



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
UNIDAD PROFESIONAL AZCAPOTZALCO



SISTEMA DE BOMBEO PARA LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO A BASE DE ROCIADORES AUTOMATICOS. (PARA UN RESTAURANTE)

T E S I S P R O F E S I O N A L

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

I N G E N I E R O M E C Á N I C O

PRESENTA:

C. RAFAEL URIBE GONZALEZ

DIRIGIDA POR:

ING. SANTANA VILLARREAL REYES

DEDICATORIA

A Dios:

A ti, agradezco que me hayas dado vida y salud, así como la oportunidad de disfrutar y compartir con mi familia y amigos de una de las etapas más felices de mi vida, y por que nunca me dejaste de iluminar ni perder la fe en los momentos más difíciles.

A mis padres:

Sr. Felipe E. Uribe Bonilla.

Sra. Maria del Refugio González Hernández.

Que me han conducido por la vida con amor y paciencia; hoy ven forjado un anhelo, una ilusión, un deseo... Gracias por enseñarme lo que han recogido a su paso por la vida, por compartir mis horas grises, mis momentos felices, ambiciones, sueños e inquietudes.

Gracias por ayudarme a salir adelante en la adversidad, por hacer de mí lo que hoy soy: reflejo de cada uno de ustedes, de grandes ideales y noble corazón. No los defraudare, los haré sentirse orgullosos, y verán que todos sus sacrificios y tragos amargos hoy son suave miel, y podrán caminar con la frente muy alta, orgullosos de mi.

Para ustedes, queridos Padres:

Que Dios los bendiga.

A mis hermanos:

JOSE LUIS, JAIME, ELIZABETH, LOURDES

Por estar a mi lado en el transcurso de mi vida, por apoyarme, entenderme, ayudarme y alentarme en aquellos momentos en los que los he necesitado.

A mi esposa e hijos

Ma. de Lourdes, Fernando, Eduardo,

Por ser cada uno de ustedes un motivo más para no desistir en esta meta lograda, por estar siempre a mi lado alentándome, por toda la confianza que depositan en mí.

ESTE LOGRO ES DE CADA UNO DE USTEDES:

PADRES, HEMANOS, ESPOSA E HIJOS

Ing. Rafael Uribe González

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD AZCAPOTZALCO
TESIS Y EXAMEN ORAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO
DEBERÁ DESARROLLAR EL C.: C. RAFAEL URIBE GONZÁLEZ

**“SISTEMA DE BOMBEO PARA LA PROTECCION CONTRA INCENDIO A BASE DE
ROCIADORES AUTOMÁTICOS (PARA UN RESTAURANTE)”**

En este trabajo de tesis se realiza un estudio de Mecánica de fluidos, puesto que es un área de la ingeniería Mecánica que se encarga del análisis de los fluidos en reposo o en movimiento, así como de las aplicaciones y el mecanismo que utilizan los fluidos.

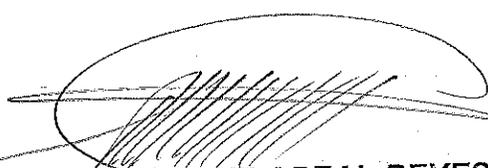
En la aplicación de la ingeniería como medida de prevención se implementa este sistema contra incendio lo cual adopta como medio de prevención para evitar daños irreparables tanto en vidas humanas como perdidas materiales y medio ambiente.

EL TEMA COMPRENDERÁ LOS SIGUIENTES PUNTOS:

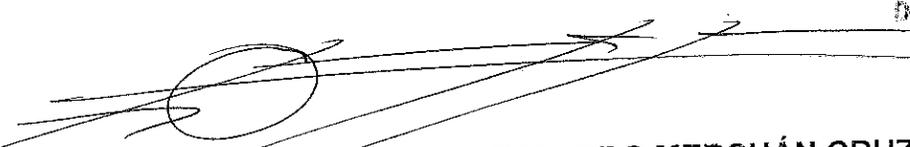
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO
2. MARCO TEÓRICO DE LA INGENIERÍA APLICADA A LOS SISTEMAS CONTRA INCENDIO
3. TURBO MÁQUINAS HIDRÁULICAS: BOMBAS ROTO DINÁMICAS
4. DESARROLLO DEL PROYECTO
5. COSTO – BENEFICIO

México, D.F. a 22 de Noviembre del 2010.

ASESOR


ING. J. SANTANA VILLAREAL REYES

Vo.Bo.
EL DIRECTOR


DR. EMMANUEL ALEJANDRO MERCHÁN CRUZ



NOTA: Se sugiere utilizar el Sistema Internacional de Unidades.

AT-252 /2009

P.S. 03-08

EAMC/ARC/MAOM/gdc*

ÍNDICE

ÍNDICE 3

INTRODUCCIÓN	8
Objetivo	9
Alcances	9
1 GENERALIDADES DEL PROYECTO.	10
1.1 Elementos de combustión.	10
1.1.1 Triangulo del fuego.	10
1.1.2 Combustible.	12
1.1.3 Combustión.	12
1.1.4 Oxigeno.	12
1.1.5 El calor.	12
1.1.6 Reacción en cadena.	12
1.2 Clasificación de los incendios.	13
1.2.1 Incendios clase "A".	13
1.2.2 Incendios clase "B".	13
1.2.3 Incendios clase "C".	13
1.2.4 Incendios clase "D".	14
1.2.5 Recomendación.	14
1.3 Sustancias empleadas para la extinción del fuego.	14
1.3.1 Agua.	14
1.3.2 Agentes sustitutos de gases halógenos.	14
1.3.3 Bióxido de carbono.	14
1.3.4 Polvo químico seco normal "BC".	14
1.3.5 Polvo químico seco potasio "BC".	15
1.3.6 Polvo químico "ABC".	15
1.4 Clasificación de equipos contra incendio.	15
1.4.1 Equipos portátiles.	15
1.4.2 Equipos fijos.	15
1.5 Clasificación de riesgos para incendios en inmuebles.	15
1.5.1 Riesgos ligeros.	15
1.5.2 Riesgos ordinarios.	15
1.5.2.1 Grupo 1.	16
1.5.2.2 Grupo 2.	16
1.5.2.3 Grupo 3.	16
1.5.3 Riesgos extra.	16
1.6 Selección del sistema contra incendio.	16

1.6.1	Característica de los riesgos que se debe tomar en cuenta.	16
1.6.2	Selección de sistemas y equipos.	17
1.7	Sistemas de Protección Contra Incendio.	17
1.7.1	Sistema de protección con extintores.	17
1.7.1.1	Criterios de localización.	18
1.7.1.2	Tipo y capacidad de extintores del área de instalación.	18
1.7.2	Sistema de protección con hidrantes.	18
1.7.2.1	Edificios que requieren protección con hidrantes.	18
1.7.2.2	Sistemas con hidrantes.	19
1.7.2.3	Componentes de Gabinete de protección contra incendio.	19
1.7.2.4	Localización de los hidrantes.	20
1.7.2.5	Gasto por hidrante.	21
1.7.3	Sistema de protección con rociadores de agua.	21
1.7.3.1	Definición de los tipos de sistemas de rociadores.	21
1.7.3.2	Tipos de rociadores.	23
1.7.3.3	Red de distribución de agua a los rociadores.	23
1.7.3.4	Configuración geométrica de la red y colocación de rociadores.	23
1.7.3.5	Cargas mínima y máxima de trabajo de los rociadores.	24
1.7.3.6	Diámetro mínimo requerido.	24
1.7.3.7	Densidad de protección.	24
1.7.3.8	Gastos por rociador.	25
1.7.3.9	Cálculos de la red.	26
1.7.3.10	Almacenamiento de agua requerido.	26
1.7.3.11	Ensayo del abastecimiento de Agua.	27
2	MARCO TEORICO DE LA INGENIERIA APLICADA A LOS SISTEMAS CONTRA INCENDIO	28
2.1	Ingeniería básica.	28
2.1.1	Abreviaturas y símbolos hidráulicos.	28
2.1.2	Conceptos teóricos y formulación.	29
2.1.2.1	Fluido.	29
2.1.2.2	Densidad específica o absoluta	29
2.1.2.3	Densidad relativa.	30
2.1.2.4	Peso específico	31
2.1.2.5	Volumen específico.	31
2.1.2.6	Compresibilidad.	32
2.1.2.7	Viscosidad	32
2.1.2.8	Viscosidad Dinámica.	33
2.1.2.9	Viscosidad cinemática	33
2.1.2.10	Presión.	35
2.1.2.11	Presión atmosférica.	35
2.1.2.12	Presión manométrica.	35
2.1.2.13	Presión absoluta.	36
2.1.2.14	Presión de vacío.	36
2.1.2.15	Presión de vapor.	36
2.1.3	Hidrodinámica.	36
2.1.3.1	Definición de caudal	36
2.1.3.2	Ecuación de la continuidad.	36
2.1.3.3	Ecuación de Bernoulli.	37

2.1.3.4	Perdidas Primarias en las Tuberías.	38
2.1.3.5	Ecuación General de las Pérdidas Primarias: Ecuación de Darcy-Weisbach.	38
2.1.3.6	Diagrama de Moody	39
2.1.3.7	Regímenes de flujo de fluidos en tuberías.	39
2.1.3.8	Calculo de λ en régimen turbulento y tuberías rugosas.	41
2.1.3.9	Perdidas secundarias en las tuberías.	41
2.1.4	Redes de distribución.	42
2.1.4.1	Tuberías en serie.	42
2.1.4.2	Tuberías en paralelo.	43
2.1.4.3	Tuberías Ramificadas.	43
2.1.4.4	Redes de Tuberías.	45
3	TURBO MÁQUINAS HIDRÁULICAS: BOMBAS ROTODINAMICAS	48
3.1	Clasificación de bombas.	48
3.1.1	Bombas contra incendio	50
3.1.1.1	Tipos de bombas.	51
3.1.1.2	Recomendaciones de diseño.	53
3.1.1.3	Carga dinámica total.	54
3.1.1.4	Carga de succión.	55
3.1.1.5	Carga total de Succión.	55
3.1.1.6	Elevación de succión.	55
3.1.1.7	NPSH.	55
3.1.1.8	NPSH disponible.	55
3.1.1.9	NPSH requerido.	56
3.1.2	Pérdidas en el interior de la bomba	56
3.1.2.1	Perdidas hidráulicas.	56
3.1.2.2	Perdidas Volumétricas.	57
3.1.2.3	Perdidas Mecánicas.	57
3.1.3	Potencias y rendimientos	57
3.1.3.1	Potencia de accionamiento (Pa).	57
3.1.3.2	Potencia interna (Pi).	57
3.1.3.3	Potencia útil (Pu).	58
3.1.3.4	Rendimiento Hidráulico (η_h).	58
3.1.3.5	Rendimiento Volumétrico (η_v).	58
3.1.3.6	Rendimiento interno (η_i).	58
3.1.3.7	Rendimiento mecánico (η_m).	58
3.1.3.8	Rendimiento total (η_t).	58
3.1.4	Cavitación	59
3.1.5	Golpe de ariete	59
3.2	Calculo de bombas en serie y paralelo.	59
3.2.1	Bombas en serie.	59
3.2.2	Bombas en paralelo.	61
4	DESARROLLO DEL PROYECTO	63
4.1	Consideraciones previas.	63
4.1.1	Justificación del sistema.	63
4.1.2	Antecedentes.	63

4.1.3	Objetivo.	63
4.2	Datos generales.	64
4.2.1	Alcances.	64
4.2.2	Ubicación.	64
4.3	Selección del sistema de protección contra incendio.	64
4.3.1	Descripción del proyecto.	64
4.3.2	Planta arquitectónica del proyecto.	65
4.3.3	Análisis de riesgo.	66
4.3.4	Clasificación de las ocupaciones de riesgos.	66
4.3.5	Requerimientos de protección para cocinas.	66
4.3.6	Limitaciones del área de protección del sistema.	67
4.3.6.1	Determinación del área de protección de cobertura.	67
4.3.6.2	Área máxima de protección de cobertura.	68
4.3.7	Espaciamiento de los rociadores.	68
4.3.7.1	Distancia máxima entre rociadores.	68
4.3.7.2	Distancia máxima a las paredes.	68
4.3.7.3	Distancia mínima a las paredes.	68
4.3.7.4	Distancia mínima entre rociadores.	68
4.3.8	Cálculo de "C" para el tipo de tubería.	69
4.3.9	Cuadro de accesorios según el diámetro de la tubería.	69
4.3.10	Resumen de formulas para cálculo.	70
4.3.10.1	CALCULO INICIAL (Q_i).	70
4.3.10.2	Número de rociadores (No).	70
4.3.10.3	Caudal en el rociador (Q).	70
4.3.10.4	Presión inicial (P_i).	70
4.3.10.5	Pérdidas de carga (J) Formula de Hasen Williams.	70
4.3.10.6	Ajuste de caudales entre dos tramos.	71
4.4	MEMORIA DE CÁLCULO.	72
4.4.1	Método de cálculo.	72
4.4.1.1	Determinación de área.	72
4.4.2	Cálculo general de proyecto.	74
4.4.2.1	Cálculo del caudal por cada rociador.	74
4.4.2.2	Número de rociadores (No).	74
4.4.2.3	Caudal total aproximado del proyecto. (Q_T).	74
4.4.3	Análisis de cálculo.	75
4.4.3.1	Análisis del circuito A.	75
4.4.3.2	Análisis del circuito B	78
4.4.3.3	Análisis del circuito C	82
4.4.3.4	Análisis del circuito D	86
4.4.3.5	Análisis del circuito E	90
4.4.3.6	Análisis de cálculo del sistema.	94
4.4.4	Cálculo de almacenamiento.	94
4.4.4.1	Cálculo del volumen para servicios.	95

4.4.4.2	Cálculo de volumen para protección contra incendio	96
4.4.4.3	Volumen y dimensión de almacenamiento.	96
4.4.4.4	Toma siamesa.	98
4.4.5	Ubicación de cuarto de bombeo.	98
4.4.5.1	Trayectoria de línea para el sistema de protección contra incendio.	99
4.4.6	Cálculo de equipo de bombeo.	100
4.4.6.1	Datos de cálculo.	100
4.4.6.2	Cálculo de diámetro de succión y descarga.	101
4.4.6.3	Pérdidas de succión y descarga.	102
4.4.6.4	Cálculo y selección de la bomba.	105
4.4.6.5	Curva característica de bomba.	106
4.4.6.6	Tabla de resultado de succión y descarga.	107
5	COSTO-BENEFICIO	117
5.1.1	Catalogo de conceptos y costos.	117
5.1.2	Costo total de equipos y materiales.	120
5.1.3	Beneficio.	121
5.1.3.1	Beneficio Social.	121
5.1.3.2	Beneficio Ambientales.	121
	CONCLUSIONES	122
	BIBLIOGRAFIA	123

INTRODUCCIÓN

El combate contra los incendios ha tenido gran relevancia a través de la historia. El fuego en sus dos vertientes, amigo y enemigo, apareció sobre la tierra antes que el hombre y le sirvió para dejar su vida nómada. Pero a la vez para acompañar su trayectoria con las huellas de grandes destrucciones. Desde tiempos prehistóricos el hombre se organiza y prepara para combatirlo como enemigo en diferentes formas y con diferentes medios. Se tienen antecedentes que ya desde tiempos remotos, hacia el año 300 AC. En la antigua Roma se asignaron esclavos a la lucha contra incendios y durante el reinado de Cesar Augusto se crearon los corps of vigiles, lo que puede decirse fue el primer cuerpo de bomberos municipal. Algunos de sus miembros, los Aquarii, eran los encargados del transporte de agua en jarros hasta el lugar del incendio.

Marco Polo en el siglo XIII relata que en Hangchow, la Ciudad Celestial, existían grupos de vigilantes y bomberos con responsabilidades en materia de prevención y extinción de incendios. Pero no es hasta el año 1189, y como siempre, desgraciadamente, tras un desvastador incendio, fue que el primer Alcalde de Londres implantó una ordenanza donde se establecía que las edificaciones nuevas tendrían paredes de piedra y tejados de pizarra o teja, en sustitución de los cubiertos de paja.

En 1566, una ordenanza del Ayuntamiento de Manchester (Inglaterra), trata la seguridad en el almacenamiento de combustible, lo que fue el primer decreto en materia de prevención referido directamente a edificaciones industriales. En 1583 el Parlamento Inglés prohibió a los fabricantes de velas fundir la grasa en el interior de las viviendas, lo que constituye la primera actuación estatal europea en cuanto a las regulaciones y reglamentaciones de la protección contra incendios.

En 1647, se obligaba a tratar las chimeneas de madera con revestimientos interiores en base a aglomerados resistentes al fuego. Después del Gran Incendio de Londres del 1666, se adoptó un código completo de regulaciones sobre edificios cuyas señas se aplican hasta hoy. En 1824 la Brigada Contra Incendios de Edimburgo, comenzó a desarrollar regulaciones y normas de actuación más modernas.

Objetivo

Como medida de prevención es necesario la implementación de un sistema contra incendio lo cual se adopta como medio de prevención para evitar daños irreparables tanto en vidas humanas como pérdidas materiales y medioambientales.

Alcances

Se realiza un informe descriptivo (la presente), y de análisis que refiera todos los elementos del sistema para lo cual se atenderán las consideraciones necesarias para proteger el inmueble.

Se diseñara de acuerdo a los lineamientos y especificaciones de la NFPA así como del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y de Las Normas Técnicas Complementarias y normas de diseño e Ingeniería para coordinación de construcción, conservación y equipamiento de la división de proyectos, investigación y cuadros básicos del Instituto Mexicano del Seguro Social.

- Identificar la necesidad del diseño del sistema contra incendio y delimitar el riesgo
- Desarrollar los conceptos teóricos-prácticos,
- Seleccionar el método mas favorable de protección

1 GENERALIDADES DEL PROYECTO.

1.1 Elementos de combustión.

Para poder analizar las generalidades de los incendios, sus causales y como se puede ayudar a la prevención de ellos, se debe entender y aceptar que el incendio es producto de un accidente. Para evitarlo es necesario conocer las causas que lo provocan, así como los principios de prevención que deben tenerse presentes para abordar el problema en forma sistemática y puntual:

Incendio: es un accidente producto por fuego no controlado

Amago: es el principio del incendio. Es un fuego incipiente descubierto y controlado o extinguido oportunamente.

Siniestro: Es un incendio de grandes dimensiones.

Para que estas técnicas tengan un resultado efectivo, primero se debe entender que, es producto de el incendio es sin discusión, el fuego, mediante el cual lleva su proceso de combustión, y se presentan cuatro elementos esenciales para este se produzca.

1.1.1 Triangulo del fuego.

Si se deja un trozo de Hierro a la intemperie, su color cambia y pierde sus características originales debido a la oxidación. Esto significa que el Oxígeno del aire se combina con el Hierro para producir óxido de Hierro. Un fuego es un fenómeno similar: el Oxígeno del aire se combina con los materiales que arden, pero en forma violenta. A esta oxidación rápida se le denomina combustión y para que un material entre en combustión se necesitan ciertas condiciones. En la Figura 1.1, se muestran los elementos con los cuales se origina el fuego.

Una de ellas es contar con suficiente Oxígeno; aunque esto no es problema dado que el medio ambiente lo contiene.

La segunda condición es que exista material combustible.

La tercera condición es que exista suficiente calor para que la combustión se inicie.



Figura I.1. Elementos para origen del fuego

Si el triángulo está incompleto no podrá producirse fuego. La base sobre lo que se apoya la prevención del fuego y la lucha contra el mismo consiste en romper el triángulo del fuego.

En general la reacción de combustión reside en el Oxígeno del aire para que este apoye la combustión. Pero esta no es la única fuente de Oxígeno, en su estructura para quemarse sin que el aire ayude, solamente requiere calor. Como ejemplos bien conocidos de tales materiales están el celuloide, los explosivos denominados nitroglicerina y nitrocelulosa, la cordita y el nitrato de Amoníaco. Los combustibles o materiales inflamables no reaccionan siempre con el Oxígeno para incendiarse; el Cloro constituye un ejemplo de otro gas que puede contribuir a la combustión, a semejanza del Oxígeno, puede reaccionar con el Hidrógeno, y los compuestos orgánicos, por ejemplo la trementina. Los accidentes con frecuencia los ocasiona lo inesperado, y el Nitrógeno, como riesgo de incendio, puede sonar extraño, pero el caso es que puede arder con materiales reactivos y sus aleaciones, por ejemplo el Magnesio.

La posibilidad de que un material se queme depende de sus propiedades físicas, a la vez que de sus propiedades químicas. Por regla general los materiales son inflamables solamente en estado de vapor, son pocos los sólidos o los líquidos que arden directamente.

La formación de vapor procedente de sólidos o líquidos se controla fácilmente mediante su temperatura. En la prevención de fuegos, el conocimiento de la capacidad de un material para formar vapores y de la temperatura requerida para que dichos vapores se inflamen, es muy importante, sin calor o sin una fuente de ignición el material inflamable puede utilizarse normalmente con plena seguridad en cuestión de su riesgo de incendio.

Una observación de la facilidad con que el vapor arde, brinda también un sistema para reducir el peligro de fuego correspondiente a las distintas sustancias.

En consecuencia, es posible diferenciar para cada material:

- Una temperatura a la cual el material se gasifica (temperatura de gasificación).
- Una temperatura a la cual el material ya gasificado se enciende (temperatura de ignición).

1.1.2 Combustible.

Este puede ser cualquier material combustible, ya sea sólido, líquido o gas. La mayoría de los sólidos y líquidos se convierten en vapores o gases antes de entrar en combustión.

1.1.3 Combustión.

La combustión es una reacción exotérmica auto alimentada con la presencia de un combustible en fase sólida, líquida y/o gaseosa. El proceso está generalmente (aunque no necesariamente) asociado con la oxidación de un combustible por el oxígeno atmosférico con emisión de luz. Generalmente, los combustibles sólidos y líquidos se vaporizan antes de arder. A veces un sólido puede arder directamente en forma de incandescencia o rescoldos. La combustión de una fase gaseosa generalmente se produce con llama visible. Una combustión confinada con una súbita elevación de presión constituye una explosión.

1.1.4 Oxígeno.

El aire que respiramos está compuesto de 21% de Oxígeno. El fuego requiere una atmósfera de por lo menos 16% de Oxígeno. El Oxígeno es un carburante, es decir activa la combustión.

1.1.5 El calor.

Es la energía requerida para elevar la temperatura del combustible hasta el punto en que se despiden suficientes vapores que permiten que ocurra la ignición.

1.1.6 Reacción en cadena.

Las reacciones oxidantes relacionadas con los incendios son exotérmicas, lo que significa que el calor es uno de sus productos. Una reacción de oxidación exige la presencia de un material combustible y de un agente oxidante. Prácticamente todos los combustibles corrientes, sean sólidos, líquidos o gaseosos, contienen importantes proporciones de carbono e hidrógeno.

Cuando se ha logrado encender un fuego, con frecuencia puede mantenerse por sí sólo, sin apagarse, hasta que sólo quedan cenizas. Para explicar este aspecto del fuego, la ciencia actual agrega un cuarto elemento a los tres que ya se han visto: La reacción en cadena. Cuando el fuego es suficientemente intenso, aparecen llamas y se libera mucho calor. Esto facilita que el Oxígeno y los combustibles se combinen, con lo cual hay nuevas llamas y más

calor. Se le considera como incendio a todo tipo de fuego no controlado que cause o no daños directos. Para que exista un mejor control de los incendios, se ha establecido la clasificación de los incendios, con el fin de identificar su naturaleza y facilitar la forma de controlarlos.

1.2 Clasificación de los incendios.

1.2.1 Incendios clase "A".

Son aquellos en que el combustible deja residuos carbonosos y brasas; esta clase de incendios se caracteriza por que agrieta el material y se propaga de afuera hacia adentro.

Se originan en materiales sólidos tales como madera, papel, lana, cartón, estopa, textiles, trapos, y en general, combustibles ordinarios. Para combatir estos incendios es de suma importancia el uso de grandes cantidades de agua o de soluciones que la contengan en un gran porcentaje.

1.2.2 Incendios clase "B".

Son aquellos producidos en aceites, grasas pinturas y, en general en líquidos inflamables. En esta clase de incendios se caracteriza por producirse en las superficies de los líquidos por lo que para combatirlos es esencial eliminar el oxígeno por medio de una acción sofocante o aislante, es decir, las sustancias o agentes extintores deben aislar el combustible y el fuego del aire que es el que tiene oxígeno. Para combatir estos incendios deben usarse extintores con polvo ABC, con polvo BC o con bióxido de carbono.

El agua, en forma de chorro directo, puede extender el incendio, ya que dispersa el líquido combustible. Sin embargo, bajo ciertas circunstancias, la lluvia fina, casi niebla puede ser efectiva. Esta clase de incendios produce gran cantidad de monóxido de carbono debido a la falta de oxígeno en el centro de la flama o foco de incendio.

1.2.3 Incendios clase "C".

Son aquellos que tienen su origen en circuitos eléctricos vivos, como interruptores, tableros, Motores, aparatos domésticos, etc.

Para la extinción de esta clase de incendios deben emplearse agentes extintores no conductores de electricidad, como el polvo químico seco y el bióxido de carbono, ya que de no ser así se corre el peligro de recibir una descarga eléctrica.

1.2.4 Incendios clase “D”.

Esta clase de incendios tienen su origen en metales ligeros que al estar en ignición desprenden su propio oxígeno; se pueden mencionar magnesio, sodio, potasio, aluminio, etcétera.

Para esta clase de incendios es difícil mencionar un solo tipo de agente extintor debido a la diferencia estructural que existe entre cada uno de ellos; por tal motivo, los agentes extintores que se usan para combatir el fuego de un metal casi siempre no son útiles para combatir el fuego de otro.

1.2.5 Recomendación.

Es de gran importancia tomar en cuenta esta clasificación para determinar el equipo Correcto al realizarse las instalaciones y señalamiento de las medidas de prevención y extinción que deben tomarse.

1.3 Sustancias empleadas para la extinción del fuego.

1.3.1 Agua.

Tiene una gran acción enfriadora. Se usa sola o mezclada con otros agentes humectantes.

1.3.2 Agentes sustitutos de gases halógenos.

Estos agentes serán todas aquellas sustancias que no dañan la capa de ozono como por Ejemplo FM-200, Inmergen, etc.

1.3.3 Bióxido de carbono.

Tiene acción sofocante, pues desplaza el oxígeno de la combustión. Es un gas inerte más Pesado que el aire, no es conductor de la electricidad y es totalmente seco. Además, es inodoro, incoloro e insípido.

1.3.4 Polvo químico seco normal “BC”.

Tiene acción sofocante, pues desplaza el aire de la combustión mediante la nube que forma al salir del equipo contra incendio, produciendo gran cantidad de bióxido de carbono al entrar en contacto con el fuego. Es un compuesto de bicarbonato de sodio molido y tratado con aditivos antihigroscópicos.

