	4000	15140
500	1892	4500	17032

Se seleccionará una bomba de 500 GPM, tomando en cuenta que las bombas contra incendios Normadas NFPA están diseñadas para funcionar al 150% del caudal total requerido, punto en el cual su presión de diseño no debe ser menor al 65%.

Con los datos obtenidos para el TDH (274.84 ft, 116.95 psi) y con el caudal requerido se selecciona una bomba que proporcione 500 GPM.

De acuerdo a los requerimientos locales esta bomba deberá cumplir con la norma NFPA 20 con certificación UL/FM y deberá conectarse al generador de emergencia.

### **3.8 Selección del caudal de la bomba jockey**

La bomba Jockey o sostenedora de presión se la selecciona para mantener presurizado el sistema en caso de pequeñas fugas debido a válvulas mal cerradas y / o pequeñas fugas a causas de algún problema en el sistema de tuberías, se ha determinado que su capacidad variará entre el 1 al 5% con respecto a la capacidad de la bomba principal (500 GPM), por lo tanto el caudal de la bomba jockey es:

$$Q = 4\%Q_{bomba} = 4\%(500 \text{ gpm}) \quad Q = 20 \text{ gpm}$$

La presión de la bomba jockey se considera 10 psi más que la presión de la bomba contra incendios principal por lo tanto la presión de la Bomba Jockey será de 125 psi.

### **3.9 Volumen requerido para el sistema contraincendios**

El tipo de abastecimiento de agua para este sistema de protección contra incendios es de cisterna sobrepuesta o elevada. Anteriormente se determinó un caudal de 500 GPM con una duración de autonomía de 45 minutos, estos valores permiten determinar la capacidad de la fuente de abastecimiento

El volumen del reservorio para el abastecimiento de agua es:

$$V = Q \times t = 500 \text{ GPM} \times 45 \text{ min} = 22.500 \text{ galones.}$$

$$V = 85.16 \text{ metros cúbicos.}$$

# CAPITULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- El análisis en la distribución general de los edificios en sus respectivas plantas permitió identificar el tipo de riesgo adoptado, clasificarlo y aplicar el método de extinción y control de un incendio más conveniente para así salvaguardar las vidas humanas.
- Para la correcta selección del equipo de bombeo es de vital importancia determinar el caudal real necesario para abastecer todas las zonas que presenta un riesgo potencial de incendio.
- Realizados los cálculos hidráulicos en los puntos más críticos se determina que el sistema de Rociadores Automáticos son los que generan mayor consumo de agua, con una demanda de 550 GPM. La capacidad de Bombeo de toda la red se seleccionó en base a este parámetro, por otra parte el gabinete más lejano ubicado en la terraza del quinto piso es quien determina el TDH de la Bomba con una caída de 116.98 psi, se optó por una Bomba Berkeley de eje libre acoplado a un motor Marathon Electric cuya capacidad nominal es de 500 GPM/ 130 psi, normada UL/FM, con un motor eléctrico de 50 HP, este equipo es capaz de desarrollar el 150% del caudal nominal ( 750 GPM) y alcanzar como mínimo el 65% de



la presión de diseño 78 psi ( 180 ft), y en la curva de rendimiento se puede confirmar 750 GPM y 210 pies (90 psi)

#### **4.2 Recomendaciones**

1. Se debe realizar capacitaciones a la brigada contra incendios del Edificio, ya que esto los familiariza y mejora la capacidad de respuesta en caso de algún incendio.
2. Un programa de inspección periódica, prueba y mantenimiento debe ser realizado por medio de personal capacitado a través de entrenamiento y experiencia, puesto que al realizar correctamente estos programas los equipos se mantendrán en excelentes condiciones y algún defecto o daño puede ser descubierto y solucionado, tomando en cuenta la norma NFPA 25 debemos ejecutar un plan de mantenimiento del reservorio de agua con actividad y frecuencia, plan de mantenimiento de los equipos de Bombeo con operación de la bomba con flujo y sin flujo, transmisión mecánica, motor, sistema eléctrico , el plan de Mantenimiento del Sistema de Tuberías de agua y Manguera , donde se revise las conexiones, el estado de los gabinetes, pitones, realizar prueba hidrostática, prueba de flujo, el plan de mantenimiento del sistema de rociadores, banco de válvulas, elementos de control , rociadores de repuesto.