1.3.5 Polvo químico seco potasio “BC”.

Este polvo se descompone más rápidamente que el anterior, produciendo bióxido de carbono, por lo cual tiene una acción sofocante. Es un compuesto de bicarbonato de potasio molido y tratado con aditivos anti higroscópicos.

1.3.6 Polvo químico “ABC”.

Es un polvo de acción sofocante y enfriadora producida por los efectos de descomposición ante la presencia del fuego. Es un compuesto de fosfato mono amónico polivalente molido, tratado con aditivos anti higroscópicos y otros componentes no especificados.

1.4 Clasificación de equipos contra incendio.

1.4.1 Equipos portátiles.

Se utilizan para combatir conatos de incendio o fuegos incipientes y pueden trasladarse a mano o sobre ruedas. Su nombre está determinado por el agente extintor que utiliza, como pueden ser polvo químico seco tipo ABC, Bióxido de Carbono, etc.

1.4.2 Equipos fijos.

Los equipos fijos son los hidrantes, los rociadores, los sistemas de bióxido de carbono y los sistemas sustitutos de gas halón autorizados.

1.5 Clasificación de riesgos para incendios en inmuebles.

1.5.1 Riesgos ligeros.

Incluye la cantidad y combustibilidad de los materiales, dado que son bajas, los fuegos que se produzcan emitirán cantidades relativamente bajas de calor. Ejemplos de esta categoría: son apartamentos, iglesias, viviendas, hoteles, edificios de oficinas, escuelas, entre otros similares.

1.5.2 Riesgos ordinarios.

Esta clase se subdivide en tres grupos, principalmente debido a que cada uno requiere un suministro pequeñamente distinto para los rociadores, en general en esta clase se incluyen los edificios comerciales, industriales y de fabricaciones normales.

1.5.2.1 Grupo 1.

Abarca edificaciones donde la combustibilidad es baja, la cantidad de los materiales combustibles moderada y el almacenaje de materiales combustibles almacenados en pilas no debe exceder una altura de 2.5 m; se puede prever que el fuego sólo producirá cantidades de calor moderadas. Algunos ejemplos de este grupo son: fábricas de conservas alimenticias, lavanderías y plantas electrónicas.

1.5.2.2 Grupo 2.

Incluye edificaciones donde la cantidad y combustibilidad de su contenido es moderada, la altura de las mercancías excede 3.5 m y puede esperarse que el calor emitido por los fuegos previsible es moderado, ejemplos de estos son: molinos de cereales, plantas textiles, imprentas, empresas de artes gráficas y fábrica de zapatos.

1.5.2.3 Grupo 3.

Se clasifican un número reducido de actividades en los que la cantidad y combustibilidad de contenido en ellas es alta y los fuegos previsible pueden llegar a producir grandes cantidades de calor. Ejemplos de estos son: molinos de harina, andenes de fábricas de obtención y procesos de papel, fabricación de neumáticos y almacenes (papelería, pinturas, etc.).

1.5.3 Riesgos extra.

En esta clase se incluyen edificios o partes de los mismos en donde el riesgo de incendio se considera grave. Ejemplos de esta clase son: Los procesos de preparación de algodón, fábricas de explosivos, refinerías de petróleo, fábrica de barnices y otras actividades similares, así como líquidos inflamables.

1.6 Selección del sistema contra incendio.

Para seleccionar los sistemas y equipos de protección contra incendio se deben tomar en cuenta las características del riesgo y el equipo disponible en el mercado.

1.6.1 Característica de los riesgos que se debe tomar en cuenta.

- Grado de peligrosidad del riesgo a proteger
- Clase o clases de fuego que puede originar el contenido del riesgo.
- Velocidad de propagación del fuego.
- Clase y tipo de equipos, maquinarias, instalaciones y contenido del riesgo a proteger.
- Capacidad física y necesidades de entrenamiento del personal que labora dentro del riesgo.

1.6.2 Selección de sistemas y equipos.

Para determinar el grado de peligrosidad, la clase de incendio que pueda originarse y su velocidad de propagación, será preciso estudiar cuidadosamente el proyecto arquitectónico así como el programa de distribución de equipo e instalaciones.

- Si dentro del riesgo hay posibilidad de que por la ignición de los materiales contenidos se puedan producir humos o vapores tóxicos, deberá seleccionarse un equipo para extinción rápida.
- En el caso de que el equipo, maquinaria, instalaciones y contenidos sean de tal naturaleza que puedan ser dañados por los agentes extintores, se deberá usar como agente extintor el bióxido de carbono.
- Si el personal que labora habitualmente dentro del riesgo es de poca capacidad física, el equipo que se seleccione debe ser de fácil manejo y de poca capacidad para que sea de poco peso, compensando esta poca capacidad con la instalación de un mayor número de unidades.
- La selección del equipo a instalar será independiente de los equipos con que cuentan los bomberos de la unidad, exceptuando la toma siamesa.

1.7 Sistemas de Protección Contra Incendio.

Es el estudio y la practica de la mitigación de los efectos no deseados de incendio. Implica el estudio de la conducta, la compartimentación, la supresión e investigación de incendios y sus situaciones de emergencias relacionadas, así como la investigación y desarrollo, pruebas, producción y aplicación de la mitigación de los sistemas. En las estructuras ya sean basados en la tierra o incluso barcos en alta mar, los propietarios y los operadores son responsables de mantener sus instalaciones de acuerdo con un diseño de base en las leyes, incluido el local del código de construcción que son aplicadas por la autoridad competente. Los edificios deben ser construidos a la versión del código de construcción que esta en efecto cuando se realice la solicitud de construcción.

1.7.1 Sistema de protección con extintores.

Los extintores portátiles son una línea primaria de defensa con la fuerza suficiente para combatir incendios de tamaño limitado. Son necesarios aun cuando la propiedad este equipada con regaderas automáticas, red hidráulica y mangueras u otros equipos fijos de protección. No se aplica a sistemas instalados permanentemente para la extinción de incendios, aunque partes de dichos sistemas sean portátiles (tales como mangueras y boquillas conectadas a un abastecimiento fijo de agente extintor)

1.7.1.1 Criterios de localización.

Los extintores deberán localizarse tomando en consideración los criterios que se indican a Continuación:

- Si el riesgo es bajo, y va a estar protegido con hidrantes, se debe colocar un extintor por cada 500 m² o fracción.
- Si el riesgo es medio, y va a estar protegido con hidrantes, se debe colocar un extintor por cada 300 m² o fracción.
- Si el riesgo es bajo sin hidrantes, se debe colocar un extintor por cada 300 m² o fracción.
- Si el riesgo es medio sin hidrantes, se debe colocar un extintor por cada 200 m² o fracción.
- Colocarse a una distancia no mayor de 30 metros de separación entre uno y otro.
- Colocarse a una distancia tal que una persona no tenga que caminar más de 15 metros.
- Colocar a una altura máxima de 1.60 metros. el soporte del extintor.
- Colocarse en sitios donde la temperatura no exceda de 50 °C y no sea menor de 0 oC.
- Colocarse en sitios visibles, de fácil acceso, cerca de las puertas de entrada y salida, o cerca de los trayectos normalmente recorridos.
- Sujetarse en tal forma que se pueda descolgar fácilmente para ser usado.
- Cuando se coloquen en exteriores se deben instalar en gabinetes.
- En los lugares en que se instalen deberá haber un círculo de 0.60 m a 1.00 m de diámetro o un rectángulo pintado de color rojo, quedando colocado el extintor al centro del mismo.
- Deberá existir un señalamiento que diga "extintor" en la parte superior de cada uno de estos y el tipo de fuego.
- Independientemente de estos criterios de localización, que son propios del IMSS, se recomienda consultar con el Departamento de Bomberos de la localidad para ver si tienen otros criterios.

1.7.1.2 Tipo y capacidad de extintores del área de instalación.

Dependiendo del área de instalación, los extintores serán del tipo y capacidad que se indican en tabla 7a, ver anexo A

1.7.2 Sistema de protección con hidrantes.

1.7.2.1 Edificios que requieren protección con hidrantes.

Los edificios con más de 15 metros de altura o con una superficie construida de más de 2500 metros cuadrados serán protegidos con hidrantes, independientemente de alguna otra protección requerida.

1.7.2.2 Sistemas con hidrantes.

El sistema con hidrantes es un conjunto de equipos y accesorios fijos con gran capacidad de extinción, de los cuales debe disponerse cuando hayan sido insuficientes los equipos portátiles, o extintores, para combatir un conato de incendio. Consisten en el equipo de bombeo y la red de tuberías necesarias para alimentar, con el gasto y la presión requerida, a los hidrantes de la Unidad que se puedan considerar en uso simultáneo.

Hidrante.

Se conoce con el nombre de hidrante a las salidas de descarga de este sistema, las cuales deben de estar conectadas, mediante una válvula angular, a un tramo de manguera con su chiflón de descarga, estando contenidos estos elementos dentro de un gabinete metálico.

1.7.2.3 Componentes de Gabinete de protección contra incendio.

Se denomina gabinete de protección contra incendio al conjunto formado por el gabinete metálico, la válvula angular de seccionamiento, el manómetro, la porta manguera, la manguera con su chiflón y un extintor.

Gabinete metálico

Debe ser fabricado con lámina de calibre No.20, de una sola pieza, sin uniones en el fondo, diseñado para sobreponer o empotrar en el muro, con una puerta con bisagra de piano continua, manija tipo de tiro y cestillo de leva, con mirilla de vidrio transparente en la parte superior y de 20 cm. de ancho como mínimo. Las dimensiones de estos gabinetes serán: 83.2 cm. de ancho, 88.3 cm. de alto y 21.6 cm. de fondo. En ambos casos habrán de tener una abertura circular, en la parte de arriba del costado, tanto en el lado izquierdo como en el lado derecho, para introducir el tubo de alimentación. Deberá tener un acabado con una mano de pintura anticorrosiva y el marco del gabinete debe pintarse de color rojo para facilitar su localización en casos de emergencia.

Válvula de seccionamiento.

La válvula de seccionamiento será de globo, del tipo angular, de 50 mm de diámetro, construida de bronce, con asiento intercambiable de neopreno y probada al doble de la presión de trabajo del sistema, como mínimo.

Manguera.

La manguera debe ser de material 100% sintético con recubrimiento interior de neopreno aprueba de ácidos, álcalis, gasolina, hongos, etc. También deberá ser a prueba de torceduras y con expansión longitudinal y seccional mínima. El diámetro será de 38 mm y una longitud de 30 metros en un solo tramo. Esta manguera debe plegarse sobre un soporte metálico dentro del gabinete. Las especificaciones mínimas de estas mangueras son las siguientes:

Tabla 1.7 a

CARACTERISTICAS DE MANGUERA	
Clase de tejido	Tubular
Tipo de tejido	Sarga o lona
Material del tejido	Fibra continua de poliester
Material del tubo interior	Sintetico de neopreno
Presión de trabajo	14 kg/cm ²
Presión de prueba	28 kg/cm ²
Presión de ruptura	50 kg/cm ²
Diámetro	38 mm

Soporte de la manguera.

Deberá ser giratorio, construido en lámina, para suspender la manguera, a fin de facilitar el tendido de la misma y la operación del hidrante por una sola persona, en caso de ser necesario.

Chiflón.

Debe ser tipo niebla de 3 pasos, de 38 mm. De diámetro y construido de bronce o plástico con rosca hembra en la entrada.

Extintor.

Este será de polvo químico seco tipo ABC con capacidad de 6 kg.

1.7.2.4 Localización de los hidrantes.

Los hidrantes podrán estar localizados en el interior o en el exterior de los edificios. La localización se debe hacer de tal manera que entre unos y otros cubran perfectamente la superficie del riesgo a proteger, para lo cual se deberán considerar trayectorias posibles, sobre planos a escala, de una manguera de 30 metros de longitud.

- **Los hidrantes exteriores** dentro del predio del riesgo protegido deberán estar colocados a una distancia no menor de 5 metros de los paramentos exteriores de los edificios más próximos a los cuales protegen. Estos hidrantes serán a prueba de intemperie.
- **Los hidrantes interiores** deben estar en lugares visibles y de fácil acceso, debiéndose tener, siempre, un hidrante cerca de las escaleras y de las puertas de salida del edificio. El volante de la válvula angular no deberá estar a más de 1.60 m sobre el nivel del piso.

1.7.2.5 Gasto por hidrante.

Se considerará de 2.82 litros por segundo, que es el gasto que proporcionan las mangueras con el chiflón tipo niebla que usa el IMSS cuando se tienen 25.5 m. de carga neta a la entrada de la válvula angular.

Hidrantes en uso simultaneo.

El número de hidrantes que se consideren en uso simultáneo se basará en el área construida de acuerdo con lo siguiente:

Área CONSTRUIDA m ²	Hidrantes en uso simultaneo
2 500 - 5 000	2
5 000 - 7 500	3
Más de 7 500	4

Si la unidad se compone de varios cuerpos y estos están separados entre si más de 15 metros, considerar únicamente el cuerpo de mayor área construida.

1.7.3 Sistema de protección con rociadores de agua.

Este sistema consiste, básicamente, en una red de tuberías colocadas inmediatamente abajo del techo, expuestas o cubiertas por falso plafón, alimentada a presión y en la que se instalan, a intervalos regulares, una serie de rociadores diseñados para abrirse por la acción de la temperatura circundante. Al abrirse el rociador produce una descarga de agua en forma de rocío, muy abundante, sobre el material que produce el calor.

1.7.3.1 Definición de los tipos de sistemas de rociadores.

Sistema anticongelante.

Sistema de rociadores de tubería húmeda, que emplea rociadores automáticos conectados a un sistema de tuberías que contiene una solución anticongelante y esta conectado a un suministro de agua, inmediatamente después que se inicia la operación de los rociadores, abiertos por efecto del calor de un incendio.

Sistema de circulación en circuito cerrado.

Sistema de rociadores de tubería húmeda, que posee conexiones ajenas a la protección contra incendio conectadas a sistemas de rociadores automáticos, con tuberías dispuestas en forma de circuito cerrado, con el fin de utilizar las tuberías de rociadores para conducir agua para calefacción o enfriamiento. El agua no se elimina ni se utiliza desde el sistema, solo circula a través de las tuberías del sistema.

Sistema combinado de tubería seca y de pre acción.

Sistema de tuberías de rociadores que emplea rociadores automáticos conectados a un sistema de tuberías que contiene aire abajo presión, con un sistema suplementario de detección, instalado en las mismas aéreas que los rociadores. La operación del sistema de detección acciona dispositivos de disparo que abren las válvulas de tubería seca simultanea y sin perdida de la presión de aire del sistema. La operación del sistema de detección abre también válvulas de escape listadas, ubicadas en el extremo de la tubería principal de alimentación, lo que generalmente antecede a la apertura de los rociadores. El sistema de detección sirve también como sistema automático de alarma de incendio.

Sistema de diluvio.

Sistema de rociadores que emplea rociadores abiertos, conectados a un sistema de tuberías que se encuentra conectados aun suministro de agua a través de una válvula que se abre por la operación de un sistema de detección instalado en las mismas áreas que los rociadores. Cuando esta válvula se abre, el agua fluye a las tuberías del sistema y se descarga desde todos los rociadores conectados a las mismas.

Sistema de tubería seca.

Sistema de rociadores que emplea rociadores automáticos conectados a un sistema de tuberías que contiene aire o nitrógeno bajo presión, y cuya liberación (desde el momento de apertura de un rociador), permite que la presión de agua abra una válvula que se conoce como válvula de tubería seca. El agua fluye entonces hacia el sistema de rociadores y sale por los rociadores abiertos.

Sistema en malla.

Sistema de rociadores en el cual tuberías principales transversales paralelas se conectan por medio de múltiples ramales formando retículas o anillos. Un rociador que se encuentre operando recibirá agua desde ambos extremos de su ramal, mientras que los demás ramales ayudaran a transferir agua entre las tuberías principales transversales.

Sistema anillado.

Sistema de rociadores, en el cual se interconectan múltiples tuberías principales transversales de modo de proporcionar mas de un camino para que el agua fluya hacia un rociador en operación, y en el cual los ramales no están conectados entre si.

Sistema de pre acción.

Sistema de rociadores que emplea rociadores automáticos conectados a un sistema de tuberías que contiene aire, que puede o no estar bajo presión; con un sistema de detección suplementario instalado en las mismas áreas que los rociadores. El accionamiento del sistema

de detección abre una válvula que permite que el agua fluya dentro de las tuberías del sistema de rociadores y se descargue desde cualquier rociador que este abierto.

Sistema de tubería húmeda.

Sistema de rociadores que emplea rociadores automáticos conectados a un sistema de tuberías que contiene agua y que, a su vez, se conecta a un suministro de agua, de tal forma que el agua se descargue inmediatamente, desde los rociadores abiertos por el calor de un incendio.

1.7.3.2 Tipos de rociadores.

Se tomó en cuenta la posición de la instalación del rociador para clasificarlos en cuatro tipos:

- **Ascendente.** El deflector se encuentra en la parte superior de la tubería.
- **Descendente.** El deflector está abajo de la tubería.
- **De techo.** Con el deflector abajo del falso plafond que cubre la tubería.
- **De pared.** El deflector está diseñado para emitir el rocío hacia el lado contrario a la pared más cercana a su colocación.

1.7.3.3 Red de distribución de agua a los rociadores.

El diseño de estos sistemas debe estar enfocado específicamente a la instalación o equipo a proteger, a efecto de seleccionar la configuración del sistema, la ubicación, orientación, tipo de las boquillas y densidades de aplicación. Su instalación debe considerarse para:

- La extinción de incendios. Mediante un diseño que logre la extinción y que el área protegida o equipo, sea enfriado suficientemente para prevenir su reignición una vez cerrado el sistema.
- Control de la combustión. Mediante un diseño que permita controlar la combustión hasta que se realicen las acciones necesarias para detener o aislar la fuente del combustible.
- Protección de la exposición (enfriamiento). Mediante un diseño que permita proteger el área o equipo durante todo el tiempo que dure su exposición al fuego.

- En la prevención de incendios. Mediante un diseño que permita la operación del sistema conforme al tiempo estimado para dispersar, disolver, diluir o enfriar los vapores inflamables.
- En la mitigación de nubes toxicas.

1.7.3.4 Configuración geométrica de la red y colocación de rociadores.

Para el trazo de la configuración geométrica de la red y distribución de los rociadores se deberán tomar en cuenta las recomendaciones siguientes:

a) Distancia entre ramales de rociadores y entre los rociadores instalados en cada ramal.

- En zonas de riesgo bajo la máxima distancia permisible entre los ramales y entre los rociadores de cada ramal será de 4.5 metros.
- En zonas de riesgo medio la máxima distancia permisible entre los ramales y entre los rociadores de cada ramal será de 4.5 metros, excepto en zonas de estibas altas, en que la separación máxima entre los ramales y entre los rociadores de cada ramal será de 3.6 metros.
- En zonas de riesgo alto la máxima distancia permisible entre los ramales y entre los rociadores de cada ramal será de 3,6 metros.

b) Área de protección por rociador.

- En zonas de riesgo bajo el área de protección por rociador no deberá exceder de 15 metros cuadrados.
- En zonas de riesgo medio el área de protección por rociador no deberá exceder de 12 metros cuadrados, excepto en áreas de estibas altas, en las que el área de protección por rociador no deberá exceder de 9 metros cuadrados.
- En zonas de riesgo alto el área de protección por rociador no deberá exceder de 8 metros cuadrados.

1.7.3.5 Cargas mínima y máxima de trabajo de los rociadores.

- La carga mínima de trabajo en la base del rociador será de 7.0 metros de columna de agua.
- La carga máxima de trabajo en la base del rociador será de 35.0 metros de columna de agua.

1.7.3.6 Diámetro mínimo requerido.

El diámetro mínimo en cualquier tramo de la red será de 25 mm. (1")

1.7.3.7 Densidad de protección.

La "densidad" de precipitación son los lts/seg./m² que con cierto grado de uniformidad se deben aplicar sobre el área por proteger. En la tablas 1.7 b, se indican las densidades que se deben considerar de acuerdo con el tipo de riesgo y del área por proteger.

“Densidad de precipitación, litros por segundo por metro cuadrado de acuerdo con el tipo de riesgo y área por proteger.

Tabla 1.7 b

Densidad de protección en función del área		
DENSIDAD (l.p.s. / m ²)		
AREA m ²	Riesgos bajos	Riesgos medios
50	0.0960	0.1515
60	0.0920	0.1490
70	0.0985	0.1465
80	0.0850	0.1440
90	0.0815	0.1415
100	0.0780	0.1390
120	0.0740	0.1340
140	0.0697	0.1290
160	0.0656	0.1245
180	0.0617	0.1205
200	0.0585	0.1170
220	0.0550	0.1135
240	0.0520	0.1105
260	0.0490	0.1075
280	0.0455	0.1045
300	0.0425	0.1020
320	0.0395	0.0995
340	0.0360	0.0970
360	0.0330	0.0945
380	0.0925	0.0920
400	0.0265	0.0895
420	0.0235	0.0870
440	0.0210	0.0840
460	0.0185	0.0815
480	0.0165	0.0790
500	0.0145	0.0765

Tabla 1.7 b

Densidad de protección en función del área	
DENSIDAD (l.p.s. / m ²)	
AREA m ²	Riesgos altos
1000	0.3271
1200	0.3216
1400	0.3161
1600	0.3106
1800	0.3051
2000	0.2996
2200	0.2941
2400	0.2886
2600	0.2831
2800	0.2778
3000	0.2721
3200	0.2666
3400	0.2611
3600	0.2556
3800	0.2501
4000	0.2446
4200	0.2391
4400	0.2336
4600	0.2281
4800	0.2226
5000	0.2171
5200	0.2118
5400	0.2061
5600	0.2006
5800	0.1951
6000	0.1896

1.7.3.8 Gastos por rociador.

Depende del tipo, marca, diámetro del orificio y presión (o carga) neta disponible en la base del rociador.

- Gasto mínimo teórico. El gasto mínimo teórico por rociador que se debe considerar es igual a la densidad multiplicada por el área de protección del rociador.
- Gasto efectivo. Es el del rociador seleccionado para que, con la carga neta disponible, le proporcione un gasto igual o ligeramente mayor que el del gasto mínimo teórico.

1.7.3.9 Cálculos de la red.

Para el cálculo de la red deberán hacerse las consideraciones indicadas a continuación:

- El área de diseño será la hidráulicamente más desfavorable y deberán incluirse todos sus rociadores.
- Cuando no sea obvio que esa área considerada sea la más desfavorable en cuanto a gasto y carga, se deberán analizar otras zonas.
- Cada rociador en el área de diseño deberá descargar con un gasto por lo menos igual al gasto mínimo.
- Los diámetros de los diferentes tramos se seleccionarán considerando que el gasto de cada uno de los rociadores en el área de diseño debe ser razonablemente el mismo, por lo que las pérdidas de presión deben ser mínimas en el área.
- El diámetro mínimo debe ser de 25 mm.
- En caso de que se tengan hidrantes y rociadores conectados a una misma red, se deberán tomar en cuenta los que se supongan en uso simultáneo, tanto rociadores como hidrantes.

1.7.3.10 Almacenamiento de agua requerido.

El volumen requerido de almacenamiento de agua de acuerdo con el número de rociadores, se indica en la siguiente tabla 1.7 c.

Tabla 1.7 c

Almacenamiento de agua según el número de rociadores			
No. De rociadores	litro	No. De rociadores	litro
1.00	1,514.00	85.00	40,079.00
2.00	3,028.00	90.00	41,184.00
3.00	4,542.00	95.00	42,244.00
4.00	6,057.00	100.00	43,304.00
5.00	7,571.00	110.00	45,212.00
6.00	9,085.00	120.00	47,089.00
7.00	10,599.00	130.00	48,922.00
8.00	12,113.00	140.00	50,723.00
9.00	13,627.00	150.00	52,480.00
10.00	15,141.00	160.00	54,206.00
15.00	18,018.00	170.00	55,887.00
20.00	20,441.00	180.00	57,537.00
25.00	22,409.00	190.00	58,960.00
30.00	24,226.00	200.00	60,262.00
35.00	25,982.00	220.00	62,685.00
40.00	27,709.00	240.00	64,956.00
45.00	29,389.00	260.00	67,076.00
50.00	31,040.00	280.00	69,044.00
55.00	32,584.00	300.00	70,710.00
60.00	34,068.00	320.00	72,224.00
65.00	35,400.00	340.00	73,587.00
70.00	36,657.00	360.00	74,647.00
75.00	37,853.00	380.00	75,404.00
80.00	38,989.00	400.00	75,707.00

1.7.3.11 Ensayo del abastecimiento de Agua.

Para determinar la calidad del agua corriente como fuente de abastecimiento para un sistema de rociadores automáticos, resulta generalmente necesario realizar un ensayo de flujo para determinar cuanta agua puede descargarse a una presión residual, a un régimen suficiente como para ofrecer la presión residual requerida bajo el techo (con flujo de volumen traducido hidráulicamente a la base de la tubería vertical de alimentación), por ejemplo: la presión de la columna de agua representada por la altura del edificio mas la presión residual requerida.

El método apropiado para conducir este ensayo es mediante el uso de dos hidrantes próximos a la propiedad. La presión estática debe medirse en el hidrante ubicado frente a la propiedad más cercano a la misma y permitir que el agua fluya desde el hidrante más cercano siguiente, si la tubería principal se abastece en una única dirección. La presión residual será la indicada en el hidrante donde no fluye agua.

2 MARCO TEORICO DE LA INGENIERIA APLICADA A LOS SISTEMAS CONTRA INCENDIO

2.1 Ingeniería básica.

La presente tesis se basará en los fundamentos de la mecánica de fluidos, hidráulica y su aplicación en Ingeniería. Por lo que a continuación se definen los conceptos teóricos fundamentales. Así como la formulación analítica.

2.1.1 Abreviaturas y símbolos hidráulicos.

Las abreviaturas normalizadas de la tabla 2.1a deben utilizarse en la plantilla de cálculo hidráulico.

Tabla 2.1 a

Símbolos Hidráulicos	
Símbolo o Abreviatura	ítem
P	Presión en lb/pulg ²
Gpm	Galones americanos por minuto (3.785L = 1 galón)
q	Incremento de flujo en gpm en una ubicación específica
Q	Suma de flujo/caudal en gpm en una ubicación específica.
Pt	Presión total en lb/pulg ² en un punto de la tubería
Pf	Perdida de presión por fricción entre los puntos indicados en la columna de ubicación.
Pe	Presión debida a la diferencia de altura entre los puntos indicados. Puede ser un valor positivo o negativo, debe utilizar el símbolo (-) si el valor es positivo, no resulta necesario indicar el símbolo.
Pv	Presión por velocidad en lb/pulg ² en un punto de la tubería
Pn	Presión normal en lb/pulg ² en un punto de la tubería.
E	Codo a 90°C
EE	Codo a 45°C
Lt. E	Codo de radio largo
Cr	Cruz o cruceta
T	Té, jiro de flujo de 90°C
GV	Valvula de compuerta
BV	valvula de retención tipo mariposa
Del V	Valvula de diluvio
AL V	Valvula de alarma
DPV	Valvula de tubería seca
CV	Valvula de retención a charnela o clapeta
WCV	Valvula de retención tipo mariposa
St	Filtro
lb/pulg ²	Libras por pulgada cuadrada.
v	Velocidad del agua en la tubería, en pies por segundo

2.1.2 Conceptos teóricos y formulación.

2.1.2.1 Fluido.

Un fluido es aquella sustancia que, debido a su poca cohesión intermolecular carece de forma propia y adopta la forma del recipiente que lo contiene.

Los fluidos se clasifican en líquidos y gases:

Los líquidos a una presión y temperatura determinadas ocupan un volumen determinado. Los gases a una presión y temperatura determinada tienen también un volumen determinado pero puestos en libertad, se expansionan hasta ocupar el volumen completo del recipiente que lo contiene, y no presentan superficie libre.

2.1.2.2 Densidad específica o absoluta

La densidad de una sustancia (ρ) expresa la masa contenida en la unidad de volumen. Su valor se determina dividiendo la masa de la sustancia entre el volumen que ocupa.

$$\rho = \frac{m}{V} (\text{Kg.}/m^3)$$

Donde

m = masa (kg.)

V=volumen (m^3)

La densidad absoluta esta en función de la temperatura y de la presión. La densidad de algunos líquidos en función de la temperatura. La variación de la densidad absoluta de los líquidos es muy pequeña, salvo a muy altas presiones y para todos los cálculos prácticos de este libro esta pequeña variación se puede despreciarse.

Ecuación de dimensiones:

$$\rho = ML^{-3}$$

Unidad en S.I.

$$1\rho = 1 \frac{\text{kg}}{m^3}$$

Factor de conversión del ST al SI y viceversa:

$$9.81 \frac{\text{kg}/m^3}{kp \cdot \frac{s^2}{m^4}} = 1$$

La densidad del agua destilada a la presión atmosférica de 4°C es máxima e igual aproximadamente (2) a:

$$\rho = 1.000 \frac{kg}{m^3}$$

2.1.2.3 Densidad relativa.

La densidad relativa es la relación entre la masa del cuerpo a la masa de un mismo volumen de agua destilada a la presión atmosférica y de 4°C. Esta relación es igual a la de los pesos específicos del cuerpo en cuestión y del agua en las mismas condiciones, la densidad es de magnitud adimensional.

La densidad relativa es función de la temperatura y de la presión, tabla 2.1b.

$$P = \rho g V$$

Donde

P = W = peso del líquido

ρ = Densidad del líquido

V = Volumen del líquido

$$\rho = \frac{W}{gV} = \frac{m}{V}$$

Tabla 2.1b

Densidad Relativa de algunos líquidos		
Líquido	Densidad relativa	t °c
Agua dulce	1.00	4
Agua de mar	1.02-1.03	4
Petroleo bruto ligero	0.86-0.88	15
Petroleo bruto medio	0.88-0.90	15
Petroleo bruto pesado	0.92-0.93	15
Keroseno	0.79-0.82	15
Gasolina ordinaria	0.70-0.75	15
Aceite lubricante	0.89-0.92	15
Fuel-oil	0.89-0.94	15
Alcohol sin agua	0.79-0.80	15
Glicerina	1.26	0
Mercurio.	13.30	0

2.1.2.4 Peso específico

Peso específico es el peso por unidad de volumen.

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

Donde

W = peso (N)

V = Volumen (m^3)

El peso específico es función de la temperatura y de la presión aunque en el líquido no varía prácticamente con esta ecuación:

$$\gamma = \frac{W}{V} = FL^{-3} = ML^{-2}T^{-2}$$

Unidades en el SI:

$$1\gamma = \frac{1N}{m^3} = 1 \frac{kg}{m^2 \cdot s^2}$$

Factor de conversión del ST al SI y viceversa

$$9.81 = \frac{\frac{N}{m^3}}{\frac{kp}{m^3}} = 1$$

Como W = m.g., se deduce que

$$\gamma = \rho g$$

2.1.2.5 Volumen específico.

El volumen específico se define de manera distinta en el SI y en el ST. En nuestro SI volumen específico es el recíproco de la densidad absoluta:

$$v = \frac{1}{\rho}$$

El volumen que ocupa 1kg. De masa de la sustancia.

$$1v = 1 \frac{m^3}{kg}$$

2.1.2.6 Compresibilidad.

En los fluidos lo mismo que en los sólidos se verifica la ley fundamental de la elasticidad. El esfuerzo unitario es proporcional a la deformación unitaria.

En nuestro caso, el esfuerzo unitario considerado es el de compresión, Δp ; la deformación unitaria de volumen:

$$\Delta p = -E \frac{\Delta v}{v}$$

Donde:

Δp Esfuerzo unitario de compresión N/m²

v volumen específico m³/Kg.

Δv incremento del volumen específico m³/Kg.

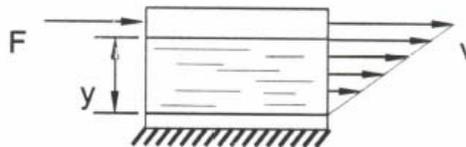
E el modulo de elasticidad volumétrica N/m²

Al aumentar la temperatura y la presión aumenta también E .

2.1.2.7 Viscosidad

La viscosidad de un fluido se define como la resistencia que opone a la molécula de los fluidos a desplazarse unas sobre otras, debido a las fuerzas de rozamiento entre dichas moléculas. Esta variaron respecto a la temperatura, disminuyendo en los líquidos con forme aumenta en la temperatura.

En la figura siguiente se muestra un fluido colocado entre dos placas paralelas separadas por una distancia "y" la placa inferior esta fija en tanto que la superior se mueve a la velocidad "v" debiendo una fuerza de aplicación "F", las dos placas tienen la misma hora "A"



Figura, 2.1

Observando este fenómeno deducimos que la fuerza es directamente proporcional al área y a la velocidad, en tanto es inversamente proporcional a la separación de las placas, como se muestra en la siguiente fórmula

$$F \propto \frac{Av}{Y}$$

Introduciendo una constante de proporcionalidad

$$F = \mu \frac{Av}{Y}$$

A esta ecuación se le conoce como la ecuación de viscosidad de Newton, siendo:

μ el coeficiente de viscosidad dinámica.

La unidad para medir la viscosidad es el “Cp” (Poiseuille).

$$1cP = 10^{-3} Pa$$

$$1Pa = 1Ns / m^2 = 10^3$$

2.1.2.8 Viscosidad Dinámica.

Un sólido puede soportar esfuerzos normales (llamados así porque la fuerza es normal al área que resiste a la deformación.) de dos clases:

- De compresión
- De tracción

Un líquido puede soportar esfuerzos de compresión, pero no de tracción. Los sólidos y los fluidos pueden estar sometidos también a esfuerzos cortantes o esfuerzos tangenciales. En ellos la fuerza es paralela al área sobre la que actúa. Todos los cuerpos se deforman bajo la acción de las fuerzas tangenciales a las que están sometidas. En los cuerpos elásticos la deformación desaparece cuando deja actuar la fuerza. En la deformación plástica subsiste la deformación aunque desaparezca la fuerza deformadora.

En los fluidos la deformación aumenta constantemente bajo la acción del esfuerzo cortante, por pequeño que éste sea. La ley experimental descubierta por Newton que rige este fenómeno afirma que la fuerza F es proporcional a la superficie A de la placa en movimiento, el gradiente de velocidad y un coeficiente η , que se denomina viscosidad absoluta o viscosidad dinámica.

$$F = A\eta \frac{dx}{dy}$$

O bien siendo, por definición, A/F el esfuerzo unitario cortante, denominado t :

$$t = \eta \frac{dx}{dy}$$

Un fluido no ofrece resistencia a la deformación por esfuerzo cortante. La viscosidad como cualquiera otra propiedad del fluido, depende del estado del fluido caracterizado por la presión y la temperatura.

2.1.2.9 Viscosidad cinemática

En la hidrodinámica intervienen junto con las fuerzas debidas a la viscosidad, las fuerzas de inercia, que dependen de la densidad. Por eso tiene un significado importante la viscosidad dinámica referida a la densidad, o sea la relación de la viscosidad η a la densidad ρ , que se denomina viscosidad cinemática.

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

DENSIDAD, VISCOSIDAD DINAMICA Y CINEMATICA DEL AGUA EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA			
Temperatura (°C)	Densidad (kg/m ³)	Viscosidad dinámica (10 ⁵ kg/m-s)	Viscosidad cinemática (10 ⁶ m ² /s=cst)
0	999.8	178.70	1.79
2	999.9	167.10	1.67
4	1,000	156.20	1.56
6	999.9	146.40	1.46
8	999.8	137.60	1.38
10	999.7	130.50	1.31
12	999.4	122.60	1.23
14	999.2	116.10	1.16
16	998.9	110.40	1.11
18	998.5	105.20	1.05
20	998.2	100.20	1.00
22	997.7	95.50	0.96
24	997.2	91.10	0.91
26	996.60	87.20	0.88
28	996.10	83.40	0.84
30	995.70	79.70	0.80
32	994.90	76.40	0.77
34	994.20	74.10	0.75
36	993.40	70.00	0.71
38	992.80	68.00	0.69
40	992.20	65.30	0.66
45	990.20	59.80	0.60
50	988.00	54.80	0.55
55	985.70	50.50	0.51
60	983.20	46.70	0.48
65	980.60	43.40	0.44
70	977.80	40.40	0.41
75	974.80	37.50	0.39
80	971.80	35.50	0.37
85	968.60	33.40	0.35
90	965.30	31.50	0.33
95	961.80	29.80	0.31
100	958.40	28.20	0.30
150	916.90	18.60	0.21
200	864.60	13.60	0.16
250	799.20	10.90	0.14
300	712.40	8.91	0.13

Tabla 2.1c

2.1.2.10 Presión.

En física y disciplinas afines la presión es una magnitud física que mide la fuerza por unidad de superficie, y sirve para caracterizar como se aplica una determinada fuerza resultante sobre una superficie.

$$p = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(\text{Ec. 2.1})$$

Donde:

P = presión. N/m²

F = fuerza por unidad de superficie. N

A = área m²

2.1.2.11 Presión atmosférica.

Es la presión que ejerce la atmósfera. La presión varía con la temperatura y con la altitud, la presión a 0°C y a nivel de mar.

$$p_{am} = \rho gh$$

Donde:

p_{am} = Presión atmosférica

ρ = Densidad del mercurio= 13550 Kg./m³.

g = Aceleración de la gravedad=9.81 m/s².

h= la altura de la columna de mercurio = 0.76 m al nivel del mar

2.1.2.12 Presión manométrica.

Es la presión a partir de la atmosférica, se encuentra presente en recipientes o ductos. Se mide con un manómetro.

Un aparato muy común para medir la presión manométrica es el manómetro de tubo abierto. Consiste en un tubo en forma de U que contiene un líquido, generalmente Mercurio. Cuando ambos extremos del tubo están abiertos, el Mercurio busca su propio nivel ya que se ejerce 1 atm en cada uno de los extremos. Cuando uno de los extremos se conecta a una cámara presurizada, el Mercurio se eleva en el tubo abierto hasta que las presiones se igualan. La diferencia entre los dos niveles de Mercurio es una medida de la presión manométrica: la diferencia entre la presión absoluta en la cámara y la presión.

2.1.2.13 Presión absoluta.

Es el valor que se usa en las ecuaciones de los gases, para que éstas se cumplan. Es la suma de la presión atmosférica y manométrica (positiva ó negativa).

$$P_{abs} = P_{atm} + P_{man}$$

2.1.2.14 Presión de vacío.

Es aquella que se mide como la diferencia entre la presión atmosférica y la presión absoluta (cero absoluto)

$$P_{abs} = P_{atm} - P_{vacío}$$

2.1.2.15 Presión de vapor.

En la superficie libre de líquido, a cualquier temperatura hay una constante de movimiento de moléculas, escapando un determinado número de moléculas en forma de vapor. Si se cierra el recipiente, quedando un espacio libre sobre el líquido, este espacio se satura de vapor, obteniéndose una diferente cantidad de vapor para cada temperatura, a la presión que ejerce este vapor, se le denomina presión de vapor y tiene un valor específico para cada temperatura.

2.1.3 Hidrodinámica.

2.1.3.1 Definición de caudal

Caudal Q es el volumen del fluido por la unidad de tiempo que pasa a través de una sección transversal a la corriente, así por ejemplo en una tubería de agua los litros por hora que circulan a través de un plano transversal a la tubería.

$$Q = L^3 T^{-1} \dots\dots\dots(\text{Ec. 2.2})$$

$$Q = \frac{1m^3}{seg}$$

2.1.3.2 Ecuación de la continuidad.

La conservación de la masa de fluido a través de dos secciones (sean éstas S1 y S2) de un conducto (tubería) o tubo de corriente establece que: la masa que entra es igual a la masa que sale. La ecuación de continuidad se puede expresar como:

$$\rho_1 S_1 V_1 = \rho_2 S_2 V_2 \dots\dots\dots(\text{Ec. 2.3})$$

Cuando $\rho_1 = \rho_2$, que es el caso general tratándose de agua, y flujo en régimen permanente, se tiene:

$$S_1 V_1 = S_2 V_2$$

O de otra forma:

$$Q_1 = Q_2 \text{ (El caudal que entra es igual al que sale)}$$

Donde:

Q = caudal (m³/s)

V = velocidad (m/s)

S = sección del tubo de corriente o conducto (m²)

2.1.3.3 Ecuación de Bernoulli.

El principio de Bernoulli, también denominado ecuación de Bernoulli, de la Ley de conservación de la energía. Véase Figura II.7. En esquema del Principio de Bernoulli. Fue expuesto por Daniel Bernoulli en su obra Hidrodinámica (1738), describe el comportamiento de un fluido moviéndose a lo largo de una línea de corriente, para un fluido ideal, sin rozamiento. La energía de un fluido en cualquier momento consta de tres componentes y su siguiente expresión; 1.- Cinético: es la energía debida a la velocidad que posea el fluido. 2.- Potencial gravitacional: es la energía debido a la altitud que un fluido posee. 3.- Energía de flujo: es la energía que un fluido contiene debido a la presión que posee.

$$h + \left(\frac{v^2}{2g} \right) + \left(\frac{P}{\rho g} \right) = \text{Constante}$$

Donde:

g = Aceleración de la gravedad

ρ = Peso específico del fluido

P = Presión

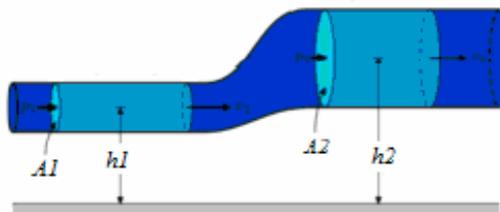


Figura 2.II

Se aprecia que los tres sumandos son dimensionalmente, una longitud (o altura), por lo que el Principio normalmente se expresa enunciando que, a lo largo de una línea de corriente la suma de la altura geométrica, la altura de velocidad y la altura de presión se mantiene constante.

Cuando el fluido es real, para circular entre dos secciones de la conducción, deberá vencer las resistencias debidas al rozamiento con las paredes interiores de la tubería, así como las que puedan producirse al atravesar zonas especiales como válvulas, ensanchamientos, codos, etc. Para vencer estas resistencias, deberá emplear o perder una cierta cantidad de energía o con la terminología derivada del Principio de Bernoulli de altura, que ahora se puede formular, entre las secciones 1 y 2:

Ecuación de Bernoulli generalizada

$$\frac{P_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} - \sum H_{r1-2} + \sum H_b - \sum H_t = \frac{P_2}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \dots\dots\dots(\text{Ec. 2.4})$$

Donde:

$P_1 / \rho g, P_2 / \rho g$ Alturas de presión

Z_1, Z_2 Alturas geodésicas

$v_1^2 / 2g, v_2^2 / 2g$ Alturas de velocidad

$\sum H_{r1-2}$ Suma de todas las perdidas hidráulicas entre 1 y 2

$\sum H_b$ Suma de los incrementos de altura proporcionados por las bombas instaladas entre 1 y 2

$\sum H_t$ Suma de los incrementos de altura absorbida por los motores instalados entre 1 y 2

2.1.3.4 Pérdidas Primarias en las Tuberías.

Las pérdidas de carga en las tuberías son de dos clases: primaria y secundarias.

Las perdidas primarias son las pérdidas de superficie en el contacto del fluido con la tubería (capa limite), rozamiento de unas capas de fluido con otras (régimen laminar) o de las partículas de fluido entre si (régimen turbulento). Tienen lugar en flujo uniforme, por tanto principalmente en dos tramos de tuberías de sección constante.

Las perdidas secundarias son las perdidas de forma, que tiene lugar a las transiciones (estrechamientos o expansiones de la corriente), codos, válvulas, y en toda clase de accesorios de tubería.

2.1.3.5 Ecuación General de las Pérdidas Primarias: Ecuación de Darcy-Weisbach.

A fines del siglo pasado experimentos realizados con las tuberías de agua de diámetro constante demostraron que la perdida de carga era directamente proporcional al cuadrado de la velocidad media en la tubería y a la longitud de la misma. La fórmula fundamental que expresa lo anterior es:

Ecuación de Darcy-Weisbach.

$$H_{rp} = \lambda \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(\text{Ec. 2.5})$$

- H_{rp} Pérdida de carga primaria
- λ Coeficiente de pérdida de carga primaria
- L Longitud de la tubería
- D Diámetro de la tubería
- v Velocidad media del fluido

2.1.3.6 Diagrama de Moody

Resuelve todos los problemas de pérdidas de carga primarias en tuberías con cualquier diámetro, cualquier material de tubería y cualquier caudal; puede emplearse con tuberías de sección no circular sustituyendo el diámetro D por el radio hidráulico Rh,

Ver anexo B (Diagrama de Moody)

$$\lambda = f \left(\frac{vD_p}{\eta} \frac{k}{D} \right) \dots\dots\dots(\text{Ec. 2.6})$$

$$\frac{vD_p}{\eta} \text{ Numero de Reynolds Re } \dots\dots\dots(\text{Ec.2.7})$$

$$\frac{k}{D} \text{ Rugosidad relativa } \dots\dots\dots(\text{Ec. 2.8})$$

En caso general λ , coeficiente adimensional de la pérdida de carga es función de dos variables adimensionales; el número de Reynolds y la velocidad relativa.

2.1.3.7 Regímenes de flujo de fluidos en tuberías.

Un experimento simple, muestra que hay dos tipos de flujo de fluido en tuberías. El experimento consiste en inyectar pequeñas cantidades de fluido de color en un líquido que circula por una tubería de cristal y observa, el comportamiento de los filamentos coloreados en diferentes zonas, después de los puntos de inyección.

Si la descarga o la velocidad media es pequeña, las láminas de fluido coloreado se desplazan en líneas rectas, como se ve en la figura 2.III, el flujo es laminar, a medida que el caudal se incrementa, esta laminas continúan moviéndose en líneas que comienzan a ondularse y se rompen en forma brusca y difusa, como se ve el la Figura 2.IV, en transición a la turbulencia,

esto ocurre en la velocidad crítica. A velocidades mayores de la crítica se dispersan de manera incrementada a través de toda la corriente, según la Figura 2.V el flujo es turbulento.

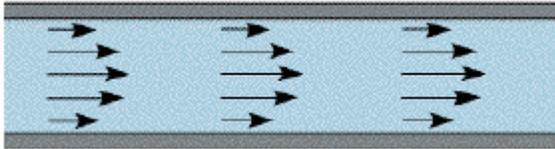


Figura 2.III (Flujo laminar)

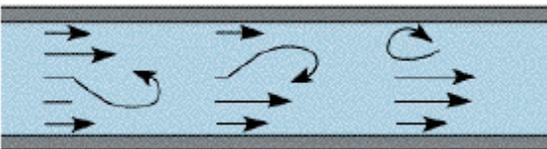


Figura 2.IV (Flujo en transito a la turbulencia)



Figura 2.V (Flujo turbulento)

Este número es adimensional y puede utilizarse para definir las características del flujo dentro de una tubería. Proporciona una indicación de la pérdida de energía causada por efectos viscosos. Cuando las fuerzas viscosas tienen un efecto dominante en la pérdida de energía, el número de Reynolds es pequeño y el flujo se encuentra en el régimen laminar. Es decir si el Número de Reynolds es 2100 ó menor el flujo será laminar.

Un número de Reynolds mayor de 10 000 indica que las fuerzas viscosas influyen poco en la pérdida de energía y el flujo es turbulento. Este número recibe su nombre en honor de *Osborne Reynolds (1842-1912)*, quien lo describió en 1883. Está dado por siguiente fórmula:

$$Re = \frac{\rho v_s D}{\mu} \text{ , sustituyendo, queda}$$

$$Re = \frac{v_s D}{\nu} \text{(Ec. 2.9)}$$

Donde:

ρ Densidad del flujo

v_s Velocidad característica del fluido

D Diámetro de la tubería a través de la cual circula el fluido

μ Viscosidad dinámica del fluido

ν Viscosidad cinemática del fluido

2.1.3.8 Cálculo de λ en régimen turbulento y tuberías rugosas.

En tuberías rugosas

Si el número de Reynolds es bajo ($Re < 2,000$ o $Re > 2,000$, pero de manera que el flujo sea laminar, la rugosidad no influye en la pérdida de carga y

$$\lambda = f(Re) \text{ (Régimen laminar, Re pequeño, tuberías lisas y rugosas)}$$

Si el número de Reynolds es elevado por el contrario λ deja de ser función de Re y se tiene:

$$\lambda = f\left(\frac{k}{D}\right)$$

(Régimen turbulento, Re elevado, tubería rugosa)

Si el número de Reynolds tiene un valor intermedio se tendrá en general

$$\lambda = f\left(Re, \frac{k}{D}\right)$$

(Régimen turbulento, Re elevado, tubería rugosa)

2.1.3.9 Pérdidas secundarias en las tuberías.

Longitud de tubería equivalente

Este método consiste en considerar las pérdidas secundarias como longitudes equivalentes, es decir longitudes en metros de un trozo de tubería del mismo diámetro que produciría las mismas pérdidas de carga que los accesorios en cuestión, así en la figura que se muestra cada codo, medidor de caudal, etc., se sustituirán por su longitud de tubería equivalente L_e . A continuación se aplicaría la ecuación fundamental de las pérdidas primarias en la siguiente manera:

$$H_r = \lambda \frac{(L + \Sigma L_e)}{D} \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots \text{(Ec. 2.10)}$$

(Formula de las pérdidas primarias y secundarias empleando la longitud equivalente)

Donde:

H_r Suma total de pérdidas primarias y secundarias

λ Coeficiente de pérdidas del diagrama de Moody

L longitud total de los tramos rectos de tuberías

ΣL_e Suma de todas las longitudes equivalentes a los accesorios diversos

V velocidad media en la tubería.

Ver anexo C, Monograma para determinar la longitud equivalente

2.1.4 Redes de distribución.

Las redes de distribución hidráulica tienen una gran analogía con las redes de distribución eléctrica. En esta analogía el caudal corresponde a la intensidad de la corriente, la pérdida de carga a la caída de tensión y la resistencia hidráulica a la resistencia óhmica (o la impedancia). En hidráulica una ley muy semejante a la ley de Ohm en corriente continua $V=IR$ solo se verifica si el régimen es laminar (pérdida de carga proporcional a la primera potencia de la velocidad. Si el régimen es declaradamente turbulento H_r es proporcional a v^2 (y a Q^2). Si el problema se encuentra en zona de transición esta última relación es aun más complicada, pérdida de carga proporcional a v elevado a una potencia comprendida entre 1 y 2 y depende también de la rugosidad relativa.

2.1.4.1 Tuberías en serie.

Cuando en una instalación existe, se requiera de un incremento en la carga y una sola bomba no sea suficiente para desarrollarla, el uso de dos o más bombas de la misma capacidad en serie se hace necesario. Para este caso en particular el gasto que proporcionan las bombas es el mismo para las dos y la carga combinada es igual a la suma de las cargas individuales de cada unidad, para un gasto determinado.

En el caso de las tuberías en serie se aplican las formulas siguientes:

$$Q_{sistema} = Q_{bomba1} = Q_{bomba2} = Q_{bomba3} \dots = Q_{bomba n} \dots \dots \dots (Ec. 2.11)$$

$$H_{sistema} = H_{bomba1} + H_{bomba2} + H_{bomba3} \dots + H_{bomba n} \dots \dots \dots (Ec. 2.12)$$

$$v_1 D_1^2 = v_2 D_2^2 + v_3 D_3^2 + v_n D_n^2 \dots \dots \dots (Ec.2-13)$$

En efecto, el caudal que circula por los tramos 1,2,3,n. de diámetros:

$$D_1, D_2, D_3, D_n$$

Es el mismo, como se observa en la siguiente figura 2.VI:

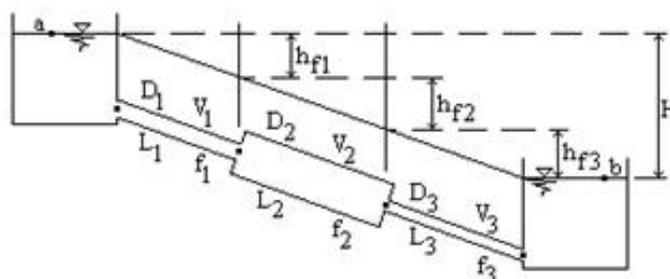


Figura 2.VI

La perdida total es igual a la suma de las perdidas parciales (Ec.2-12)

Se cumple con la ecuación de la continuidad (Ec. 2-13)

Con las formulas anteriores, junto con las ecuaciones para las perdidas primarias y secundarias, se resulten este tipo de problemas de forma directa, en los caudales el caudal es un dato e inversos en los cuales el caudal es la incógnita.

2.1.4.2 Tuberías en paralelo.

Cuando los requerimientos de bombeo son variables o cuando la descarga de dos o más bombas están conectadas a una misma tubería, se tiene una instalación de bombas en paralelo.

La curva de comportamiento del arreglo se obtiene sumando las capacidades de cada bomba para iguales condiciones de carga. La curva característica de comportamiento de este arreglo se presentan en la figura

$$Q_{sistema} = Q_{bomba1} + Q_{bomba2} + Q_{bomba3} + \dots + Q_{bomban} \dots\dots\dots(Ec. 2.14)$$

$$H_{sistema} = H_{bomba1} = H_{bomba2} = H_{bomba3} \dots\dots = H_{bomban} \dots\dots\dots(Ec. 2.15)$$

En efecto:

El caudal total Q se reparte entre otras tuberías

La presión al comienzo Pa y al fin Pn de cada rama es la misma para todas las ramas, luego la caída de altura de presión diferencia de lecturas en los tubos piezometricos de la figura, Hr, será también igual en todas las ramas Ec-2

Los tipos de problemas que pueden presentarse son de dos tipos:

Problemas de Tuberias en Paralelo		
Problema	Datos	Incognita
1	Hr	Q1,Q2,Q3,.....Q
2	Q	Q1,Q2,Q3,.....Hr

2.1.4.3 Tuberías Ramificadas.

Las redes de distribución ramificadas, tienen como característica que el agua discurre siempre en el mismo sentido, Las redes ramificadas se componen esencialmente de tuberías primarias, las cuales se ramifican en conducciones secundarias y éstas, a su vez, se ramifican también en ramales terciarios.