# APÉNDICE

## **NORMAS NFPA NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION**

### **NFPA 13 norma para la instalación de Sistema de Rociadores Edición 2007**

Es el documento principal que discute el diseño e instalación de los sistemas de rociadores. Los sistemas de rociadores son sistemas únicos que requieren conocimientos especializados para su diseño, instalación y mantenimiento apropiados.

Esta norma aplica lo siguiente:

- Carácter y adecuación de los abastecimientos de agua
- Selección de rociadores
- Accesorios
- Tuberías
- Válvulas

El propósito de esta norma es el proporcionar un grado razonable de protección contra incendios para la vida humana y la propiedad, a través de la normalización de los requisitos de diseño, instalación y pruebas de los rociadores, incluyendo las tuberías principales de servicio contra incendios, basándose en principios de ingeniería confiables, datos de pruebas y experiencias de campo.

La NFPA 13 trata la probabilidad de que ocurra un incendio en cualquier espacio dado con una misma cimentación sin importar las probabilidades reales de ignición. Por estas razones, existe el principio fundamental de

diseño que dice que solo se necesita cierta cantidad de rociadores funcionando para controlar un incendio dado. Es decir, solo se espera que los rociadores que se encuentran en la proximidad general del incendio, se activen y descarguen agua.

### **CLASIFICACION DE LAS OCUPACIONES SEGÚN LA NFPA 13**

Los riesgos de ocupación proporcionan un medio conveniente de categorizar las cargas de combustible y la gravedad del incendio asociado con ciertas operaciones en los edificios. Las clasificaciones también presentan una relación entre las características de combustión de estos combustibles y la capacidad del sistema de rociadores para controlar los tipos de incendios asociados. La probabilidad de ignición no se tiene en cuenta en esta clasificación.

La NFPA 13 clasifica a las ocupaciones para referirse a los requisitos de diseño, instalación y abastecimiento de agua de los sistemas de rociadores

#### **OCUPACIONES DE RIESGO LIGERO**

Son aquellas ocupaciones donde la cantidad y/o combustibilidad de los contenidos en ella es baja, y se esperan incendios con bajos índices de calor.

Los siguientes son ejemplos de este tipo de riesgo

- Edificio de oficinas
- Escuelas
- Ocupaciones residenciales
- Iglesias

- Museos
- Hospitales

## **OCUPACIONES DE RIESGO ORDINARIO**

### Riesgo Ordinario I

Son aquellas ocupaciones donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es moderada, las pilas de abastecimiento de combustible no superan los 2,4 m (8 ft) y se esperan incendios con un índice de liberación de calor moderado.

Los siguientes son ejemplos de este tipo de riesgo:

- Fábricas de conservas
- Plantas electrónicas
- Área de servicio de restaurantes
- Estacionamiento de autos

### Riesgo Ordinario II

Son aquellas ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es de moderada a alta, donde las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor moderado no superan los 3.66 mt ( 12 ft) y las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor elevado no superan los 2.4 mt (ft).

Los siguientes son ejemplos de este tipo de riesgo:

- Lavanderías
- Bibliotecas

- Talleres de reparación
- Ensamble de productos de madera
- Metalmecánica

## **OCUPACIONES DE RIESGO EXTRA**

### **Riesgo Extra I**

Son aquellas ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos son muy altas y hay presentes polvos, pelusas u otros materiales, que introducen la probabilidad de incendios que se desarrollan rápidamente con elevados índices de liberación de calor pero con poco o ningún líquido inflamable o combustible.

Los siguientes son ejemplos de este tipo de riesgo:

- Área de uso de fluidos combustibles
- Imprenta
- Tapizado con espumas de plástico
- Manufactura de textiles
- Líneas de montaje con equipos hidráulicos
- Aserraderos

### **Riesgo Extra II**

Son aquellas ocupaciones con cantidades desde moderadas hasta considerables de líquidos inflamables o combustibles, u ocupaciones donde el almacenamiento de los combustibles es extenso.

Los siguientes son ejemplos de este tipo de riesgo:

- Pulverización de líquidos inflamables
- Procesamiento de plásticos
- Barnices y pinturas por inmersión
- Bodega de Químicos.

### **NFPA 14 Norma para la instalación de Sistemas de tubería vertical y mangueras Edición 2007**

Esta norma contiene los requisitos mínimos para la instalación de sistemas de tubería vertical y mangueras

No cubre requisitos para inspección periódica, prueba y mantenimiento de estos sistemas.