El sistema ramificado reúne la siguiente ventaja:

- Ser el más sencillo de calcular, ya que al estar definido el sentido de circulación del agua, puede precisarse con exactitud, el caudal que circulará por cada tubería, lo cual facilita, enormemente, el cálculo de los diámetros.

Sus inconvenientes son:

- Una rotura puede originar el entorpecimiento e incluso el corte general, de la casi totalidad, de la distribución
- Los extremos o finales de la ramificación presentan el inconveniente de que en ellos el agua queda estancada y se hace necesario, para evitar contaminaciones, efectuar frecuentes descargas (ya sea por medio de bocas de riego o llaves de descarga)

La economía que resulta del menor desarrollo (menor número de kilómetros de la red) es más bien aparente que real, ya que en este caso será necesario contar con diámetros mayores, puesto que la alimentación de cada tramo no se verifica más que por un solo lado.

Los sistemas de tuberías ramificadas están constituidos por una o más tuberías que se separan o dividen en dos o más tuberías (o que se reducen a una sola) y que no vuelven a juntarse de nuevo aguas abajo. En la figura q se mostrara a continuación se muestra un ejemplo sencillo de tuberías ramificadas, donde 3 dispositivos sometidos a distintas presiones interiores están conectados mediante tres tuberías que se unen el l nudo j. el flujo puede tener lugar entre el dispositivo mas elevado situado a la izquierda y los otros 2 (una tubería se divide en 2) o bien entre los mas elevados y el mas bajo de la izquierda (2 tuberías se reúnen en una sola). La dirección real de la corriente dependerá de:

El problema general, asociado a los sistemas de tuberías ramificadas, consiste en determinar el caudal de cada una de las tuberías cuando se conocen el resto de los dos datos (presión en cada uno de los depósitos, sus cotas, datos de la tubería y propiedades del fluido). Este tipo de problemas se puede resolver al aplicar la ecuación de continuidad, que establece que el caudal total que llega al nudo J ha de ser igual al caudal total que abandona dicho nudo. Así, en la figura $Q_1 = Q_2 + Q_3$, o bien $Q_1 + Q_2 = Q_3$. El caudal en cada una de las tuberías se calcula mediante alguna de las formulas empíricas para

2.1.4.4 Redes de Tuberías.

Redes de distribución de agua urbanas forman ramificaciones complicadas, que se encierran formando mallas, de manera que el agua en un punto puede venir por dos direcciones distintas, lo que presenta ventaja de no interrumpir el suministro aun en el caso de reparaciones. Su cálculo es laborioso y se hace por el método de las aproximaciones sucesivas introduciendo por Hardy Cross. Se han de cumplir las tres leyes siguientes:

Ley de la pérdida de carga; en cada tubería se ha de cumplir la ecuación siguiente:

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{8}{g\pi^2} \frac{1}{d^5} Q^2 \quad H_r = \beta Q^2 \dots\dots\dots(\text{Ec. 2.15})$$

Donde:

$$\beta = \frac{8}{g\pi^2} \frac{\xi_r^2}{d^5}$$

En la practica β se supone constante en todo el calculo (en realidad β depende de ξ_r que depende de λ y λ depende Re y de d).

En los problemas de redes de tuberías se suelen despreciar las perdidas secundarias en los nudos mismos, pero se tiene en cuenta las restantes perdidas secundarias en forma de longitud equivalente. La ecuación de las pérdidas primarias puede ponerse de la siguiente forma.

$$\frac{H_r}{L} = \frac{R_r Q^n}{D^m} \dots\dots\dots(\text{Ec. 2.16})$$

Donde:

$$R_r = \frac{8\lambda}{g\pi^2}$$

$$N = 2$$

$$D = 5$$

R_r = es un coeficiente de rozamiento que depende del numero de Reynolds y de la rugosidad relativa. En la practica se utiliza un valor de λ medio, con lo cual R_r = constante.

En el cálculo de redes de tuberías o de agua a las temperaturas normales, se puede emplear la Formula de Hazen-Williams, haciendo:

$$R_r = \frac{10.675}{C^n}$$

(Unidades SI), $n=1852$ y $m=48704$. El coeficiente C se toma de la tabla siguiente:

Tabla 2.1d

COEFICIENTE C DE LA FORMULA DE HAZEN-WILLIAMS	
Material de la tubería	C
Extremadamente lisa: cemento-amianto	140
Muy lisa; hormigón; fundición nueva	130
Duelas de madera; nueva de acero	120
Arcilla vitrificada; nueva de acero roblonado	110
Tubería vieja de fundición	100
Tubería vieja de acero roblonado	95
Tubería vieja en mal estado	60-80

Ley de nudos: el caudal que entra en un nudo debe igualar a la suma de los caudales que salen del nudo.

Ley de los nudos

$$\sum Q = 0 \text{ Suma algebraica}$$

Si esta ley no se cumpliera habría en el nudo un consumo o un suministro de fluido.

Ley de las mallas: la suma algebraica de las pérdidas de carga en una malla ha de ser igual a cero:

Ley de las mallas

$$\sum Q_r = 0$$

Si esta ley no se cumple en el punto de partida utilizando para recorrer la malla, habría dos presiones distintas.

Resumen del método de Hardy Cross

Sobre un croquis de la red se hace una distribución razonable de caudales dibujando con flechas los sentidos estimados.

Se escribe para la tubería 1 la primera ley

$$H_{r1}' = \beta_1 Q_1' \dots \dots \dots \text{(Ec. 2.17)}$$

H_{r1}' Pérdida de carga en la tubería 1, primera aproximación.

β_1 Será constante en todo el cálculo

Q_1' Caudal en la tubería 1, primera aproximación.

Y se hace lo mismo con las tuberías restantes, si se utiliza, por ejemplo la siguiente ecuación:

$$\beta = \frac{R}{D^m}$$

Se escribe la suma de las pérdidas para cada malla en la forma:

$$\sum H_r' = \sum \beta Q'^2 \dots\dots\dots(\text{Ec. 2.18})$$

Donde $\sum H_r'$ es una suma algebraica. Se escoge un sentido como positivo, por ejemplo, el de las agujas del reloj: las pérdidas correspondientes a los caudales cuyo sentido coincide con el elegido serán positivas y las correspondientes a los caudales que circulan en sentido contrario serán negativas, normalmente en esta primera aproximación la tercera ley $\sum H_r = 0$ no se cumplirá.

Se corrige el caudal de todas las tuberías en un ΔQ , igual para todas, para conseguir que se cumpla la tercera ley. Así por ejemplo, en la 1ra tubería.

$$Q_1'' = Q_1' + \Delta Q \dots\dots\dots(\text{Ec. 2.19})$$

Donde:

Q_1'' Es el caudal de la 1ra tubería, segunda aproximación, por tanto, para cada tubería en virtud de las ecuaciones anteriores, se tendrá en su segunda aproximación:

$$H_r'' = \beta Q''^2 = \beta(Q' + \Delta Q)^2 = \beta(Q'^2 + 2Q'\Delta Q)$$

Despreciando el termino en ΔQ^2 , y en virtud de la ley de las mallas.

$$\sum H_r'' = \sum \beta Q''^2 = \sum \beta(Q' + \Delta Q)^2 = \beta(Q'^2 + 2Q'\Delta Q) = 0$$

Habiendo sacado ΔQ factor común por ser igual para todas las tuberías de la malla; donde:

$$\Delta Q = \frac{-\sum \beta Q'^2}{2\sum(\beta Q')} = -\frac{\sum H_r}{2\sum(\frac{H_r}{Q'})} \dots\dots\dots(\text{Ec. 2.20})$$

De esta manera se ΔQ resulta positivo tendrá la corrección el mismo sentido de las agujas del reloj, o sea se sumara a Q' para obtener Q'' en cada tubería.

Como en las tuberías a la vez en dos anillos distintos en esta segunda corrección reciben dos correcciones independientes, en esta segunda aproximación en general tampoco se verificara la tercera ley. Habrá que hacer una tercera aproximación y así sucesivamente.

Este procedimiento tiene la ventaja de que los errores en los cálculos tienen el mismo efecto que los errores en las suposiciones que se van haciendo y por lo tanto se corrigen automáticamente en el desarrollo del problema.

3 TURBO MÁQUINAS HIDRÁULICAS: BOMBAS ROTODINAMICAS

Bomba es una máquina que absorbe energía mecánica y restituye al líquido que la atraviesa energía hidráulica.

Las bombas se emplean para impulsar toda clase de líquidos (agua, aceites de lubricación, combustibles, ácidos; líquidos alimenticios, etc. También se emplean las bombas para bombear líquidos espesos con sólidos en suspensión, como pastas de papel, melazas, fangos desperdicios etc. Las bombas se clasifican en:

- Bombas roto dinámicas:
Todas y solo las bombas que son turbo maquinas estas son siempre rotativas, su funcionamiento se basa en la ecuación de Euler; y su órgano transmisor de energía se llama rodete.
- Bombas de desplazamiento positivo:
Solo pertenecen a las bombas alternativas, su funcionamiento se basa en el principio de desplazamiento positivo.

3.1 Clasificación de bombas.

Existen muchas formas de clasificar a las bombas una de las mas simples es atendiendo al principio de funcionamiento como lo hemos ya descrito.

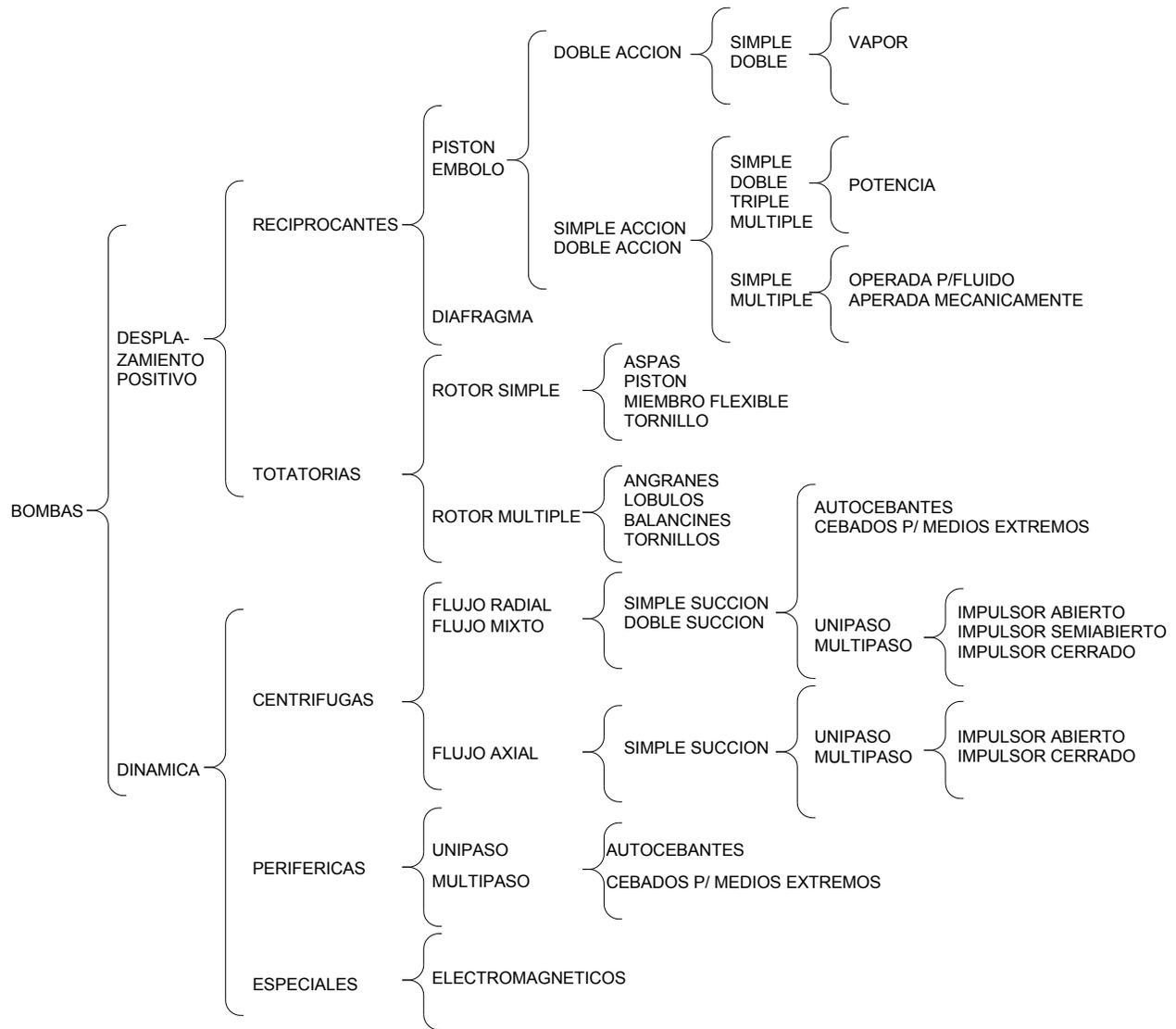


Figura 3.1

3.1.1 Bombas contra incendio

El propósito de una bomba es tomar un cierto volumen de agua a una cierta presión e incrementar la presión del agua. Para este fin, el desempeño de la bomba puede ser descrito por dos variables, el flujo a través de la bomba (usualmente llamado capacidad), y la presión que la bomba es capaz de agregar a un caudal dado. En la práctica, esas dos variables pueden ser graficadas para producir lo que se conoce como la curva de la bomba. La curva de la bomba es como su huella digital. Cuando la bomba se opere a la misma velocidad, esta siempre generara la misma curva.

La bomba en si misma consiste en una carcasa con un ingreso (conocido como la succión de la bomba) y una salida (llamada descarga de la bomba), dentro de la carcasa se encuentra el impulsor montado en el eje que gira para producir el incremento deseado de presión. El diámetro del impulsor puede ser cambiado, o recortado para producir diferentes curvas características.



Figura 3.II

Por si misma, la bomba no es útil, el eje de la bomba debe estar acoplado a algún tipo de sistema que haga girar el impulsor dentro de la carcasa, generalmente el sistema para hacer girar el eje es un motor eléctrico, un motor diesel o una turbina de vapor. Lo más común es que las bombas sean accionadas por un motor eléctrico o de diesel.



Figura 3.III

3.1.1.1 Tipos de bombas.

Existen gran cantidad de tipos de bombas, de los cuales solo 4 serán discutidos.

Bombas de tipo de carcaza partida (figura 3.IV) son descritas de esta forma porque la carcaza de la bomba consiste en dos mitades divididas en un plano paralelo al eje de la bomba de carcaza partida, tiene dos sellos uno donde el eje esta unido al motor y otro al lado opuesto donde el eje es soportado, las bombas de carcaza partida son del tipo de doble succión. Estas bombas, por lo general, son recomendadas para flujos grandes (500 gpm.) y cargas altas (105 mts. en adelante) donde las bombas horizontales de flujo radial y descarga a 90° ya no son comunes. Igual que las horizontales se recomienda la aplicación de este tipo de bomba en instalaciones en carcamos secos como cuartos de maquinas con succión positiva. No se recomienda el uso de este tipo de bombas con succión negativas.



Figura 3.IV

Tipo “End-Suction” (figura 3.V) las bombas de este tipo serán construidas de tal manera que la succión esta alineada con el eje y la descarga es perpendicular a el y tiene solo un sello en la parte de la carcaza que da al motor, las bomba “End Suction” son del tipo de succión simple. Son de uso común ya que son económicas y eficientes, pueden usarse en un amplio rango de bombeo. Se recomienda la aplicación de este tipo de bomba siempre y cuando se instalen en carcamos secos, como el cuarto de maquinas con succión positiva (a un costado de la cisterna) o bien en cuartos de maquinas sobre la cisterna siempre y cuando este no tenga mas de 3 metros de profundidad, incluyendo tanto agua para uso de la edificación, como agua de reserva contra incendio. Esto debido a que el NPSH requerido por la bomba puede quedar muy comprometido pudiendo ocasionar Cavitación.



Figura 3.V

Bombas de tipo en Línea, (figura 3.VI) la succión y la descarga de una bomba en línea están alineadas y son perpendiculares al eje. Las bombas en línea también emplean un solo sello en el extremo de la carcaza que mira al motor. Una ventaja del diseño y mantenimiento de las

bombas en línea es que no requiere cojinetes en la bomba. Las bombas en línea son del tipo de succión simple con capacidad máxima de 750 gpm.



Figura 3.VI

Turbinas centrífugas verticales, (figura 3.VII), Las turbinas verticales son las bombas recomendables cuando el cuarto de maquinas se encentra sobre la cisterna ya que se evita la probabilidad de Cavitación en este tipo de bombas, ya que por estar sumergida, no puede descargarse por falla de válvula de pie.



Figura 3.VII

3.1.1.2 Recomendaciones de diseño.

Algo importante en el diseño de bombas es que las bombas de tipo End-Suction y las de carcasa partida deben ser montadas en una base, aisladas del edificio por algún tipo de estructura de absorción de vibraciones y realineadas cada vez que sean movidas o se les de mantenimiento. Las bombas en línea pueden ser montadas verticalmente, eliminando la necesidad de aislamiento contra vibraciones, son de auto alineación. Además, las bombas verticalmente en línea ocupan menos espacio en el cuarto de maquinas, debido al hecho que el motor esta montado sobre la bomba (verticalmente), no en el piso (horizontalmente).

Los rangos de flujo típicos de una bomba en gpm. son 25, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 450, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, y 5000. Los rangos de presión típica van de 40 psi de presión a 200 psi de presión.

Los tres puntos importantes que se deben conocer cuando se va a determinar la selección de una bomba para un sistema contra incendio son:

Q= Gasto cero, conocido también como máxima presión de la bomba a válvula cerrada

Q=Punto de diseño por el cual la curva de la bomba debe pasar a través o por encima del punto de capacidad, presión y gasto nominales

Q=Punto de sobre carga en el que, también la curva de la bomba a debe indicarlo.

Aunque una bomba tiene un flujo específico y rango de presión, una bomba se diseña para que entregue en ese rango de flujo y presión respecto a su selección. Los capítulos 3 y 4 de NFPA 20 (Ver Anexo D), estándares para la instalación de Bombas Estacionarias para Protección contra incendio, permite para las bombas centrífugas suministrar hasta el 140% de la presión neta cuando no hay flujo agua (presión de cierre). NFPA 20 estipula que la condición de la bomba debe ser capaz de proporcionar cuando menos el 65% de la presión neta al 150% del flujo demandado. Estos puntos indican el rango de operación para flujo y presión a la que deben fabricarse las bombas contra incendio.

Caudal Cero

Cuando la bomba funcione a la velocidad nominal, y cerrada la válvula de descarga, la presión total de una bomba centrífuga horizontal no debe exceder del 140% de la presión nominal al 100% de capacidad. En las bombas verticales la presión total con caudal cero no debe exceder del 140% de la presión nominal al 100% de capacidad.

El punto de caudal cero presenta la máxima presión total permisible.

Gasto de diseño

Es la capacidad de la bomba de proporcionar el 100 % de gasto y el 100% de la carga

Sobrecarga

Al 150% de la capacidad nominal la presión total no debe ser inferior al 65% de la presión nominal. En este caso también la curva debe pasar a través o por encima del punto. La mayoría de las bombas de incendios modernas presentan curvas con un margen importante por encima del punto teórico de sobrecargas. Algunos modelos tienen un punto de cavitación o de rotura en la curva, exactamente después del punto de sobrecarga (menor al 65% de la presión de diseño).

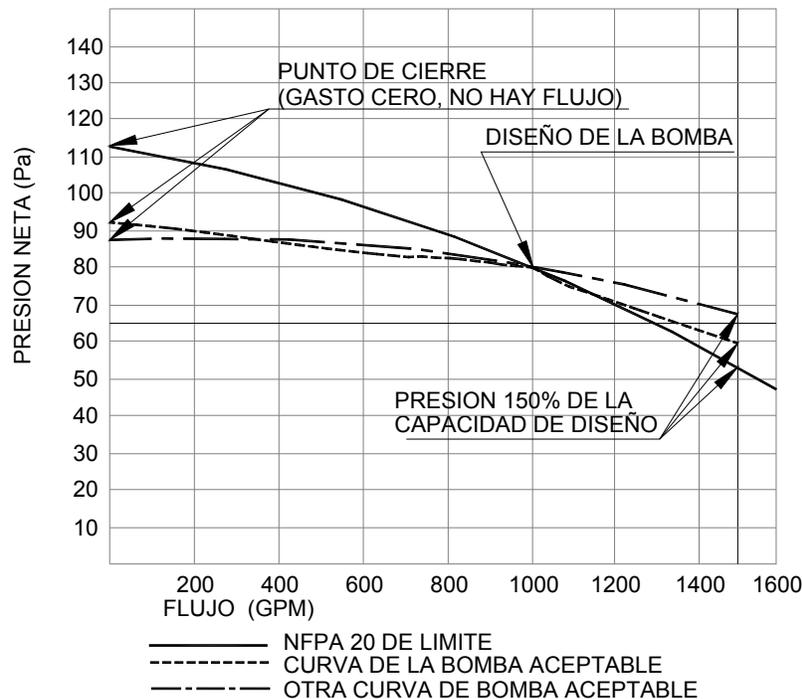


Figura 3.VIII

3.1.1.3 Carga dinámica total.

La carga total normalmente llamada carga dinámica total, es la medida del incremento de energía impartida por el líquido y que se adquiere por la bomba, como se observó en la ecuación de Bernulli. Es igual a la carga total de descarga (H_d) menos la carga total de succión (H_s) o más la elevación total de succión.

$$H = H_d - H_s \text{ (cuando se tiene carga de succión)}$$

$$H = H_d + H_s \text{ (cuando se tiene elevación de succión)}$$

3.1.1.4 Carga de succión.

Existe cuando el nivel de líquido de abastecimiento está arriba de la línea de centros de la bomba o del ojo del impulsor.

3.1.1.5 Carga total de Succión.

Obedeciendo al método de las cargas separadas, es igual a la altura estática que tiene el nivel del líquido por arriba de la línea de centros de la bomba, menos todas las pérdidas en la línea de succión, más cualquier presión existente en la fuente de abastecimiento.

En una instalación existente esto es igual a la lectura del manómetro de la brida de la succión en m columna de líquido y corregida a la elevación de la línea de centros de la bomba, más la carga de velocidad en m columna de líquido, en el punto de conexión del manómetro.

3.1.1.6 Elevación de succión.

Existe cuando el nivel de suministro está debajo de la línea de centros de la bomba.

3.1.1.7 NPSH.

Altura Neta Positiva de Aspiración (Net Positive Suction Head). Es la diferencia entre la presión del líquido a bombear, referida al eje del impulsor y la presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo, referida en metros.

3.1.1.8 NPSH disponible.

Depende del conjunto de la instalación elegida para la bomba y es una particularidad indispensable de la bomba. Este NPSH es por tanto calculable. Esta es una particularidad de la instalación y se define también como la energía que tiene un líquido en la toma de aspiración de la bomba (independientemente del tipo de esta), por encima de la energía del líquido, debido a su presión de vapor.

$$NPSH_D = \frac{P_a}{\rho g} - H_a - H_{rsuccion} - \frac{P_v}{\rho g} \dots\dots\dots (Ec. 3.1)$$

Con elevación de succión

Donde:

P_a Presión atmosférica o presión en la superficie en el depósito de aspiración

H_a Altura geométrica de aspiración

$H_{rsuccion}$ Perdidas de carga de aspiración

P_v Presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo

3.1.1.9 NPSH requerido.

Es un dato básico peculiar de cada tipo de bomba, variable según modelo, tamaño y condiciones de servicio, que se determina por prueba o cálculo, siendo un dato a facilitar por el fabricante el cual lo ha obtenido a través de ensayos. Para que una bomba funcione correctamente sin cavitación, ha de cumplirse que el NPSH disponible en la instalación sea mayor o igual que el NPSH requerido por la bomba. Es decir:

$$NPSH_{disponible} = NPSH_{requerido}$$

3.1.2 Pérdidas en el interior de la bomba

Las pérdidas se clasifican en tres grupos:

- Pérdidas hidráulicas
- Pérdidas volumétricas
- Pérdidas mecánicas

3.1.2.1 Perdidas hidráulicas.

Las pérdidas hidráulicas disminuyen la energía específica útil que la bomba comunica al fluido y consiguientemente la altura útil. Son de dos clases: pérdidas de superficie y pérdidas de forma.

Las pérdidas de superficie se producen por el rozamiento del fluido con las paredes de la bomba (rodete, corona directriz) o de las partículas entre sí.

Las pérdidas de forma se producen por el desprendimiento de la capa límite en los cambios de dirección y en toda forma difícil al flujo, en particular a la entrada del rodete si la tangente del alabe no coincide con la dirección de la velocidad relativa a la entrada, o a la salida del rodete si la tangente del alabe de la corona directriz no coincide exactamente con la velocidad absoluta a la salida.

Las pérdidas hidráulicas se originan:

- En la entrada del rodete.
- En el rodete.
- En la corona directriz, si existe.
- En la caja espiral.
- Desde la salida de la caja espiral hasta la salida de la bomba.

3.1.2.2 Perdidas Volumétricas.

Estas pérdidas, que se denominan también pérdidas intersticiales, son pérdidas de caudal y se dividen en dos clases. Pérdidas volumétricas exteriores (q_e). Constituyen una salpicadura de fluido al exterior, que se escapa por el juego entre la carcasa y el eje de la bomba, que la atraviesa. Para reducirla se utiliza la caja de empaquetadura, que se llena de estopa o material de cierre, provista de su correspondiente tapa o prensaestopas con pernos, que permiten comprimiendo el prensaestopas contra el eje de la maquina para mejorar el cierre. Esta presión sin embargo, no puede ser excesiva para no aumentar las pérdidas mecánicas. Como material de cierre se utiliza mucho el amianto grafitado.

Si la máquina ha de bombear líquidos calientes, o las presiones son grandes, o los líquidos corrosivos, radioactivos, etc. Existen multitud de soluciones a base de anillos de cierre, resortes que reducen las pérdidas a un mínimo y hasta cero, si es necesario. El cierre de la bomba evidentemente se encarece. Pérdidas volumétricas interiores q_i , son las importantes y reducen mucho el rendimiento volumétrico de algunas bombas; aunque *que* se haya reducido prácticamente a cero por un prensaestopas de alta calidad. La explicación de estas pérdidas es la siguiente: a la salida del rodete de una bomba o de un ventilador hay más presión que a la entrada. Luego parte del fluido en vez de seguir a la caja espiral retrocederá, por el conducto que forma el juego del rodete con la carcasa, a la entrada del rodete, para volver a ser impulsado por la bomba. Este caudal, llamado caudal de cortocircuito, absorbe energía del rodete.