Esta norma clasifica a los sistemas de tuberías en tres clases

- Sistema Clase I
- Sistema Clase II
- Sistema Clase III

#### **Sistema Clase I**

Un sistema clase I, es aquel que provee de conexiones de manguera de 2 ½ pulg (65 mm), para suministrar agua para uso de cuerpo de bomberos y aquellas personas entrenadas en el manejo de chorros de incendios pesados

**Sistema Clase II**

Este tipo de sistema provee estaciones de manguera de 1 ½ pulg (38 mm), para suministrar agua primordialmente para uso de personal entrenado o por personal del Cuerpo de Bomberos en su fase inicial.

**Sistema Clase III**

Este tipo de sistema está provisto de estaciones de manguera de 1 ½ pulg (38 mm), para uso de personal entrenado del propietario del sistema y conexión de 2 ½ pulg (65 mm) para suministrar agua a gran volumen para uso de personal de Bomberos y aquellos operadores entrenados para el manejo de chorros pesados.

**NFPA 20 Norma para la instalación de Bombas estacionarias para protección de incendios Edición 2007**

Esta norma trata lo relativo a la selección e instalación de bombas que suministran agua a sistemas privados de protección contra incendios.

El alcance de esta norma incluye el suministro de agua, equipamiento de succión, de descarga, y auxiliar; suministros de energía, incluidos arreglos de suministro de energía, motores y controles eléctricos, motores y control de motores diésel, y pruebas de aceptación y operación.

Esta norma aplica a bombas centrifugas de una etapa y multi etapas de diseño de eje horizontal o vertical, y bombas de desplazamiento positivo de diseño de eje horizontal o vertical.

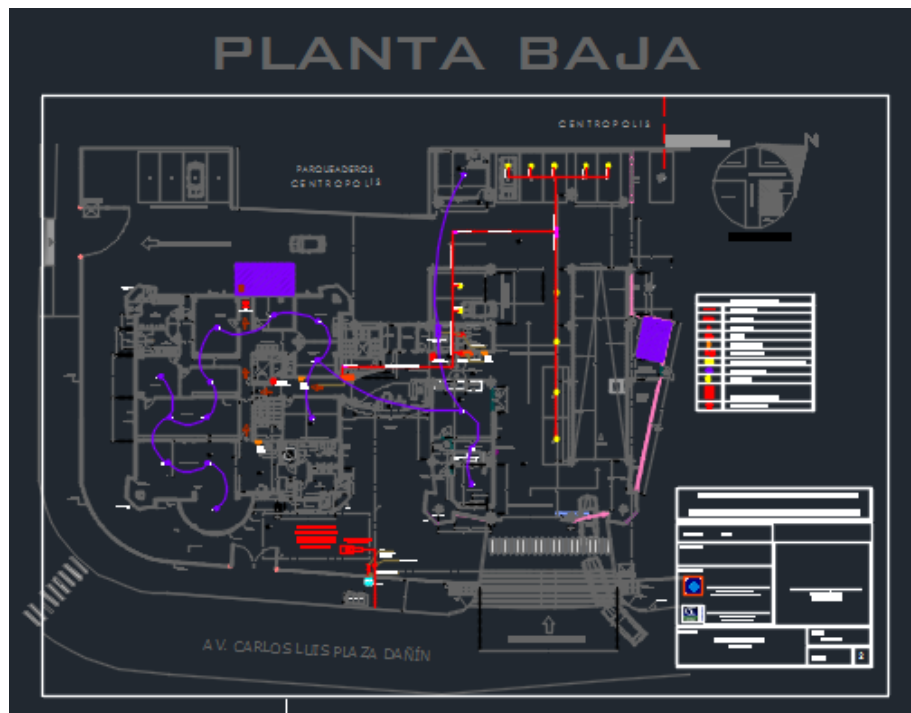
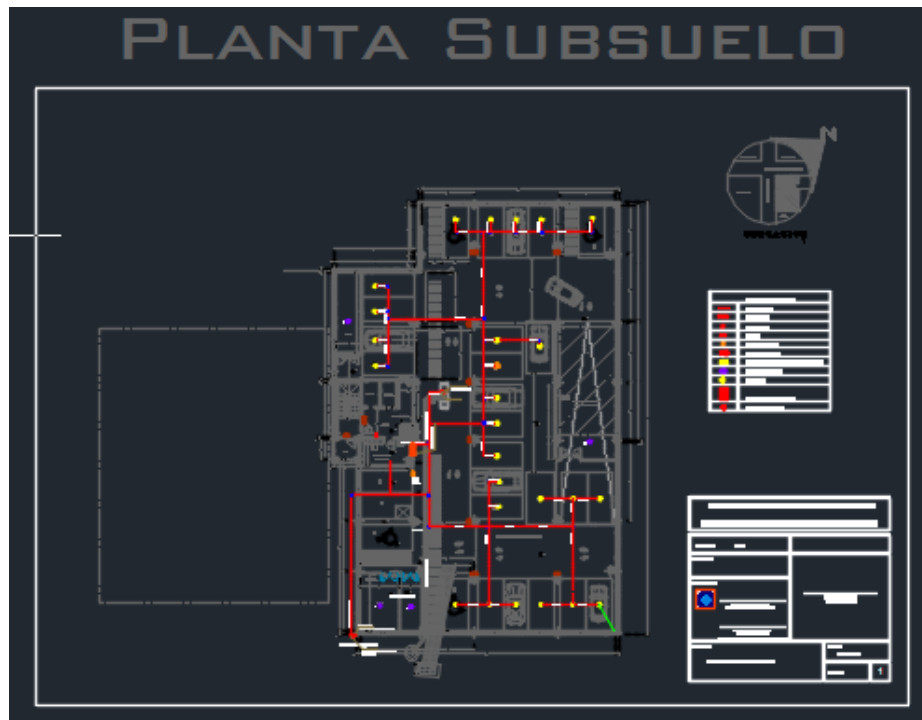