3.1.2.3 Perdidas Mecánicas.

Estas incluyen las pérdidas por:

- rozamiento del prensa estopas con el eje de la máquina,
- rozamiento del eje con los cojinetes y el rozamiento de la pared exterior del rodete con la atmósfera del fluido que lo rodea

3.1.3 Potencias y rendimientos

3.1.3.1 Potencia de accionamiento (Pa).

Es la potencia en el eje de la bomba o potencia mecánica que la bomba absorbe. Esta potencia según la mecánica tiene la siguiente expresión

$$Pa = M\omega = \frac{2\pi}{60} nMW = \frac{Q\rho gH}{\eta_i \eta_m} = \frac{Q\rho gH}{\eta_v \eta_h \eta_m} = \frac{Q\rho gH}{\eta_{total}} \dots\dots\dots (Ec. 3.2)$$

3.1.3.2 Potencia interna (Pi).

La potencia total transmitida al flujo o sea la potencia de accionamiento, descontando las perdidas mecánicas:

$$Pi = (Q + q_e + q_i) \rho g H_U = \frac{Q\rho gH}{\eta_v \eta_h} \dots\dots\dots (Ec. 3.3)$$

3.1.3.3 Potencia útil (Pu).

Es la potencia de accionamiento descontando todas las pérdidas de la bomba o equivalentemente la potencia interna descontando todas y solo todas las internas (hidráulicas y volumétricas)

$$P = Q\rho gH \dots\dots\dots(\text{Ec. 3.4})$$

3.1.3.4 Rendimiento Hidráulico (η_h).

Es la relación entre la altura útil y la altura teórica.

$$\eta_h = \frac{H}{H_u} \dots\dots\dots(\text{Ec. 3.5})$$

3.1.3.5 Rendimiento Volumétrico (η_v).

Es la relación entre la altura útil y la altura teórica.

$$\eta_v = \frac{Q}{(Q + q_e + q_i)} = \frac{\text{caudalefectivo}}{\text{caudalteorico}} \dots\dots\dots(\text{Ec. 3.6})$$

3.1.3.6 Rendimiento interno (η_i).

Engloba los dos anteriores: (η_v), (η_h)

$$\eta_i = \frac{P}{P_i} = \frac{Q * \rho * g * H * \eta_h * \eta_v}{Q * \rho * g * H} \dots\dots\dots(\text{Ec. 3.7})$$

3.1.3.7 Rendimiento mecánico (η_m).

Es aquel que toma en cuenta todas las pérdidas mecánicas.

$$\eta_m = \frac{P_i}{P_a} \dots\dots\dots(\text{Ec. 3.8})$$

3.1.3.8 Rendimiento total (η_t).

Es aquel que toma en cuenta todas las pérdidas de la bomba.

$$\eta_t = \frac{P}{P_a} = \frac{P}{P_i} \frac{P_i}{P_a} = \eta_i \eta_m = \eta_v \eta_h \eta_m \dots\dots\dots(\text{Ec. 3.9})$$

3.1.4 Cavitación

La cavitación o aspiración en vacío es un efecto hidrodinámico que se produce cuando el agua o cualquier otro fluido pasa a gran velocidad por una arista afilada, produciendo una descompresión del fluido.

Puede ocurrir que se alcance la presión de vapor del líquido de tal forma que las moléculas que lo componen cambian inmediatamente a estado de vapor, formándose burbujas o más correctamente, cavidades. Las burbujas formadas viajan a zonas de mayor presión e implotan (el vapor regresa al estado líquido de manera súbita, «aplastándose» bruscamente las burbujas) produciendo una estela de gas y un arranque de metal de la superficie en la que origina este fenómeno.

3.1.5 Golpe de ariete

Se produce por diversas causas, una de ellas es por variaciones bruscas en el flujo en las condiciones de succión y descarga. Estas variaciones instantáneas en el flujo, pueden causar bajas o altas de presiones dando origen al comúnmente llamado golpe de ariete. Este es por consiguiente el resultado de la interrupción instantánea del flujo de un líquido que se mueve con una cierta velocidad.

La interrupción brusca o gradual del flujo en una tubería puede ocurrir por cualquiera de las siguientes causas:

- Regulación rápida de válvulas de control
- Interrupción repentina de la energía eléctrica al motor
- Por algún desperfecto mecánico de los liquido del sistema
- Cambio de la carga de bombea

3.2 Calculo de bombas en serie y paralelo.

3.2.1 Bombas en serie.

Si dos o más bombas idénticas se conectan en serie, la descarga pasa a través de cada bomba por turnos y soporta un incremento en la cabeza de $H_D/3$ en cada bomba. Una curva H/Q combinada típica se muestra en la figura a. La interacción de este arreglo con el sistema se muestra en la figura b. Como en el caso de operación en paralelo la descarga total no se incrementa proporcionalmente con el número de bombas. Las bombas en serie son más adecuadas en sistemas con una curva de resistencia alta, por ejemplo, con alto contenido de fricción.

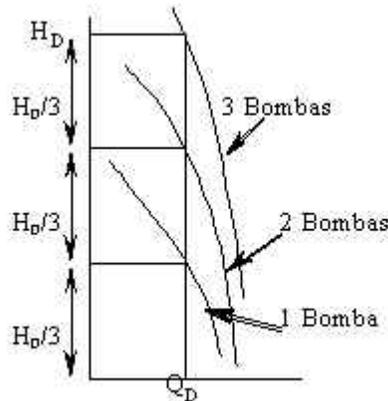


Figura 3.IX

Para el cálculo de bombas en serie se aplica las siguientes formulas:

Haciendo referencia como si fuera un circuito eléctrico hacemos las siguientes similitudes:

$$I = Q$$

$$E = H$$

$$\Omega = Hr$$

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3 = I_n \dots \dots \dots = \dots \dots \dots Q_T = Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_n \dots \dots \dots (\text{Ec. 3.10})$$

$$E_T = E_1 + E_2 + E_3 + E_n \dots \dots \dots = \dots \dots \dots H_T = H_1 + H_2 + H_3 + H_n \dots \dots \dots (\text{Ec. 3.11})$$

En la figura siguiente se muestra el diagrama de la operación de las bombas conectadas en serie:

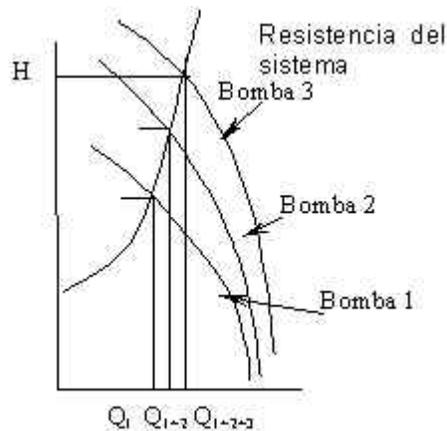


Figura 3.X

Suponiendo un ejemplo para la aplicación de estas formulas, tenemos que

$$Q_T = 20\text{ lps}$$

$$Q_1 = 20\text{ lps} \dots H_1 = 20\text{ mcH}_2\text{O}$$

$$Q_2 = 20\text{ lps} \dots H_2 = 20\text{ mcH}_2\text{O}$$

$$Q_3 = 20\text{ lps} \dots H_3 = 20\text{ mcH}_2\text{O}$$

$$H_T = H_1 + H_2 + H_3$$

$$H_T = 20\text{ mcH}_2\text{O} + 20\text{ mcH}_2\text{O} + 20\text{ mcH}_2\text{O}$$

$$H_T = 60\text{ mcH}_2\text{O}$$

$$Q = 20\text{ lps}$$

$$H_T = H_1 + H_2 + H_3$$

$$H_1 = (18 + 2) = 20\text{ mcH}_2\text{O}$$

$$H_2 = (38 - 18) = 20\text{ mcH}_2\text{O}$$

$$H_3 = (58 - 38) = 20\text{ mcH}_2\text{O}$$

3.2.2 Bombas en paralelo.

Si dos o más bombas idénticas se conectan en paralelo, la cabeza a través de cada bomba es igual y el caudal se distribuye por igual entre las bombas. La curva combinada H/Q se muestra en la figura c. Si la resistencia del sistema se dibuja sobre la curva combinada H/Q para la operación en paralelo como se muestra en la figura d, se puede observar que el caudal no se ve incrementado en proporción al número de bombas funcionando. Por ejemplo, en un sistema de tres bombas, dos bombas operando aportan más de las dos terceras partes de la descarga de las tres bombas.

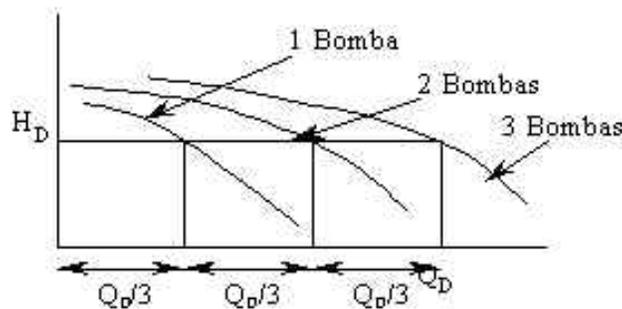


Figura 3.XI

Para el cálculo de bombas en paralelo se aplica las siguientes formulas:

Haciendo referencia como si fuera un circuito eléctrico hacemos las siguientes similitudes:

$$I = Q$$

$$E = H$$

$$\Omega = Hr$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + I_n \dots \dots \dots = \dots \dots \dots E_T = E_1 = E_2 = E_3 = E_n \dots \dots \dots \text{(Ec. 3.12)}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_n \dots \dots \dots = \dots \dots \dots H_T = H_1 = H_2 = H_3 = H_n \dots \dots \dots \text{(Ec. 3.13)}$$

En la figura siguiente se muestra el diagrama de la operación de las bombas conectadas en paralelo: Las bombas colocadas en paralelo pueden ser de rodetes iguales o diferentes.

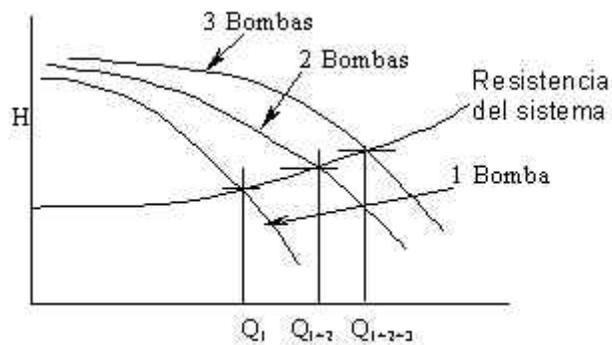


Figura 3.XII

Suponiendo un ejemplo que sirva para aplicación de las formulas antes mencionadas, tenemos que:

4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 Consideraciones previas.

4.1.1 Justificación del sistema.

En este trabajo de tesis se realizará un estudio de la Mecánica de Fluidos, puesto que es un área de la Ingeniería Mecánica que se encarga del análisis de los fluidos en reposo o en movimiento, así como de las aplicaciones y mecanismos que utilizan fluidos. Todo el estudio de esta área, implica el conocimiento de sistemas de bombeo, se realizan cálculos analíticos que determinan gran cantidad de factores que intervienen en la Mecánica de Fluidos, a saber: cálculo de aceleración de la gravedad en el sitio donde se llevará a cabo la instalación del sistema de protección, el cálculo de la velocidad con el cual se determinará el número de Reynolds, cálculo de tuberías y accesorios, cálculo de caudales, cálculo de potencia hidráulica. Se realizará también el análisis de pérdidas de energía y presión dentro del sistema de tuberías y posteriormente, el cálculo de altura dinámica de la bomba que suministra el caudal necesario para el enfriamiento del tanque, finalmente se seleccionará el equipo de protección adecuado para dicho sistema automático.

Sin duda, lo entablado se logrará creando y siguiendo códigos y normas, las cuales constituyen la base para la prevención y vigilancia de las condiciones del equipo industrial.

4.1.2 Antecedentes.

De acuerdo al estudio técnico del proyecto Arquitectónico de la ampliación de la terraza del restaurante, es necesario implementar un sistema de protección contra incendio. El presente proyecto justifica y describe que dicho sistema y la actividad que se desarrolla cumplirá con normativa vigente.

4.1.3 Objetivo.

El presente proyecto es establecer las condiciones que debe reunir las instalaciones de detección y extinción de incendios, así como sus componentes, materiales y equipo para lograr su buen funcionamiento en caso de cualquier evento de incendio.

Se realizará una distribución adecuada de los componentes del sistema de extinción, la cual es la mejor que se adapta según las necesidades del inmueble, atendiendo al nivel de riesgo intrínseco de fuego, al igual que se establecerán las condiciones que debe reunir este tipo de edificación para proteger y salvaguardar a sus ocupantes frente a los riesgos producidos por un evento de incendio y para facilitar la intervención de los medios y equipos de extinción de incendios y equipo de rescate teniendo en cuenta su seguridad.

Las actividades de protección tendrán como finalidad limitar las causas que originan los riesgos, así como establecer los controles que permitan detectar o contribuir a evitar aquellas circunstancias que pudieran dar lugar a la aparición de un incendio y mitigar así sus posibles consecuencias.

4.2 Datos generales.

4.2.1 Alcances.

Se realiza un informe descriptivo (la presente memoria), y de análisis que refiera todos los elementos del sistema para lo cual se atenderán las consideraciones necesarias para proteger el inmueble.

Se diseñara de acuerdo a los lineamientos y especificaciones de la NFPA así como del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y de Las Normas Técnicas Complementarias y normas de diseño e Ingeniería para coordinación de construcción, conservación y equipamiento de la división de proyectos, investigación y cuadros básicos del Instituto Mexicano del Seguro Social.

4.2.2 Ubicación.

La ampliación de la terraza del restaurante en planta baja, del edificio en la calle de Guillermo González Camarena No. 800, Santa Fe.

4.3 Selección del sistema de protección contra incendio.

4.3.1 Descripción del proyecto.

Se trata de un restaurante que será construido en la ubicación antes mencionada, el proyecto consta de una planta en la que se encuentran distribuidas las diferentes zonas para preparación de los alimentos, área para comensales, área de servicios donde se encuentran ubicados losa sanitarios para hombres y mujeres, Bodega de almacenamiento de consumibles, se construirá en la planta del 1er nivel, para acceder a el inmueble es por medio de una escaleras que se encuentran al lado derecho, tal como se muestra en el plano siguiente:

4.3.2 Planta arquitectónica del proyecto.

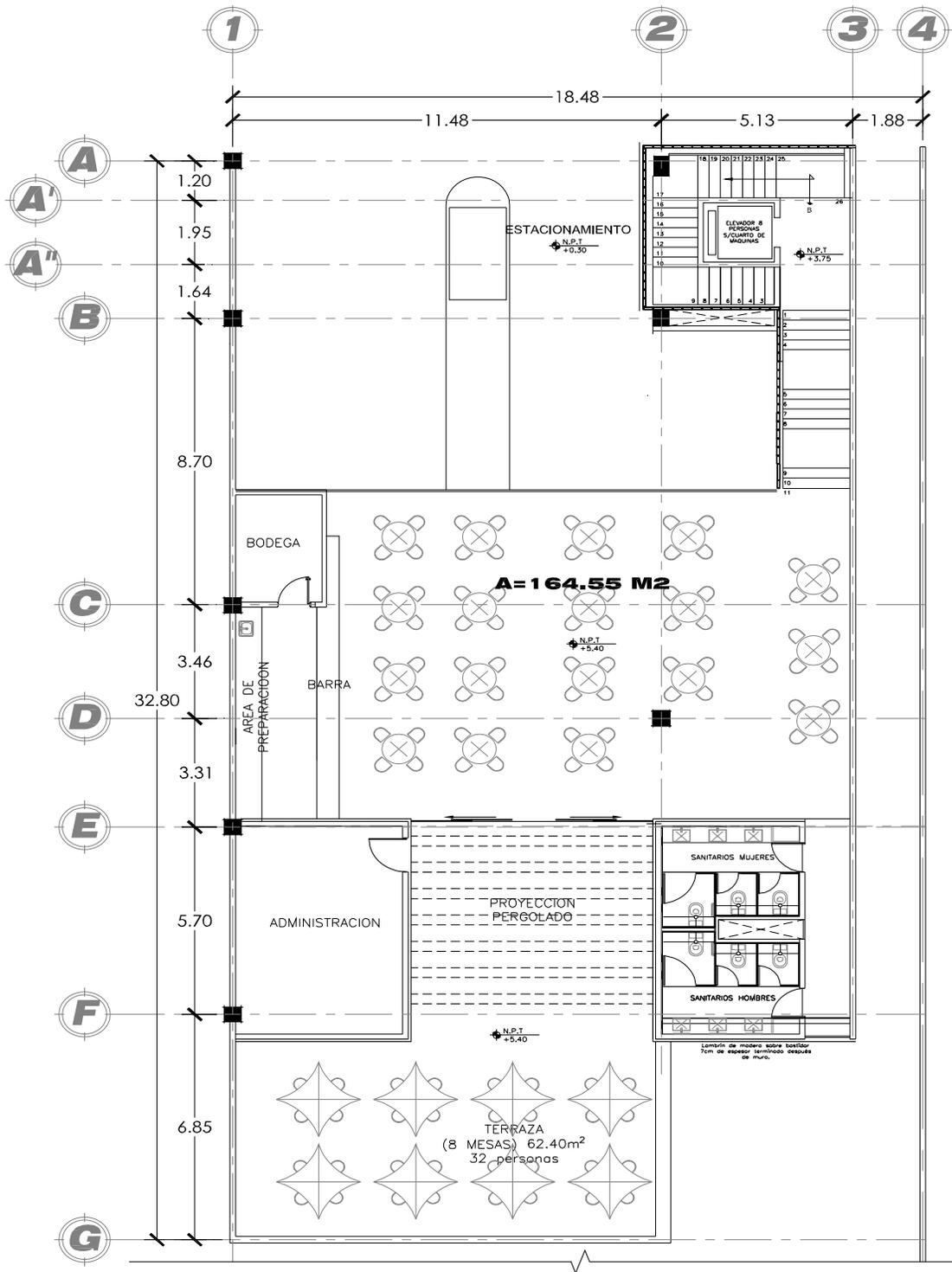


Figura 4.1

4.3.3 Análisis de riesgo.

Para determinar las necesidades de abastecimiento de agua contra incendios, debe iniciarse el estudio del proyecto a proteger por cualquier eventualidad de riesgo de incendio, tal como habrían de presentarse, plasmado sobre el plano del proyecto arquitectónico. El cual representa un área definida con peligros potenciales de incendio o explosión, los cuales se determinarán tras un proceso de análisis para determinar la elección del sistema, con la cual deberá estar protegida el inmueble.

La selección del sistema de protección contra incendio se realizara de acuerdo a las normas y reglamentos vigentes

4.3.4 Clasificación de las ocupaciones de riesgos.

Según la norma NFPA (National Fire Protection Association), la clasificación de las ocupaciones se refiere únicamente a la instalación de los rociadores y a sus suministros de agua. No debe ser utilizada como una clasificación general de los riesgos de las ocupaciones.

Las ocupaciones o partes de ocupaciones, deben clasificarse de acuerdo a la cantidad y combustibilidad de sus contenidos; a las tasas de liberación de calor esperadas, al potencial total de liberación de energía, la altura de las pilas de almacenamiento, y la presencia de líquidos inflamables y combustibles, utilizando las definiciones siguientes:

Las clasificaciones son las siguientes:

- Riesgo Leve.
- Riesgo Ordinario (Grupos 1 y 2)
- Riesgo Extra (Grupos 1 y 2)
- Riesgo de Ocupación Especial.

4.3.5 Requerimientos de protección para cocinas.

Los equipos de cocina (tales como freidoras profundas de grasa, hornos, planchas y parrillas) que sean considerados como una fuente de ignición, deben protegerse de acuerdo con las disposiciones de la NFPA

Los rociadores o boquillas rociadores automáticas que se utilicen para la protección de freidoras profundas de grasa deben ser listados para tal aplicación. La posición, disposición, ubicación y abastecimiento de agua de cada rociador o boquilla rociadora automática debe estar de acuerdo con su listado.

La operación de cualquier rociador o boquilla rociadora automática para equipos de cocina debe cerrar automáticamente todas las fuentes de combustible y calor hacia los equipos que requieran protección. Todo aparato a gas que no requiera protección pero se encuentre ubicado por debajo del equipo de ventilación, también debe ser apagado. Todos los dispositivos de corte, deben ser del tipo que requiere reposición manual antes de restablecer el combustible o la energía.

Debe instalarse una válvula indicadora listada en la línea de suministro de agua a los rociadores o boquillas rociadoras automáticas que protejan los sistemas de cocina y ventilación.

Debe instalarse un filtro de línea listado en la tubería principal de abastecimiento de agua, antes de los rociadores o boquillas rociadoras automáticas con orificios de un tamaño Nominal menor a 3/8 de pulgada (9,5 mm)

Debe instalarse una conexión de ensayo del sistema para verificar la adecuada operación del equipo

Los rociadores y boquillas rociadoras automáticos utilizados para proteger sistemas comerciales de cocina y ventilación deben reemplazarse anualmente.

4.3.6 Limitaciones del área de protección del sistema.

Superficie máxima de cualquier planta protegida por rociadores, abastecidos por una tubería vertical de alimentación del sistema de rociadores o por una tubería vertical de alimentación del sistema de rociadores combinados, debe ser la que sigue:

Tabla 4.a clasificación del riesgo

	RIESGO LIGERO	RIESGO ORDINARIO	RIESGO EXTRA
DENSIDAD DE DISEÑO (mm/min.)	2.25	5	de 7.5 a 12.5
COBERTURA DE OPERACIÓN (M2)	80	GRUPO 1 (ROI)-72	260
		GRUPO 1 (ROII)-144	
		GRUPO III (ROIII)-216	
		GRUPO III (ROIIIE)-360	
COBERTURA MAXIMA ROCIADOR (M2)	20	12	9
PRESION (BAR)	0.7	0.35	0.5
FACTOR K según Ø Diámetro Nominal del orificio	Ø10 = K=57	Ø15= K=80	Ø20 = K=115

4.3.6.1 Determinación del área de protección de cobertura.

El área de protección de cobertura por rociador (As) debe determinarse como sigue:

- *A lo Largo de Ramales.* Determine la distancia entre rociadores (o la distancia a la pared u obstrucción, en el caso del último rociador del ramal), corriente arriba y corriente abajo. Elija el valor mayor entre dos veces la distancia a la pared o la distancia al próximo rociador. Esta dimensión se denominará "S".
- *Entre Ramales.* Determine la distancia perpendicular al rociador del ramal adyacente (o a la pared u obstrucción, en el caso del último ramal) a ambos lados del ramal sobre el cual se ubique el rociador en cuestión. Elija el valor mayor entre: dos veces la distancia hasta la pared u obstrucción o la distancia al próximo rociador. Esta dimensión se denominará "L".

El área de protección de cobertura del rociador se establece multiplicando la dimensión S por la dimensión L. (As = S x L).

4.3.6.2 Área máxima de protección de cobertura.

El área máxima de protección de cobertura permitida para un rociador (As) debe estar en concordancia con el valor indicado en la sección que corresponde a cada tipo o estilo de rociador. El área máxima de cobertura permitida para cualquier rociador no debe superar los 400 pies² (36 m²).

4.3.7 Espaciamiento de los rociadores.

4.3.7.1 Distancia máxima entre rociadores.

La distancia máxima permitida entre rociadores debe basarse en la distancia entre las líneas centrales de los rociadores ubicados sobre el mismo ramal o en ramales adyacentes. La distancia máxima debe medirse a lo largo de la pendiente del cielorraso. La distancia máxima permitida entre rociadores debe cumplir con el valor indicado en la sección Correspondiente a cada tipo o estilo de rociador.

4.3.7.2 Distancia máxima a las paredes.

La distancia entre los rociadores y las paredes no debe ser mayor a la mitad de la distancia máxima permitida entre rociadores. La distancia de la pared al rociador debe medirse perpendicularmente a la pared.

4.3.7.3 Distancia mínima a las paredes.

La distancia mínima permitida entre un rociador y la pared debe cumplir con los valores indicados en la sección para cada tipo o estilo de rociador. La distancia desde la pared al rociador debe medirse perpendicular a la pared.

4.3.7.4 Distancia mínima entre rociadores.

Debe mantenerse una distancia mínima entre rociadores para evitar que los rociadores en funcionamiento humedezcan rociadores adyacentes y para evitar que no se activen los rociadores. La distancia mínima permitida entre rociadores debe cumplir con el valor indicado en la sección correspondiente a cada tipo o estilo de rociador.

4.3.8 Cálculo de "C" para el tipo de tubería.

En el siguiente cuadro se muestra el valor de la constante "C" para los cálculos mediante la ecuación de HASEN WILLIAMS

Tabla 4.b Constante

Constante "c" en función del tipo de tubería para la formula de Hasen Williams	
Coeficiente	Material de tubería
C=100	Acero negro (tubería seca)
C=120	Acero negro (tubería mojada)
C=120	Acero Galvanizado
C=140	Cobre
C=100	Fundición (revestida)
C=130	Fundición (sin revestir)

4.3.9 Cuadro de accesorios según el diámetro de la tubería.

En el siguiente cuadro se muestra la equivalencia de metros lineales de acuerdo al diámetro de la tubería

ACCESORIO	DIÁMETRO PULGADAS									
	3/4	1	1 ^{1/4}	1 ^{1/2}	2	2 ^{1/2}	3	4	5	6
	21,6	27,2	35,9	41,3	53	68,8	80,8	105,3	130	155,4
CODO DE 90°	0,6	0,6	0,6	1,2	1,5	1,8	2,1	3	3,6	4,2
CODO DE 90° RADIO LARGO	0,5	0,6	0,6	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,4	2,7
CODO DE 45°	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,9	0,9	1,2	1,5	2,1
T BIFURCACIÓN O CRUZ	1,2	1,5	1,8	2,4	3	3,6	4,5	6	7,5	9
T PASO RECTO	0,25	0,27	0,4	0,45	0,6	0,75	0,9	1,2	1,5	1,8
VÁLVULA DE MARIPOSA					1,8	2,1	3	3,6	3,6	3,6
VÁLVULA DE COMPUERTA					0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,9
VÁLVULA DE CUCHILLO O ESFERA					16,4	21,6	26,8	34,5	41,5	48,8
VÁLVULA DE ASIENTO	6,1	7,6	10,5	13,9	16,5	19,5	24,5	37,5	42,5	50
VÁLVULA DE RETENCIÓN TIPO GLAFETA	1,5	1,5	2,1	2,7	3,3	4,2	4,8	6,6	8,3	10,4
VÁLVULA DE RETENCIÓN TIPO ASIENTO					12,1	18,9	19,7	25,4	30,5	35,9
VÁLVULA DE ALARMA T. MOJADA						3	4	6	6	10,5
VÁLVULA DE ALARMA T. SECA							3	3	5,7	8,1
VÁLVULA DE ALARMA DILUVIO						5,4		8,7	10	9,9
REDUCCIÓN	0,22	0,3	0,39	0,5	0,61	0,74	0,87	1,15		

Figura 4.II

4.3.10 Resumen de formulas para cálculo.

4.3.10.1 CALCULO INICIAL (Q_i).

Q_i = Cobertura máxima * Densidad de diseño.(Ec. 4.1)

Q_i = Litros / Minuto

4.3.10.2 Número de rociadores (No).

$$no = \frac{\text{Areadeoperacion}}{\text{Cobertura maxima}} \dots\dots\dots(\text{Ec. 4.2})$$

4.3.10.3 Caudal en el rociador (Q).

$$Q = K\sqrt{P} \dots\dots\dots(\text{Ec. 4.3})$$

Q = Caudal

K = Constante según \emptyset nominal y tipo de riesgo.

P = Presión en ese tramo.

4.3.10.4 Presión inicial (P_i).

$$P_i = \frac{Q_i^2}{K^2} \dots\dots\dots(\text{Ec. 4.4})$$

P_i = Presión inicial.

Q_i^2 = Caudal inicial al cuadrado.

K^2 = Constante según Nominal y tipo de riesgo.

4.3.10.5 Pérdidas de carga (J)

Formula de Hasen Williams.

$$J = \frac{Q^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{C^{1.85} * D^{4.87}} \dots\dots\dots(\text{Ec. 4.5})$$

Q = Caudal en ese tramo.

\emptyset = Diámetro en ese tramo.

C = Constante según tuberías

4.3.10.6 Ajuste de caudales entre dos tramos.

$$Q_2 = Q_1 \sqrt{\frac{P_2}{P_1}} \dots\dots\dots(\text{Ec. 4.6})$$

$Q_1 = Q_2 =$ Caudales de dos tramos

$P_1 = P_2 =$ Presiones en dos tramos

4.4 MEMORIA DE CÁLCULO.

4.4.1 Método de cálculo.

4.4.1.1 Determinación de área.

El área a proteger por el sistema de rociadores para salvaguardar vidas de los comensales y personal que laborara en el inmueble, será el área de comensales, de preparación y bodegas de consumibles, las demás áreas será protegidas por medio de gabinetes de protección contra incendio así como extintores, los cuales serán ubicados de acuerdo a las normas vigentes antes mencionadas.

Determinaremos el área en la cual será implementado el sistema de rociadores, el cálculo se tomara de acuerdo al plano arquitectónico del proyecto, el cual se muestra en la planta arquitectónica siguiente:

De acuerdo a la planta arquitectónica el área es de 164.55 m², para determinar el que tipo de riesgo con la que se va a calcular será por medio de la tabla que se muestra a continuación:

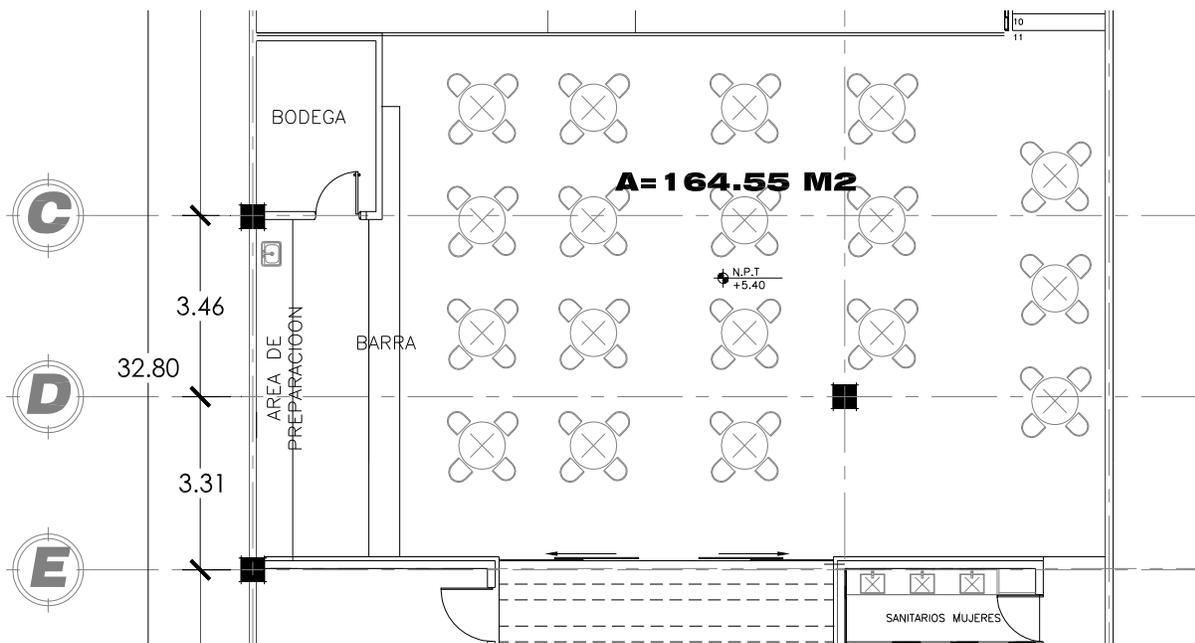


Figura 4.III (determinación del área a proteger con rociadores)

Tabla 4.c clasificación del riesgo

	RIESGO LIGERO	RIESGO ORDINARIO	RIESGO EXTRA
DENSIDAD DE DISEÑO (mm/min.)	2.25	5	de 7.5 a 12.5
COBERTURA DE OPERACIÓN (M2)	80	GRUPO 1 (ROI)-72	260
		GRUPO 1 (ROII)-144	
		GRUPO III (ROIII)-216	
		GRUPO III (ROIII E)-360	
COBERTURA MAXIMA ROCIADOR (M2)	20	12	9
PRESION (BAR)	0.7	0.35	0.5
FACTOR K según Ø Diámetro Nominal del orificio	Ø10 = K=57	Ø15= K=80	Ø20 = K=115

Según la tabla anterior el RIESGO ES ORDINARIO, GRUPO III (ROIII)-216, bajo las condiciones que se muestra en la tabla se diseñara y se calculara el sistema, la cobertura máxima por rociador de 12 m2.

Atendiendo a las norma NFPA donde se hace mención en este trabajo de tesis en el punto 4.3.6 ESPACIAMIENTO DE LOS ROCIADORES, se procederá a la distribución de los rociadores para determinar el numero que se necesita para proteger el inmueble, la distribución se muestra en la siguiente planta arquitectónica:

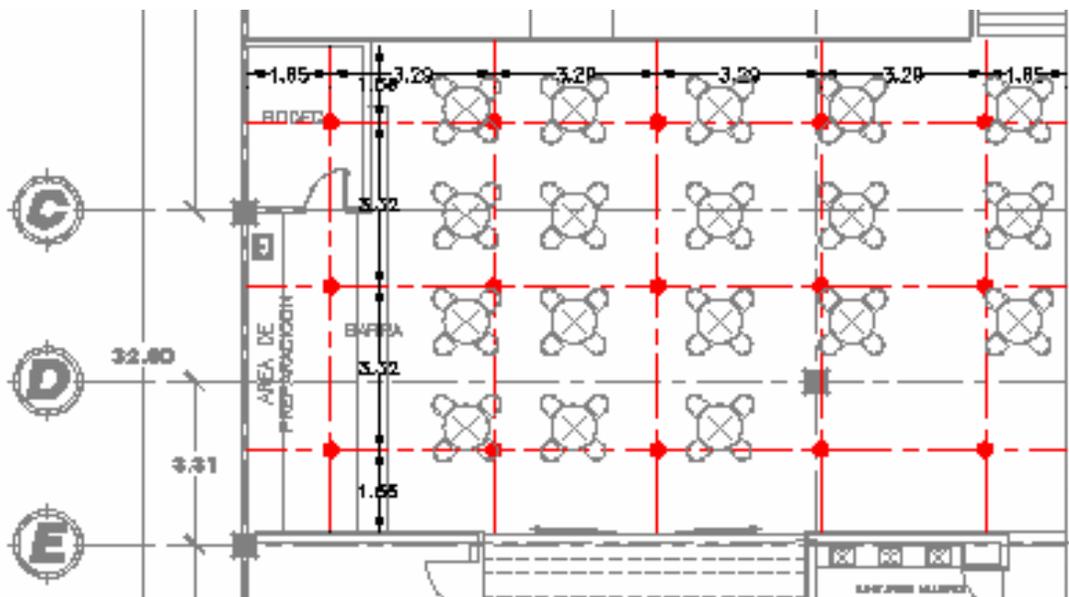


Figura 4.IV (Distribución de rociadores)

4.4.2 Cálculo general de proyecto.

4.4.2.1 Cálculo del caudal por cada rociador.

$Q_i = \text{Cobertura máxima} * \text{Densidad de diseño.}$

$$Q_i = 12 \times 5 = 60 \text{ Litros / Minuto}$$

$Q_i = \text{Cobertura real} * \text{Densidad de diseño.}$

$$Q_i = 10.92 \times 5 = 54.60 \text{ Litros / Minuto}$$

4.4.2.2 Número de rociadores (No).

$$no = \frac{\text{Areadeoperacion}}{\text{Cobertura maxima}}$$

$$no = \frac{164.55m^2}{10.92m^2} = 15.06$$

Por condiciones del espacio a proteger y la distribución en la planta, el número de rociadores totales en el proyecto será:

$$no = 15$$

4.4.2.3 Caudal total aproximado del proyecto. (Q_T).

$$Q_T = Q_i \times No$$

$$Q_T = (54.60lpm) \times (15) = 819lpm$$

El valor obtenido es aproximado, el valor real se dará en el análisis a detalle, el cual se muestra mas adelante.

4.4.3 Análisis de cálculo.

De acuerdo al proyecto y la distribución de rociadores el calculo será dividido por circuitos de la manera siguiente, se diseñara con tubería de acero al negro par tubería mojada, por lo tanto de usara la constante para calculo $C=120$, con un factor de orificio $K=80$

No. De Circuitos	Del tramo
1	A - B
2	B - C
3	C - D
4	D - E
5	E - F
6	F - G
7	G - H

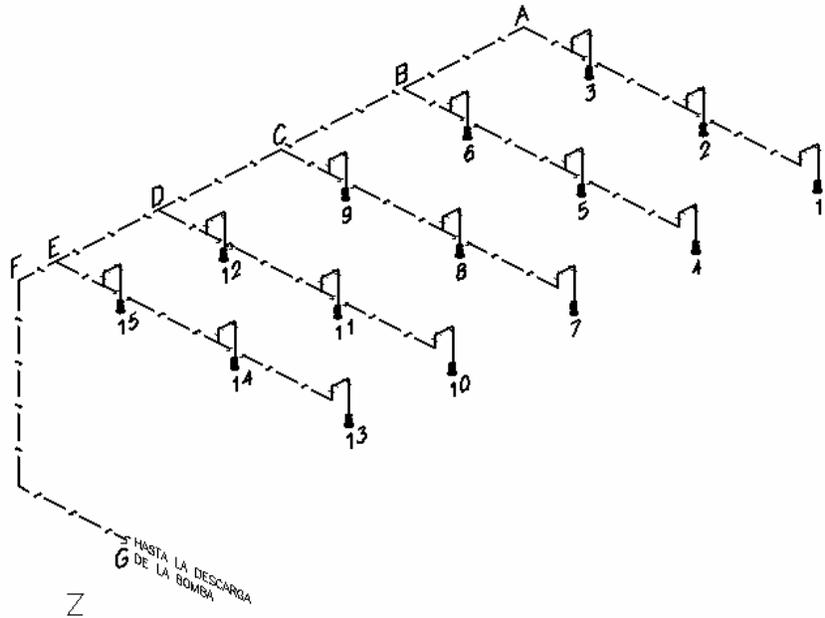


Figura 4.V (Diagrama de cálculo)

VER PLANO ANEXO No. 1 (ANALISIS DE CIRCUITOS Y TRAMOS)

4.4.3.1 Análisis del circuito A.

Tramo 1

Gasto Inicial para el rociador No.1

$$Q_i = 54.61 \text{ lpm}$$

Presión inicial para el rociador No.1

Formula

$$P_i = \frac{Q_i^2}{K^2}$$

$$P_i = \frac{(54.60)^2 \text{ lpm}}{(80)^2} = 0.4658$$

Perdida de carga

Formula Hasen Willians

$$J = \frac{Q^{1.85} * 6.05x10^5}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$J = \frac{54.6^{1.85} * 6.05x10^5}{120^{1.85} * 27.2^{4.87}}$$

$$J = 0.014$$

Determinación de L (Longitud Equivalente)

Longitud equivalente del tramo

Accesorio	Diámetro	Log. Eq.	No. Pz.	Long. Total
Codo 90°C	1"	0,6	3	1,8
Tubería	1"			3,32
Long. Total				5,12

$$P_f = P_i + J * L$$

$$P_f = 0.4658 + 0.0146 * 5.12$$

$$P_f = 0.5403$$

Tramo 2

Gasto inicial y final para el rociador No.2

Formula

$$Q_2 = K\sqrt{P_f}$$

$$Q_2 = 80\sqrt{0.5403}$$

$$Q_2 = 58.80lps$$

$$Q_{2f} = Q_2 + Q_r$$

$$Q_{2f} = 58.80 + 54.6 = 113.42lps$$

Perdida de carga

Formula Hasen Willians

$$J = \frac{Q^{1.85} * 6.05x10^5}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$J = \frac{113.42^{1.85} * 6.05x10^5}{120^{1.85} * 27.2^{4.87}}$$

$$J = 0.0562$$

Determinación de L (Longitud Equivalente)

Longitud equivalente del tramo

Accesorio	Diámetro	Log. Eq.	No. Pz.	Long. Total
Codo 90°C	1"	0,6	2	1,20
Te P/d	1"	0,27	1	0,27
Tubería	1"			3,32
Long. Total				4,79

$$P_f = P_i + J * L$$

$$P_f = 0.5403 + 0.0562 * 4.79$$

$$P_f = 0.8097$$

Tramo 3

Gasto inicial y final para el rociador No.3

Formula

$$Q_{3i} = K \sqrt{P_f}$$

$$Q_{3i} = 80 \sqrt{0.8086}$$

$$Q_{3i} = 71.94 \text{ lps}$$

$$Q_{3i} = Q_{2f} + Q_r$$

$$Q_{3i} = 71.94 + 113.42 = 185.36 \text{ lps}$$

Perdida de carga

Formula Hasen Willians

$$J = \frac{Q^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$J = \frac{185.36^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{120^{1.85} * 35.9^{4.87}}$$

$$J = 0.0361$$

Determinación de L (Longitud Equivalente)

Longitud equivalente del tramo

Accesorio	Diámetro	Log. Equiv.	No. Pz.	Long. Total
Codo 90°C	1"	0,6	2	1,20
Codo 90°C	1 1/4"	0,8	1	0,80
Te P/d	1 1/4"	0,4	1	0,40
Reducción	1" A 1 1/4"	0,4	1	0,40
Tubería	1 1/4"			4,70
Long. Total				7,50

$$P_f = P_i + J * L$$

$$P_f = 0.8097 + 0.0361 * 7.50$$

$$P_f = 1.0804$$

Tabla d, cálculo del circuito A.

LONGITUD ENTRE RAMALES		3.29		DENSIDAD APLICACIÓN		5 L/min m2		SUPERFICIE TOTAL		164.55 m2		TIPO ROCIADOR / CANT		Nº ROC.			
DISTANCIA ENTRE ROCIADORES		3.32		AREA COBERTURA ROCIADOR		10.92 m2		AREA DE DISEÑO		164.55 m2				15			
PASO DE CALADO	IDENTIFICACION Y SITUACION DE LAS BOQUILLAS		CAUDAL (L/Min)		DIAM TUB.	ACCESORIOS			LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBERIA	PERDIDA de CARGA bar/metro	DESGLASE DE PRESION		PRESION NORMAL		Coef K	VELOC m/s	PASO DE CALADO
						uds	TIPO	L.Equiv Acces.			ΔP	Pn	Pt	Pv			
1	01	COMEDOR	q=	54.61	27.2		T		LONG.	C= 120	Pt	0.4658	Pt	0.0745	80	0.94	1
						3	C	0.6	TRAMO	3.32			Ph	0.0123			
							Va		ACCES	1.8	0.0146 bMtr						
			Q=	54.61			Vc		TOTAL	5.1		ΔP	0.0745	Pn			
2	02	COMEDOR	q=	58.80	27.2	1	T	0.27	LONG.	C= 120	Pt	0.5403	Pt	0.8097	80	1.95	2
						2	C	0.6	TRAMO	3.32			Ph	0.0529			
							Va		ACCES	1.47	0.0562 bMtr						
			Q=	113.42			Vc		TOTAL	4.8		ΔP	0.2694	Pn			
3	03	COMEDOR	q=	71.99	35.9	2	C	0.6	LONG.	C= 120	Pt	0.8097	Pt	1.0804	80	1.83	3
						1	RED	0.39	TRAMO	4.7			Ph	0.0466			
						1	T	0.4	ACCES	2.79	0.0361 bMtr						
			Q=	185.41		1	C	0.8	TOTAL	7.5		ΔP	0.2707	Pn			
1.0804																	

Tabla 4.b

4.4.3.2 Análisis del circuito B

Tramo 4

Presión inicial para el rociador No.4

Formula

$$P_i = \frac{Q_i^2}{K^2}$$

$$P_i = \frac{(54.60)^2 lpm}{(80)^2} = 0.4658$$

Perdida de carga

Formula Hasen Willians

$$J = \frac{Q^{1.85} * 6.05x10^5}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$J = \frac{54.6^{1.85} * 6.05x10^5}{120^{1.85} * 27.2^{4.87}}$$

$$J = 0.014$$

Determinación de L (Longitud Equivalente)

Longitud equivalente del tramo

Accesorio	Diámetro	Log. Eq.	No. Pz.	Long. Total
Codo 90°C	1"	0,6	3	1,8
Tubería	1"			3,32
Long. Total				5,12

$$P_f = P_i + J * L$$

$$P_f = 0.4658 + 0.0146 * 5.12$$

$$P_f = 0.5403$$

Tramo 5

Gasto inicial y final para el rociador No.5

Formula

$$Q_{5i} = K \sqrt{P_f}$$

$$Q_{5i} = 80 \sqrt{0.5403}$$

$$Q_{5i} = 58.80 \text{ lps}$$

$$Q_{5f} = Q_{4i} + Q_r$$

$$Q_{5f} = 58.80 + 54.6 = 113.42 \text{ lps}$$

Perdida de carga

Formula Hasen Willians

$$J = \frac{Q^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$J = \frac{113.42^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{120^{1.85} * 27.2^{4.87}}$$

$$J = 0.0562$$

Determinación de L (Longitud Equivalente)

Longitud equivalente del tramo

Accesorio	Diámetro	Log. Eq.	No. Pz.	Long. Total
Codo 90°C	1"	0,6	2	1,20
Te P/d	1"	0,27	1	0,27
Tubería	1"			3,32
Long. Total				4,79

$$P_f = P_i + J * L$$

$$P_f = 0.5403 + 0.0562 * 4.79$$

$$P_f = 0.8097$$

Tramo 6

Gasto inicial y final para el rociador No.6

Formula

$$Q_{6i} = K\sqrt{P_f}$$

$$Q_{6i} = 80\sqrt{0.8086}$$

$$Q_{6i} = 71.94\text{ lps}$$

$$Q_{6f} = Q_2 + Q_r$$

$$Q_{6f} = 71.94 + 113.42 = 185.36\text{ lps}$$

Perdida de carga

Formula Hasen Williams

$$J = \frac{Q^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$J = \frac{185.36^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{120^{1.85} * 35.9^{4.87}}$$

$$J = 0.0361$$

Determinación de L (Longitud Equivalente)

Longitud equivalente del tramo

Accesorio	Diámetro	Log. Equiv.	No. Pz.	Long. Total
Codo 90°C	1"	0,60	2	1.20
Te P/d	1 1/4"	0,40	1	0,40
Tubería	1 1/4"			3.32
Long. Total				4.92

$$P_f = P_i + J * L$$

$$P_f = 0.8097 + 0.0361 * 4.92$$

$$P_f = 0.9875$$

Tramo 7

Presión inicial y final

$$P_7 = P_3 + P_6$$

$$P_7 = 1.0804 + 0.9875$$

$$P_f = 2.0679$$

Gasto inicial y final

Formula

$$Q_7 = Q_{3f} + Q_{6f}$$

$$Q_7 = 185.41 + 185.41$$

$$Q_7 = 370.82 \text{ lps}$$

Perdida de carga

Formula Hasen Willians

$$J = \frac{Q^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$J = \frac{370.82^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{120^{1.85} * 42.7^{4.87}}$$

$$J = 0.0560$$

Determinación de L (Longitud Equivalente)

Longitud equivalente del tramo

Accesorio	Diámetro	Log. Equiv.	No. Pz.	Long. Total
Te P/d	1 1/2"	0,45	1	0,45
Tubería	1 1/2"			1.65
Long. Total				2.10

$$P_{7f} = P_i + J * L$$

$$P_{7f} = 2.0679 + 0.0560 * 2.10$$

$$P_{7f} = 2.116$$

Tabla e, cálculo del circuito B.

PASO DE CALADO	IDENTIFICACION Y SITUACION DE LOS ROCIADORES		CAUDAL (L/Min)		DIAM TUB.	ACCESORIOS			LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBERIA		PERDIDA de CARGA bar/metro	DESGLOSE DE PRESION		PRESION NORMAL		Coef K	VELOC.	PASO DE CALADO	
						uds	TIPO	Long. Equiv. Acces.				Pt	Ph	Pt	Pv				
4	04	COMEDOR	q=	54.61	27.2		T		LONG.		C= 120	Pt	0.4658	Pt	0.5403	80	0.94	4	
						3	C	0.6	TRAMO	3.32			Ph		Pv				0.0123
							Va		ACCES	1.8	0.0146 bMtr								
			Q=	54.61			Vc		TOTAL	5.1			ΔP	0.0745	Pn				0.528
5	05	COMEDOR	q=	58.8045	27.2	1	T	0.27	LONG.		C= 120	Pt	0.5403	Pt	0.8097	80	1.95	5	
						2	C	0.6	TRAMO	3.32			Ph		Pv				0.0529
							Va		ACCES	1.47	0.0562 bMtr								
			Q=	113.42			Vc		TOTAL	4.8			ΔP	0.2694	Pn				0.7568
6	06	COMEDOR	q=	71.9876	35.9	2	C	0.6	LONG.		C= 120	Pt	0.8097	Pt	0.9875	80	1.83	6	
						1	T	0.4	TRAMO	3.32			Ph		Pv				0.0466
									ACCES	1.6	0.0361 bMtr								
			Q=	185.41					TOTAL	4.9			ΔP	0.1778	Pn				0.941
7		COMEDOR	q=	143.98	42.7	1	T	0.45	LONG.		C= 120	Pt	2.0679	Pt	2.1161	80	2.59	7	
							C	0	TRAMO	1.65			Ph		Pv				0.0931
							Va	0	ACCES	0.45	0.0560 bMtr								
			Q=	370.81			Vc	0	TOTAL	2.1			ΔP	0.0481	Pn				2.023

Tabla 4.c

4.4.3.3 Análisis del circuito C

Tramo 8

Presión inicial para el rociador No.7

Formula

$$P_i = \frac{Q_i^2}{K^2}$$

$$P_i = \frac{(54.60)^2 \text{ lpm}}{(80)^2} = 0.4658$$

Perdida de carga

Formula Hasen Willians

$$J = \frac{Q^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$J = \frac{54.6^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{120^{1.85} * 27.2^{4.87}}$$

$$J = 0.014$$

Determinación de L (Longitud Equivalente)

Longitud equivalente del tramo

Accesorio	Diámetro	Log. Eq.	No. Pz.	Long. Total
Codo 90°C	1"	0,6	3	1,8
Tubería	1"			3,32
Long. Total				5,12

$$P_f = P_i + J * L$$

$$P_f = 0.4658 + 0.0146 * 5.12$$

$$P_f = 0.5403$$

Tramo 9

Gasto inicial y final para el rociador No.8

Formula

$$Q_{9i} = K\sqrt{P_f}$$

$$Q_{9i} = 80\sqrt{0.5403}$$

$$Q_{9i} = 58.80\text{ lps}$$

$$Q_{9f} = Q_{9i} + Q_r$$

$$Q_{9f} = 58.80 + 54.6 = 113.42\text{ lps}$$

Perdida de carga

Formula Hasen Willians

$$J = \frac{Q^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$J = \frac{113.42^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{120^{1.85} * 27.2^{4.87}}$$

$$J = 0.0562$$

Determinación de L (Longitud Equivalente)

Longitud equivalente del tramo

Accesorio	Diámetro	Log. Eq.	No. Pz.	Long. Total
Codo 90°C	1"	0,6	2	1,20
Te P/d	1"	0,27	1	0,27
Tubería	1"			3,32
Long. Total				4,79

$$P_f = P_i + J * L$$

$$P_f = 0.5403 + 0.0562 * 4.79$$

$$P_f = 0.8097$$

Tramo 10

Gasto inicial y final para el rociador No.9

Formula

$$Q_{10i} = K \sqrt{P_f}$$

$$Q_{10i} = 80 \sqrt{0.8086}$$

$$Q_{10i} = 71.94 \text{ lps}$$

$$Q_{10f} = Q_2 + Q_r$$

$$Q_{10f} = 71.94 + 113.42 = 185.36 \text{ lps}$$

Perdida de carga

Formula Hasen Willians

$$J = \frac{Q^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$J = \frac{185.36^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{120^{1.85} * 35.9^{4.87}}$$

$$J = 0.0361$$

Determinación de L (Longitud Equivalente)

Longitud equivalente del tramo

Accesorio	Diámetro	Log. Equiv.	No. Pz.	Long. Total
Codo 90°C	1"	0,60	2	1.20
Te P/d	1 1/4"	0,40	1	0,40
Tubería	1 1/4"			3.32
Long. Total				4.92

$$P_f = P_i + J * L$$

$$P_f = 0.8097 + 0.0361 * 4.92$$

$$P_f = 0.9875$$

Tramo 11

Presión inicial y final

$$P_{11} = P_7 + P_{10}$$

$$P_7 = 2.116 + 0.9875$$

$$P_f = 3.1035$$

Gasto en el punto

Formula

$$Q_{11} = Q_{7f} + Q_{10f}$$

$$Q_{11} = 370.81 + 185.41$$

$$Q_{11} = 556.22 \text{ lps}$$

Perdida de carga

Formula Hasen Willians

$$J = \frac{Q^{1.85} * 6.05 * 10^5}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$J = \frac{556.22^{1.85} * 6.05 * 10^5}{120^{1.85} * 53^{4.87}}$$

$$J = 0.0414$$

Determinación de L (Longitud Equivalente)