**NFPA 25 Norma para la inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de protección de incendios base de agua Edición 2008**

Esta norma establece los requisitos mínimos para la inspección, prueba y mantenimiento periódico de sistemas de protección contra incendios a base de agua, pero no cubre la totalidad de inspección y prueba de partes eléctricas de los equipos de detección automática de incendio.

Los tipos de sistemas contemplados en esta norma incluyen a rociadores, tuberías verticales y mangueras, pulverizadores fijos de agua y espuma, bombas de incendio., tanque de almacenamiento y válvulas que controlan el flujo del sistema.

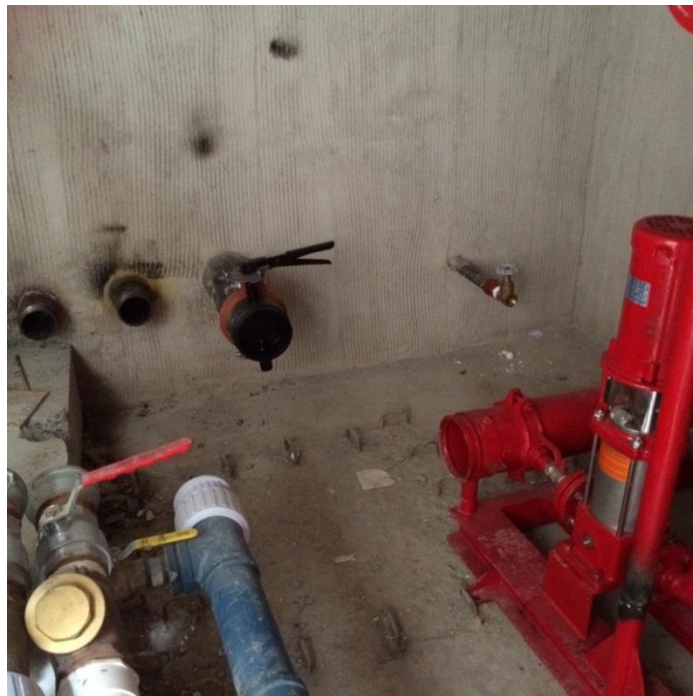
No es la intención de esta norma limitar o restringir el uso de otros programas de inspección, prueba y mantenimiento que proporcionen un grado equivalente de integridad y funcionamiento.







**Fig # 3 EDIFICIO EN CONSTRUCCIÓN**



**Fig # 4 INSTALACIÓN DE LA BOMBA**



**Fig # 5 GABINETE CLASE III PASILLOS**

## BIBLIOGRAFÍA

- Cameron Hydraulic Data Ingersoll Rand
- MANUAL DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS, NFPA, Décimo séptima Edición.
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 13, Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores, Edición 2007
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 20, Instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra Incendios, Edición 2007.
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 25, Norma para la inspección, prueba y Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos de Protección contra Incendios, Edición 2008.
- BERKELEY PUMPS, Manual de Bombas, WI- Estados Unidos de Norteamérica, 2011.
- ITT INDUSTRIES GOULDS PUMPS, Auburn-New York 13021, Estados Unidos de Norteamérica, 1997.