Longitud equivalente del tramo

Accesorio	Diámetro	Log. Equiv.	No. Pz.	Long. Total
Te P/d	1 1/2"	0,45	1	0,45
Tubería	1 1/2"			1.65
Long. Total				2.25

$$P_{11f} = P_i + J * L$$

$$P_{11f} = 3.1035 + 0.0414 * 2.25$$

$$P_{11f} = 3.1967$$

Tabla f, cálculo del circuito C

PASO DE CALADO	IDENTIFICACION Y SITUACION DE LAS BOQUILLAS		CAUDAL (L/Min)	DIAM TUB.	ACCESORIOS			LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBERIA	PERDIDA de CARGA bar/metro	DESGLOSE DE PRESION		PRESION NORMAL		Coef K	VELOC m/s	PASO DE CALADO	
					uds	TIPO	L.Equiv Acces.			Pt	Pv	Pt	Pv				
8	07	COMEDOR	q=	27.2		T		LONG.	C= 120	Pt	0.4658	Pt	0.0745	80	0.94	8	
					3	C	0.6	TRAMO	3.32	Ph		Pv	0.0123				
						Va		ACCES	1.8		0.0146 bMtr						
			Q=		54.61	Vc		TOTAL	5.1	ΔP	0.0745	Pn	0.0622				
9	08	COMEDOR	q=	27.2	1	T	0.27	LONG.	C= 120	Pt	0.5403	Pt	0.8097	80	1.95	9	
					2	C	0.6	TRAMO	3.32	Ph		Pv	0.0529				
						Va		ACCES	1.47		0.0562 bMtr						
			Q=		113.42	Vc		TOTAL	4.8	ΔP	0.2694	Pn	0.7568				
10	09	COMEDOR	q=	35.9	2	C	0.6	LONG.	C= 120	Pt	0.8097	Pt	0.9875	80	1.83	10	
					1	T	0.4	TRAMO	3.32	Ph		Pv	0.0466				
								ACCES	1.6		0.0361 bMtr						
			Q=		185.41			TOTAL	4.9	ΔP	0.1778	Pn	0.941				
0.9875																	
11		COMEDOR	q=	53	1	T	0.6	LONG.	C= 120	Pt	3.1036	Pt	3.1967	80	2.52	11	
						RED		TRAMO	1.65	Ph		Pv	0.0882				
						T		ACCES	0.6		0.0414 bMtr						
			Q=		556.22			TOTAL	2.3	ΔP	0.0931	Pn	3.1085				

Tabla 4.d

4.4.3.4 Análisis del circuito D

Tramo 12

Presión inicial para el rociador No.10

Formula

$$P_i = \frac{Q_i^2}{K^2}$$

$$P_i = \frac{(54.60)^2 \text{ lpm}}{(80)^2} = 0.4658$$

Perdida de carga

Formula Hasen Willians

$$J = \frac{Q^{1.85} * 6.05 * 10^5}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$J = \frac{54.6^{1.85} * 6.05 * 10^5}{120^{1.85} * 27.2^{4.87}}$$

$$J = 0.014$$

Determinación de L (Longitud Equivalente)

Longitud equivalente del tramo

Accesorio	Diámetro	Log. Eq.	No. Pz.	Long. Total
Codo 90°C	1"	0,6	3	1,8
Tubería	1"			3,32
Long. Total				5,12

$$P_f = P_i + J * L$$

$$P_f = 0.4658 + 0.0146 * 5.12$$

$$P_f = 0.5403$$

Tramo 13

Gasto inicial y final para el rociador No.11

Formula

$$Q_{9i} = K \sqrt{P_f}$$

$$Q_{9i} = 80 \sqrt{0.5403}$$

$$Q_{9i} = 58.80 \text{ lps}$$

$$Q_{9f} = Q_{9i} + Q_r$$

$$Q_{9f} = 58.80 + 54.6 = 113.42 \text{ lps}$$

Perdida de carga

Formula Hasen Willians

$$J = \frac{Q^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$J = \frac{113.42^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{120^{1.85} * 27.2^{4.87}}$$

$$J = 0.0562$$

Determinación de L (Longitud Equivalente)

Longitud equivalente del tramo

Accesorio	Diámetro	Log. Eq.	No. Pz.	Long. Total
Codo 90°C	1"	0,6	2	1,20
Te P/d	1"	0,27	1	0,27
Tubería	1"			3,32
Long. Total				4,79

$$P_f = P_i + J * L$$

$$P_f = 0.5403 + 0.0562 * 4.79$$

$$P_f = 0.8097$$

Tramo 14

Gasto inicial y final para el rociador No.12

Formula

$$Q_{10i} = K \sqrt{P_f}$$

$$Q_{10i} = 80 \sqrt{0.8086}$$

$$Q_{10i} = 71.94 \text{ lps}$$

$$Q_{10f} = Q_2 + Q_r$$

$$Q_{10f} = 71.94 + 113.42 = 185.36 \text{ lps}$$

Perdida de carga

Formula Hasen Willians

$$J = \frac{Q^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$J = \frac{185.36^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{120^{1.85} * 35.9^{4.87}}$$

$$J = 0.0361$$

Determinación de L (Longitud Equivalente)

Longitud equivalente del tramo

Accesorio	Diámetro	Log. Equiv.	No. Pz.	Long. Total
Codo 90°C	1"	0,60	2	1.20
Te P/d	1 1/4"	0,40	1	0,40
Tubería	1 1/4"			3.32
Long. Total				4.92

$$P_f = P_i + J * L$$

$$P_f = 0.8097 + 0.0361 * 4.92$$

$$P_f = 0.9875$$

Tramo 15

Presión inicial y final

$$P_{15} = P_{11} + P_{14}$$

$$P_{15} = 3.1967 + 0.9875$$

$$P_f = 4.1842$$

Gasto en el punto

Formula

$$Q_{15} = Q_{11f} + Q_{14f}$$

$$Q_{15} = 556.22 + 185.41$$

$$Q_{15} = 741.62lps$$

Perdida de carga

Formula Hasen Willians

$$J = \frac{Q^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$J = \frac{741.62^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{120^{1.85} * 53^{4.87}}$$

$$J = 0.0705$$

Determinación de L (Longitud Equivalente)

Longitud equivalente del tramo

Accesorio	Diámetro	Log. Equiv.	No. Pz.	Long. Total
Te P/d	1 1/2"	0,45	1	0,45
Tubería	1 1/2"			1.65
Long. Total				2.25

$$P_{15f} = P_i + J * L$$

$$P_{15f} = 4.1842 + 0.0705 * 2.25$$

$$P_{15f} = 4.3427$$

Tabla g, cálculo del circuito D

PASO DE CALADO	IDENTIFICACION Y SITUACION DE LAS BOQUILLAS		CAUDAL (L/Min)		DIAM TUB.	ACCESORIOS			LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBERIA	PERDIDA de CARGA bar/metro	DESGLOSE DE PRESION		PRESION NORMAL		Coef K	VELOC m/s	PASO DE CALADO
						uds	TIPO	L.Equiv Acces.			Pt	Pv	Pt	Pv			
12	10	COMEDOR	q=		27.2		T		LONG.	C= 120	Pt	0.4658	Pt	0.0745	80	0.94	12
			3	C		0.6	TRAMO	3.32	Ph		Pv	0.0123					
				Va			ACCES	1.8	0.0146 bMtr								
			Q=	54.61			Vc		TOTAL	5.1	ΔP	0.0745	Pn	0.0622			
13	11	COMEDOR	q=	58.80	27.2	1	T	0.27	LONG.	C= 120	Pt	0.5403	Pt	0.8097	80	1.95	13
			2	C		0.6	TRAMO	3.32	Ph		Pv	0.0529					
				Va			ACCES	1.47	0.0562 bMtr								
			Q=	113.42			Vc		TOTAL	4.8	ΔP	0.2694	Pn	0.7568			
14	12	COMEDOR	q=	71.99	35.9	2	C	0.6	LONG.	C= 120	Pt	0.8097	Pt	0.9875	80	1.83	14
			1	T		0.4	TRAMO	3.32	Ph		Pv	0.0466					
							ACCES	1.6	0.0361 bMtr								
			Q=	185.41					TOTAL	4.9	ΔP	0.1778	Pn	0.941			

15		COMEDOR	q=	287.95	53	1	T	0.6	LONG.	C= 120	Pt	4.1842	Pt	4.3427	80	3.36	15	
							RED		TRAMO	1.65	Ph		Pv	0.1568				
							T		ACCES	0.6	0.0705 bMtr							
			Q=	741.62			C		TOTAL	2.3	ΔP	0.1585	Pn	4.1859				

Tabla 4.e

4.4.3.5 Análisis del circuito E

Tramo 16

Presión inicial para el rociador No.13

Formula

$$P_i = \frac{Q_i^2}{K^2}$$

$$P_i = \frac{(54.60)^2 \text{ lpm}}{(80)^2} = 0.4658$$

Perdida de carga

Formula Hasen Willians

$$J = \frac{Q^{1.85} * 6.05 * 10^5}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$J = \frac{54.6^{1.85} * 6.05 * 10^5}{120^{1.85} * 27.2^{4.87}}$$

$$J = 0.014$$

Determinación de L (Longitud Equivalente)

Longitud equivalente del tramo

Accesorio	Diámetro	Log. Eq.	No. Pz.	Long. Total
Codo 90°C	1"	0,6	3	1,8
Tubería	1"			3,32
Long. Total				5,12

$$P_f = P_i + J * L$$

$$P_f = 0.4658 + 0.0146 * 5.12$$

$$P_f = 0.5403$$

Tramo 17

Gasto inicial y final para el rociador No.14

Formula

$$Q_{14i} = K\sqrt{P_f}$$

$$Q_{14i} = 80\sqrt{0.5403}$$

$$Q_{14i} = 58.80\text{ lps}$$

$$Q_{14f} = Q_{14i} + Q_r$$

$$Q_{14f} = 58.80 + 54.6 = 113.42\text{ lps}$$

Perdida de carga

Formula Hasen Willians

$$J = \frac{Q^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$J = \frac{113.42^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{120^{1.85} * 27.2^{4.87}}$$

$$J = 0.0562$$

Determinación de L (Longitud Equivalente)

Longitud equivalente del tramo

Accesorio	Diámetro	Log. Eq.	No. Pz.	Long. Total
Codo 90°C	1"	0,6	2	1,20
Te P/d	1"	0,27	1	0,27
Tubería	1"			3,32
Long. Total				4,79

$$P_{14f} = P_i + J * L$$

$$P_{14f} = 0.5403 + 0.0562 * 4.79$$

$$P_{14f} = 0.8097$$

Tramo 18

Gasto inicial y final para el rociador No.15

Formula

$$Q_{15i} = K \sqrt{P_f}$$

$$Q_{15i} = 80 \sqrt{0.8086}$$

$$Q_{15i} = 71.94 \text{ lps}$$

$$Q_{15f} = Q_2 + Q_r$$

$$Q_{15f} = 71.94 + 113.42 = 185.36 \text{ lps}$$

Perdida de carga

Formula Hasen Willians

$$J = \frac{Q^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$J = \frac{185.36^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{120^{1.85} * 35.9^{4.87}}$$

$$J = 0.0361$$

Determinación de L (Longitud Equivalente)

Longitud equivalente del tramo

Accesorio	Diámetro	Log. Equiv.	No. Pz.	Long. Total
Codo 90°C	1"	0,60	2	1.20
Te P/d	1 1/4"	0,40	1	0,40
Tubería	1 1/4"			3.32
Long. Total				4.92

$$P_{15f} = P_i + J * L$$

$$P_{15f} = 0.8097 + 0.0361 * 4.92$$

$$P_{15f} = 0.9875$$

Tramo 19

Presión inicial y final

$$P_{19} = P_{15} + P_{18}$$

$$P_{15} = 4.3427 + 0.9875$$

$$P_f = 5.3303$$

Gasto en el punto

Formula

$$Q_{19} = Q_{15f} + Q_{18f}$$

$$Q_7 = 741.62 + 185.41$$

$$Q_7 = 927.03 \text{ lps}$$

Perdida de carga

Formula Hasen Willians

$$J = \frac{Q^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

$$J = \frac{927.03^{1.85} * 6.05 \times 10^5}{120^{1.85} * 64^{4.87}}$$

$$J = 0.0425$$

Determinación de L (Longitud Equivalente)

Longitud equivalente del tramo

Accesorio	Diámetro	Log. Equiv.	No. Pz.	Long. Total
Te P/d	2"	0,60	1	0,60
Codo	2"	1.8	1	1.80
Tubería	2"			1.65
Long. Total				4.05

$$P_{7f} = P_i + J * L$$

$$P_{7f} = 5.3303 + 0.0425 * 4.05$$

$$P_{7f} = 5.5024$$

Tabla h, cálculo del circuito E

PASO DE CALADO	IDENTIFICACION Y SITUACION DE LAS BOQUILLAS		CAUDAL (L/Min)		DIAM TUB.	ACCESORIOS			LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBERIA		PERDIDA de CARGA bar/metro	DESGLASE DE PRESION		PRESION NORMAL		Coef K	VELOC m/s	PASO DE CALADO
						uds	TIPO	L.Equiv Acces.				Pt	Pv	Pn	Pv			
16	13	COMEDOR	q=		27.2		T		LONG.		C= 120	Pt	0.4658	Pt	0.0745	80	0.94	16
			3	C		0.6	TRAMO	3.32		Ph		Pv	0.0123					
				Va			ACCES	1.8	0.0146 bMtr									
			Q=	54.61			Vc		TOTAL	5.1	ΔP	0.0745	Pn	0.0622				
17	14	COMEDOR	q=	58.80	27.2	1	T	0.27	LONG.		C= 120	Pt	0.5403	Pt	0.8097	80	1.95	17
			2	C		0.6	TRAMO	3.32		Ph		Pv	0.0529					
				Va			ACCES	1.47	0.0562 bMtr									
			Q=	113.42			Vc		TOTAL	4.8	ΔP	0.2694	Pn	0.7568				
18	15	COMEDOR	q=	71.99	35.9	2	C	0.6	LONG.		C= 120	Pt	0.8097	Pt	0.9875	80	1.83	18
			1	T		0.4	TRAMO	3.32		Ph		Pv	0.0466					
							ACCES	1.6	0.0361 bMtr									
			Q=	185.41					TOTAL	4.9	ΔP	0.1778	Pn	0.941				
0.9875																		
19		COMEDOR	q=	359.94	64	1	T	0.6	LONG.		C= 120	Pt	5.3303	Pt	5.5024	80	2.88	19
							RED		TRAMO	1.65		Ph		Pv	0.1153			
							T		ACCES	2.4	0.0425 bMtr							
			Q=	927.03			1	C	1.8	TOTAL	4.1	ΔP	0.1721	Pn	5.3871			

Tabla 4.f

4.4.3.6 Análisis de cálculo del sistema.

CAUDAL DE DEMANDA	L/min	GPM	m3 HORA
	927	278	56

PRESION MINIMA	BAR	PSI
	5.50	78.6

4.4.4 Cálculo de almacenamiento.

De acuerdo a lo estipulado en la norma vigente de las Normas Técnicas Complementarias del reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. En el apartado 2.6.4 Instalaciones Contra incendio. El volumen de almacenamiento destinado al sistema contra incendio deberá mezclarse con el volumen destinado para servicios con el fin de permitir la renovación del agua potable, ambos volúmenes estarán en la misma cisterna dejando siempre el tirante de agua destinado exclusivamente al sistema contra incendio.

4.4.4.1 Cálculo del volumen para servicios.

Con el fin de determinar la población proyecto, en base al plano arquitectónico y estimado de área de ocupación se define el número de ocupantes, para este caso se tiene un estimado de comensales incluyendo al personal que laborara en el inmueble, para efectos de calculo la población del proyecto es de 80 comensales y trabajadores

De acuerdo con los parámetros estadísticos que se tienen y el tipo de actividad, la densidad de población se adopta a lo predispuesto Dotación mínima de agua potable, de acuerdo a su topología, según en la tabla 2-13, de las Normas Técnicas Complementarias, del Distrito Federal.

TABLA 2-13. Dotación mínima de agua potable.

TIPOLOGÍA	DOTACIÓN
I. HABITACIONAL	
I.1 Vivienda de hasta 90 m ² construidos	150 l/hab./día
I.2 Vivienda mayor de 90 m ² construidos	200 l/hab./día
II. COMERCIAL	
<u>II.1 Comercios</u>	<u>6 l/m²/día</u>
II.2 Mercados públicos y tianguis	100 l/puesto/día
III. SERVICIOS	
III.1 Servicios administrativos y financieros III.1 Oficinas de cualquier tipo	50 l/persona/día
III.2 Servicios automotrices	100 l/trabajador/día

Tabla 4.1

DEMANDA DE AGUA POTABLE (USO):

DOTACIÓN	CANTIDAD	TIPO	DOT. TOTAL.
6 l/m ² /día	310.00m ²	m ² const. total	1860 lts/día

De acuerdo a la norma antes mencionada, indica que se debe contar con una reserva de agua por cualquier eventualidad de desabasto de agua potable, por lo tanto el volumen total.

Consumo diario 1,860 litros día = 1.86 m³/día

$1.86 \times 2 = 3,72 \text{ m}^3 = 4 \text{ m}^3 / \text{día}$

4.4.4.2 Cálculo de volumen para protección contra incendio

Con el fin de calcular el volumen total de almacenamiento para protección contra incendio, se debe tener las siguientes consideraciones:

- determinar la distancia a la que se encuentra el cuerpo de bombero mas cercano
- Tiempo estimado en llegar al sitio por cualquier eventualidad de incendio, tomando en cuenta el trafico en las horas pico.

Caudal teórico según cálculos=928 lpm. =55.68 m³/horas

Tiempo estimado al sitio.= 1.2 horas

$$55.68 \times 1.2 = 66.81 \text{ m}^3 / \text{dia} = 67.00 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

4.4.4.3 Volumen y dimensión de almacenamiento.

Volumen para servicios=4.00 m³

Volumen para Sistema contra incendio= 67.00 m³

$$V_t = 4.00 + 67.00 = 71.00 \text{ m}^3$$

Dimensión de cisterna

Ancho 4.90 m., Largo 8.90

Área = 43.61 m²

Volumen requerido = 71.00 m³

Colchón de aire = 0.4 m

Tirante útil

$$T_u = \frac{71.00 \text{ m}^3}{43.61 \text{ m}^2} = 1.62 \text{ m}$$

Tirante total

$$T_t = T_u + \text{Colcho.de.aire}$$

$$T_t = 1.62 + 0.4 \text{ m} = 2.02 \text{ m}$$

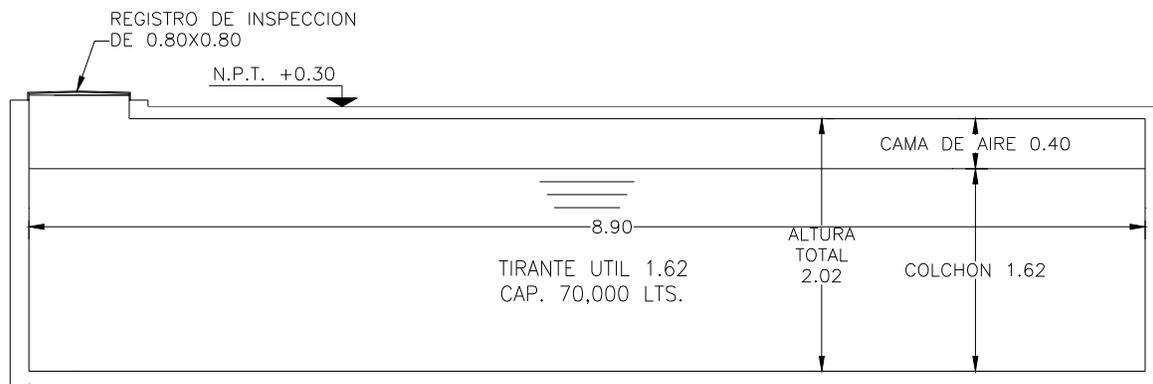


Figura 4.V (Cisterna, altura)

De acuerdo a las normas vigentes se determina que es necesario considerar mantenimiento de limpieza del almacenamiento de agua por lo cual se ha considerado dividir la cisterna en dos celdas esto con el fin de dejar una en operación mientras se realiza dicho mantenimiento, por lo tanto el volumen de la cisterna se reduce por el muro divisorio. De acuerdo a lo anterior el diseño de la cisterna es la siguiente:

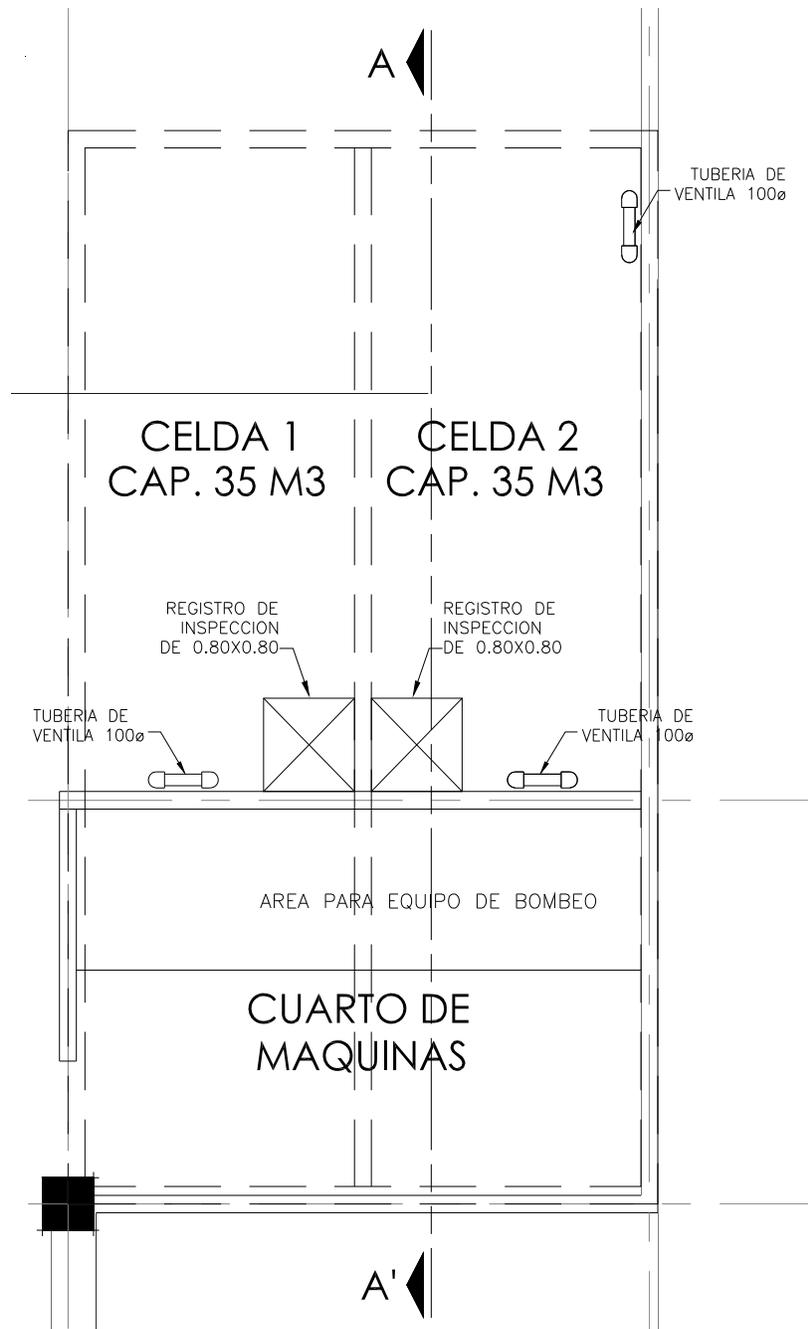


Figura 4.VI (Cisterna, planta)

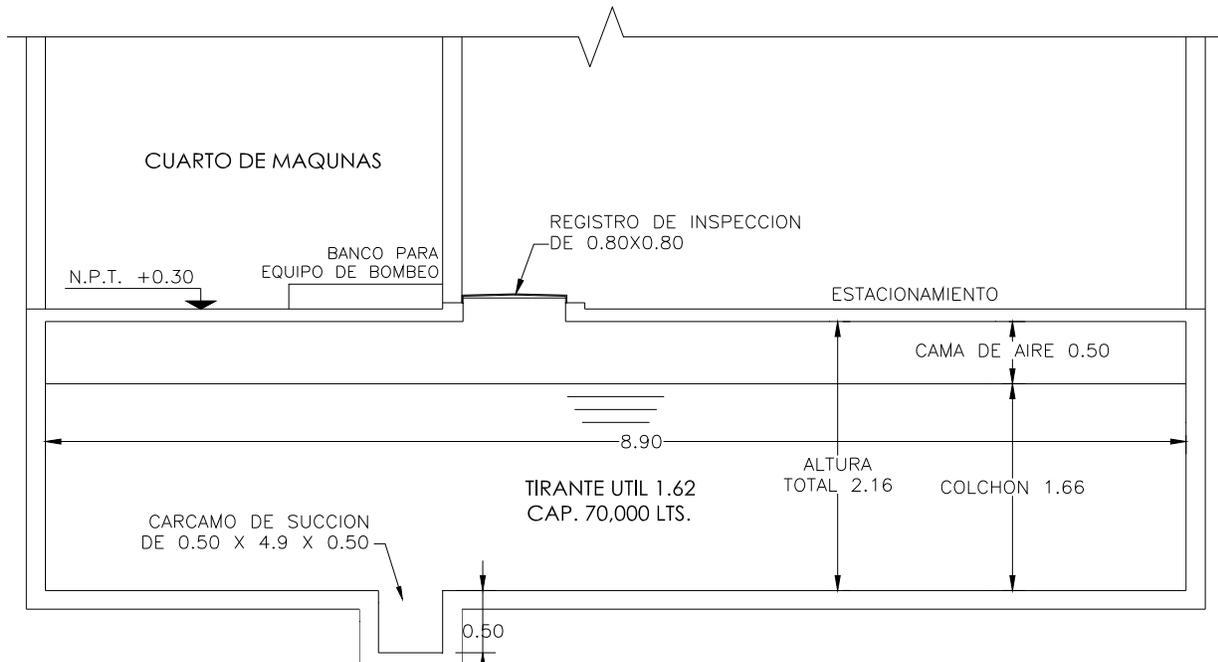


Figura 4.VII (Cisterna, corte A-A')

4.4.4.4 Toma siamesa.

Cuando por alguna causa llega a ser insuficiente el volumen de agua de reserva contra incendio, o cuando el equipo de bombeo instalado en el interior del edificio queda imposibilitado para funcionar, es indispensable considerar una conexión a través de la cual pueda bombear agua el Cuerpo Público de Bomberos, esto es, una toma siamesa. Esta toma siamesa deberá ser del mismo diámetro del cabezal principal, la cual debe ser instalada en exterior del edificio que sea visible.

Para este proyecto se tiene considera una toma siamesa ubicada al acceso del edificio de 75 mm de diámetro (3") que es el diámetro del cabezal.

Ver plano Anexo No. 2. (ubicación de Toma Siamesa)

4.4.5 Ubicación de cuarto de bombeo.

El cuarto de máquinas se ubicara por encima del almacenamiento de agua (cisterna), que se encuentra en la planta baja, en el estacionamiento, entre los ejes 2-3, y B-D, como se muestra en las figuras anteriores.

4.4.5.1 Trayectoria de línea para el sistema de protección contra incendio.

Esta trayectoria deberá ser la mas corta para llegar a la alimentación del cabezal del sistema, esta consideración es para evitar que se incrementen las perdidas y así mismo disminuir la potencia del equipo de bombeo, el inicio de la trayectoria partirá del cuarto de máquinas, a la salida del impulsión de las bombas el cual se hará subir en el muro próximo, la tubería deberá ser conducida por lecho bajo de losa considerando todos los cambios de dirección hasta la próximo cambio de nivel, cabe mencionar que la tubería colgante Ada deberá ir soportada por soportes en el cual se indica en los anexos de esta tesis.

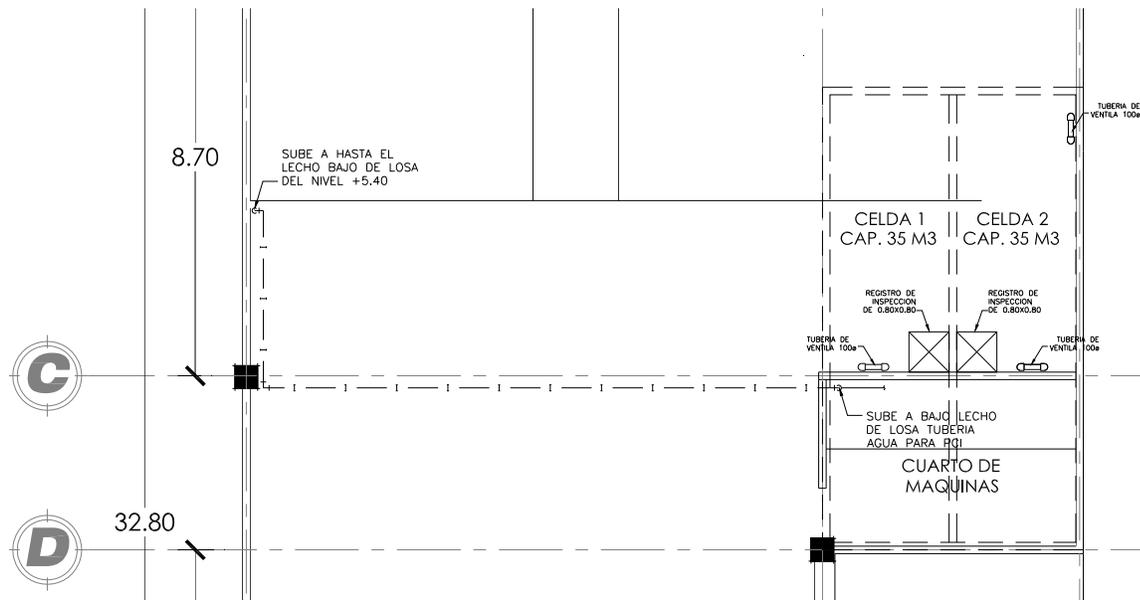


Figura 4.VIII (Instalación de Sistema contra Incendio, Planta Baja)

4.4.6 Cálculo de equipo de bombeo.

4.4.6.1 Datos de cálculo.

Diagrama del sistema de bombeo, desde la succión hasta el punto de descarga para el sistema de protección contra incendio.

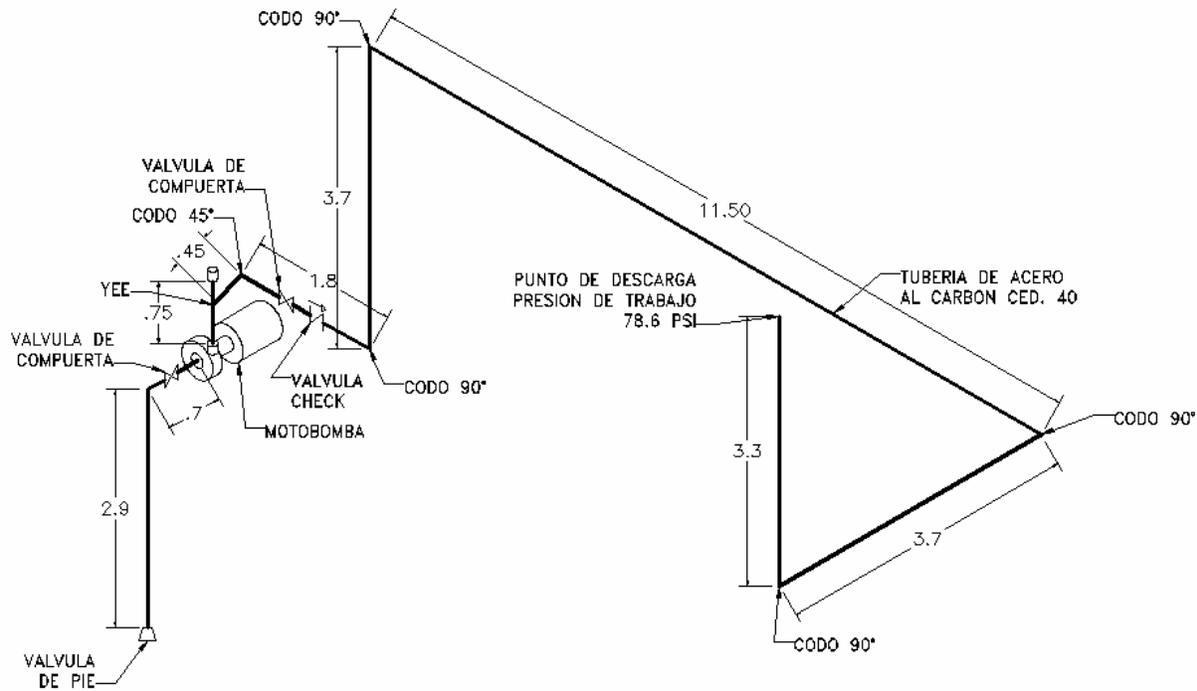


Figura 4.IX (Diagrama para cálculo de bomba)

De los datos que se han obtenido en los puntos anteriores se aplicaran para el calculo del sistema de bombeo, por lo tanto se tiene

Tabla 4.j (Datos para calculo de bombeo)

caudal	Q=	927 lpm
Liquido	H ₂ O	
Temperatura	Temp.	16 °C
Pvapor Agua 16°C	Pv	0.018168 bar =1816.8 Pa =0.18519 mcl
Viscosidad Cinemática	ν	1.106x10e-6 m ² /s
Gravedad Especifica	Ge	998.2 Kg./m ³
Presión de trabajo	Pt	78.6 PSI=55.26mcl
Tubería Acero al carbón	k	0.05 mm

4.4.6.2 Cálculo de diámetro de succión y descarga.

Para calcular los diámetros de succión y descargan de hará por la formula siguiente

$$D = \sqrt{\frac{Q * 4}{\pi * V}} \dots\dots\dots(\text{Ec. 4.7})$$

Calculo del diámetro de tubería de succión

$$927\text{lpm} / 1000 * 60 = 0.01545\text{m}^3 / \text{s}$$

Para la succión se considera una velocidad ± 1.5 m/s

$$D_s = \sqrt{\frac{0.01545\text{m}^3 / \text{s} * 4}{3.1416 * 1.5\text{m} / \text{s}}} \dots\dots\dots(\text{Ec. 4.8})$$

$$D_s = \sqrt{\frac{0.0618\text{m}^3 / \text{s}}{4.7124\text{m} / \text{s}}}$$

$$D_s = \sqrt{0.01311\text{m}^2}$$

$$D_s = 0.1145\text{m} \therefore 0.127\text{m}$$

Se debe considerar un diámetro comercial; por lo tanto se propone un diámetro de 0.127 mts (6"), con este valor se recalcula la velocidad.

$$V = \frac{Q * 4}{\pi * d^2} \dots\dots\dots(\text{Ec. 4.9})$$

$$V = \frac{0.0618\text{m}^3 / \text{s}}{3.1416 * (0.101\text{m})^2}$$

$$V = \frac{0.0618\text{m}^3 / \text{s}}{0.0320\text{m}^2} = 0.874\text{m} / \text{s}$$

$$V = 0.874\text{m} / \text{s}$$

Calculo del diámetro de tubería de descarga

$$D = \sqrt{\frac{Q * 4}{\pi * V}}$$

$$927\text{lpm} / 1000 * 60 = 0.01545\text{m}^3 / \text{s}$$

Para la succión se considera una velocidad ± 3.5 m/s

$$Dd = \sqrt{\frac{0.01545m^3 / s * 4}{3.1416 * 3.5m / s}}$$

$$Dd = \sqrt{\frac{0.0618m^3 / s}{10.9956m / s}}$$

$$Dd = \sqrt{0.00562m^2}$$

$$Dd = 0.075m \therefore 0.080m$$

Se debe considerar un diámetro comercial; por lo tanto se propone un diámetro nominal de 0.080 mts (3"), con este valor se recalcula la velocidad.

$$V = \frac{Q * 4}{\pi * d^2}$$

$$V = \frac{0.0618m^3 / s}{3.1416 * (0.08m)^2}$$

$$V = \frac{0.0618m^3 / s}{0.0201m^2}$$

$$V = 3.07m / s$$

Diámetro de tubería para succión = 0.127 m (5")

Diámetro de tubería para descarga = 0.08 m (3")

4.4.6.3 Pérdidas de succión y descarga.

$$\frac{P_1}{\rho g} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} - H_{r1-2} = \frac{P_2}{\rho g} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \dots\dots\dots(\text{Ec. 4.10})$$

Para este caso en particular

$z_1, z_2 =$ Tubería Horizontal

v_1 y $v_2 =$ Sección transversal constante

Por lo tanto nuestra aplicación de la ecuación es de la siguiente manera

$$\frac{P_1 - P_2}{\rho g} = H_{r1-2} = H_{rp1-2} \dots\dots\dots(\text{Ec. 4.11})$$

Análisis para la succión:

Longitud equivalente para la succión				
Accesorio	Diámetro mm	No accesorio	Le (m)	ΣLe (m)
Válvula Pie	127	1	11	11.00
Codo 90°	127	1	2.5	2.50
Válvula Comp.	127	1	0.9	0.90
Tubería	127	1	3.6	3.60
			Long. Total	18.00

Reynolds:

$$Re = \frac{v_s D}{\nu} \dots\dots\dots (Ec. 4.12)$$

$$Re = \frac{1.22m/s * 0.127}{1.106 \times 10^{-6}}$$

$$Re = \frac{0.015494}{0.000001106}$$

$$Re = 140090.41$$

Del diagrama de Moody:

$$\lambda = f\left(Re, \frac{k}{D}\right)$$

f Coeficiente de fricción

$$\frac{k}{D}$$

Rugosidad relativa

$$\frac{k}{D} = \frac{0.05mm}{127mm} = 0.00039$$

$$\lambda = 0.019$$

$$Hrs = \lambda \frac{L + L_e}{D} \frac{v^2}{2g}$$

$$Hrs = 0.019 \frac{3.6m + 14.4m}{0.127m} \frac{(1.22)^2 m/s}{2(9.81)m}$$

$$Hrs = 0.019 * 141.73m * 0.0758$$

$$Hrs = 0.204$$

NPSH:

Para el caso específico de la ciudad de México a una altura de 2230 m sobre el nivel del mar, tenemos que la presión atmosférica es de 585 mmHg.

Conversión de mmHg a mcl

$$1mmHg = 0.0135955mcl$$

Por lo tanto tenemos que:

$$585mmHg = 7.953mcl$$

Sustituyendo estos datos en la fórmula para calcular el NPSHd:

$$NPSH_{DISPONIBLE} = (P_{atm} - P_{VAPOR}) - z_1 - H_r \dots\dots\dots(Ec. 4.13)$$

$$NPSH_{DISPONIBLE} = (7.953 - 0.18527) - 2.9 - 0.204$$

$$NPSH_{DISPONIBLE} = 7.767 - 2.9 - 0.204mcl$$

$$NPSH_{DISPONIBLE} = 7.767mcl - 2.9mcl - 0.204mcl$$

$$NPSH_{DISPONIBLE} = 4.843mcl$$

$$NPSH_{REQUERIDA} = Hz + \frac{V^2}{2g}$$

$$NPSH_{REQUERIDA} = 2.9 + \frac{1.22^2}{2 * 9.81}$$

$$NPSH_{REQUERIDA} = 2.9 + \frac{1.4884}{19.62}$$

$$NPSH_{REQUERIDA} = 2.9 + 0.0758$$

$$NPSH_{REQUERIDA} = 2.975mcl$$

$$NPSH_{DISPONIBLE} \geq NPSH_{REQUERIDA}$$

$$4.843mcl \geq 2.975mcl$$

Tabla k, Análisis para la descarga:

Longitud equivalente para la descarga				
Accesorio	Diámetro mm	No accesorio	Le (m)	Σle (m)
Val. Comp.	80	1	0.5	0.50
Val. Check	80	1	10.3	10.30
Codo 45°	80	1	1.6	1.60
Codo 90°	80	4	1.75	
Yee	80	1	3.5	
Tubería	80	1	24.5	24.50
			Long. Total	36.90

Reynolds:

$$Re = \frac{v_s D}{\nu}$$

$$Re = \frac{3.07m/s * 0.08}{1.106 \times 10^{-6}}$$

$$Re = \frac{0.2456}{0.000001106}$$

$$Re = 2.2 \times 10^5$$

Del diagrama de Moody:

$$\lambda = f\left(Re, \frac{k}{D}\right)$$

$$\frac{k}{D} \text{ Rugosidad relativa}$$

$$\frac{k}{D} = \frac{0.05mm}{80mm} = 0.00062$$

$$\lambda = 0.019$$

$$Hrs = \lambda \frac{L + L_e}{D} \frac{v^2}{2g}$$

$$Hrs = 0.019 \frac{24.5m + 12.4m}{0.08m} \frac{(3.07)^2 m^2/s^2}{2(9.81)m}$$

$$Hrs = 0.018 * 461.25m * 0.48$$

$$Hrs = 3.985$$

$$Hrt = Hrs + Hrd$$

$$Hrt = 0.204 + 3.985$$

$$Hrt = 4.189mcl$$

$$Htb = Z2 - Z1 + Hrt + Htrabajo$$

$$Htb = 7.75 - (-2.9) + 4.189 + 55.26mcl$$

$$Htb = 70.10mcl$$

4.4.6.4 Cálculo y selección de la bomba.

$$Pa = \frac{Q * \rho * g * H}{76 * \eta_b} \dots\dots\dots (Ec. 4.15)$$

$$Pa = \frac{0.01545(m^3/seg) * 998.9(kg/m^3) * 9.81(m/s^2) * 70.10(mcl)}{746 * 0.55} 5$$

$$Pa = \frac{10,612.98431}{746 * 0.60}$$

$$Pa = 23.71H.P.$$

Datos de bomba	
Bomba	30 H.P.
Marca	Aurora Picsa
Modelo (size)	2-1/2x3x9
Serie	341
RPM	3500
Diámetro del impulsor	8"
Eficiencia	58%
NPSD	12 Ft

4.4.6.5 Curva característica de bomba.

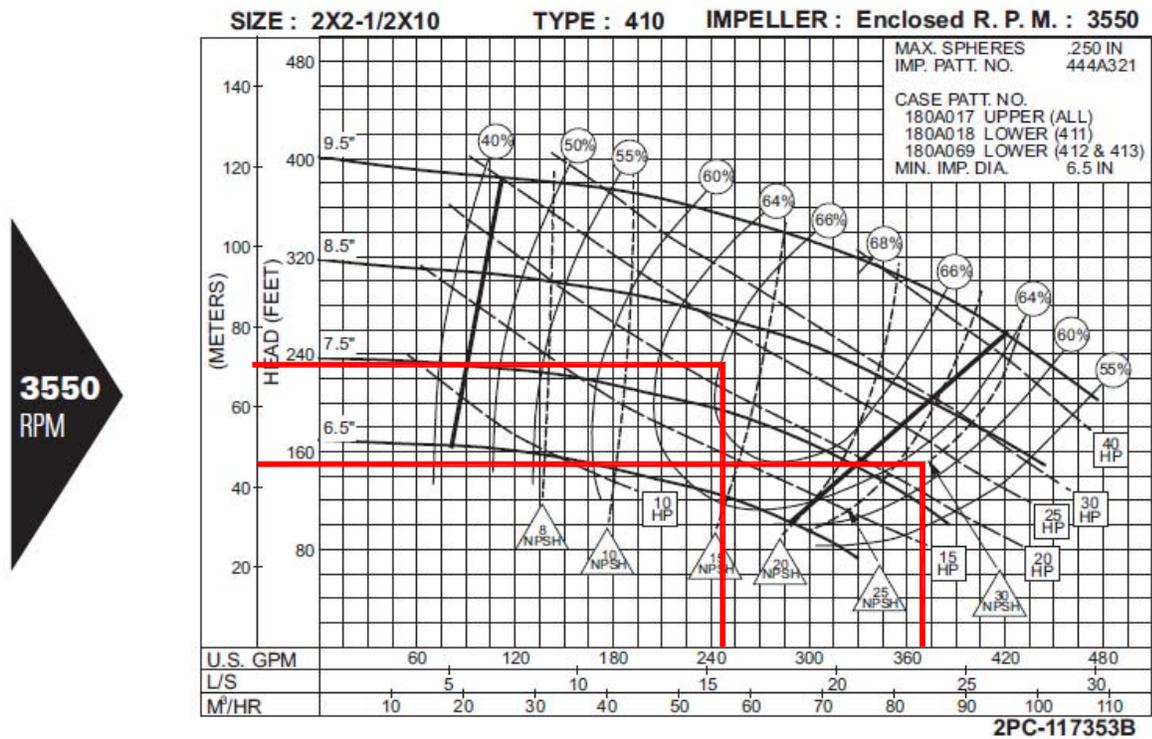


Figura 4.X (Curva de la bomba)

Ver planos de diseño de proyecto, anexo d, e, f y g

4.4.6.6 Tabla de resultado de succión y descarga.

Hrs	Q				D	V	Vs/2g	E/D	Re	Landa	(L+LE)/D	Z2-Z1		NPSH	
	mcl	ft ³ /s	LPS	m ³ /s								GPM	m	ft	mcl
0	0	0	0	0	0,127	0	0,00039	0,05	0	0	141,732	2,9	9,577	8,226	26,98
0,007	0,08912	2,52361	0,00252	40	0,127	0,1992	0,00202278	0,00039	2,29E+04	0,0260	141,732	2,9	9,577	8,218	26,96
0,028	0,17824	5,04722	0,00505	80	0,127	0,3984	0,00809113	0,00039	4,58E+04	0,0240	141,732	2,9	9,577	8,198	26,89
0,058	0,26736	7,57083	0,00757	120	0,127	0,5976	0,01820505	0,00039	6,86E+04	0,0225	141,732	2,9	9,577	8,168	26,79
0,096	0,35648	10,0944	0,01009	160	0,127	0,7969	0,03236453	0,00039	9,15E+04	0,0210	141,732	2,9	9,577	8,129	26,66
0,143	0,4456	12,6181	0,01262	200	0,127	0,9961	0,05056958	0,00039	1,14E+05	0,0200	141,732	2,9	9,577	8,082	26,51
0,201	0,53472	15,1417	0,01514	240	0,127	1,1953	0,07282019	0,00039	1,37E+05	0,0195	141,732	2,9	9,577	8,024	26,32
0,204	0,54561	15,45	0,01545	244,887	0,127	1,2196	0,07581629	0,00039	1,40E+05	0,0190	141,732	2,9	9,577	8,022	26,31
0,264	0,62384	17,6653	0,01767	280	0,127	1,3945	0,09911637	0,00039	1,60E+05	0,0188	141,732	2,9	9,577	7,962	26,11
0,343	0,71296	20,1889	0,02019	320	0,127	1,5937	0,12945812	0,00039	1,83E+05	0,0187	141,732	2,9	9,577	7,883	25,85
0,432	0,80208	22,7125	0,02271	360	0,127	1,7929	0,16384544	0,00039	2,06E+05	0,0186	141,732	2,9	9,577	7,794	25,56
0,447	0,81839	23,1743	0,02317	367,32	0,127	1,8294	0,17057622	0,00039	2,10E+05	0,0185	141,732	2,9	9,577	7,778	25,51
0,528	0,8912	25,2361	0,02524	400	0,127	1,9922	0,20227832	0,00039	2,29E+05	0,0184	141,732	2,9	9,577	7,698	25,25
0,635	0,98032	27,7597	0,02776	440	0,127	2,1914	0,24475676	0,00039	2,52E+05	0,0183	141,732	2,9	9,577	7,591	24,90
0,751	1,06944	30,2833	0,03028	480	0,127	2,3906	0,29128077	0,00039	2,75E+05	0,0182	141,732	2,9	9,577	7,474	24,52
0,877	1,15856	32,807	0,03281	520	0,127	2,5898	0,34185035	0,00039	2,97E+05	0,0181	141,732	2,9	9,577	7,349	24,10
1,011	1,24768	35,3306	0,03533	560	0,127	2,789	0,3964655	0,00039	3,20E+05	0,0180	141,732	2,9	9,577	7,214	23,66
1,155	1,3368	37,8542	0,03785	600	0,127	2,9882	0,45512621	0,00039	3,43E+05	0,0179	141,732	2,9	9,577	7,071	23,19

	GASTO AL 100%
	GASTO AL 150%

ANEXO A

Tipo de area para ubicación de extinción tabla 7a		
AREAS HOSPITALARIAS	TIPO DE EXTINTOR	CAPACIDAD
UNIDADES HOSPITALARIAS		
Encamados	Polvo ABC	6.0 Kg.
Fisioterapia		
Residencia de medicos		
Lavanderia		
Vestibulo principal		
Oficinas		
Salas de espera		
Bibliothemeroteca		
Auditorio y aulas		
Roperia		
Vehiculos de transporte		
Caseta de vigilancia		
Almacen		
subestacion electrica		
casa de maquinas		
Farmacia	Polvo ABC	2.5 Kg.
Archivo clinico	Bioxido de carbono	4.5 kg.
Consultorios		
Pediatrica		
Cuneros		
Prematuros		
Radiodiagnostico		
C.E.Y.E.		
Pasillos de quirofano		
Pasillos y salas de espera urgencias		
Lavoratorio clinico		
Comuntador y telex		
Talleres de conservacion		
Tallere de electricidad y equipo medico		
dietologia		
OFICINAS ADMINISTRATIVAS		
Vestibulo principal	Polvo ABC	6.0 Kg.
Pasillos y salas de espera		
oficinas		
Centros de informacion y computo	Bioxido de carbono	4.5 Kg.

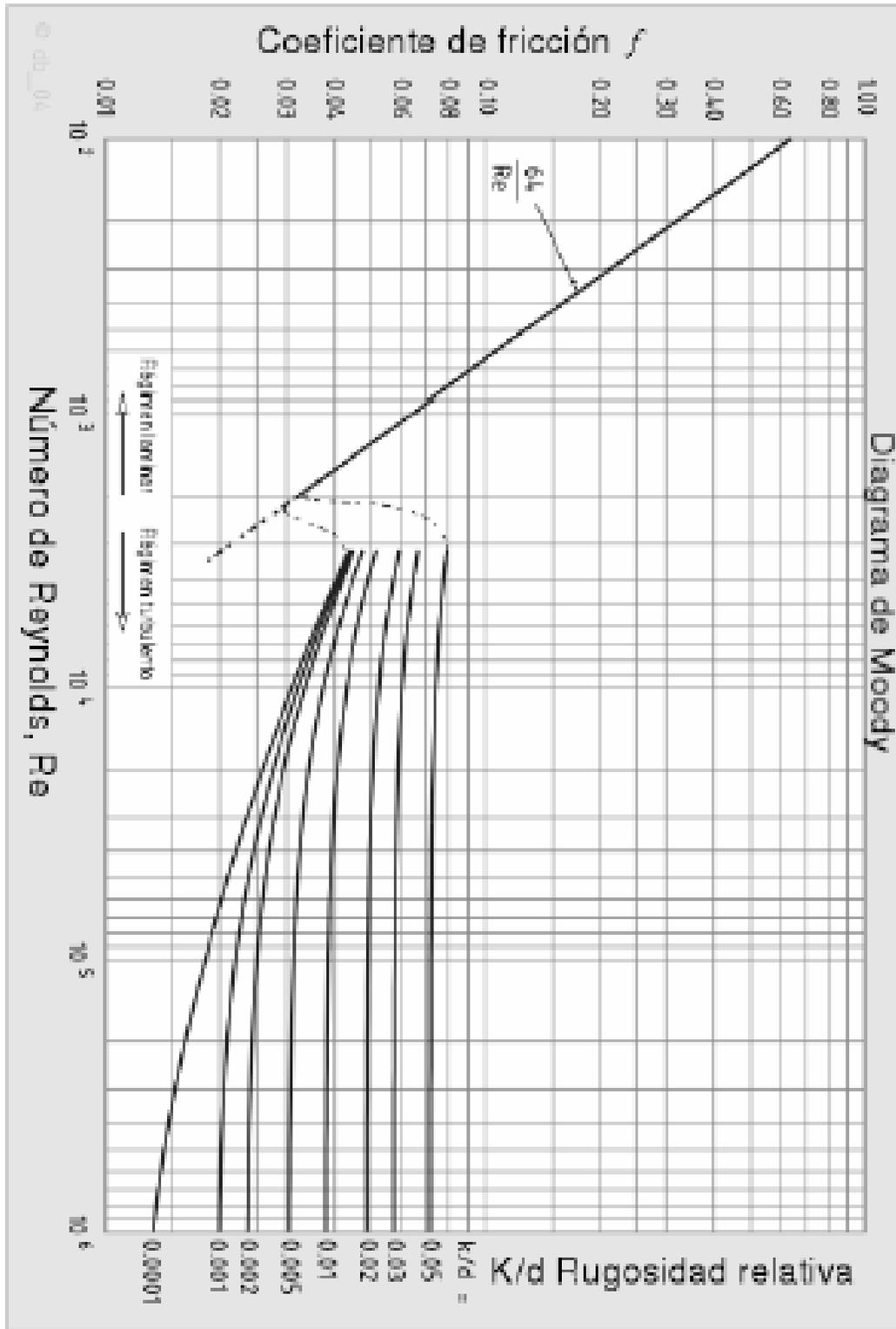
ANEXO A

Tipo de area para ubicación de extinción tabla 7a		
ALMACENES GENERALES		
Oficina recepcion y entrega	Polvo ABC	6.0 Kg.
Guarda en anaqueles		
Estiba		
AREAS		
TIENDAS PARA EMPLEADOS		
Oficinas	Polvo ABC	6.0 Kg.
Cajas registradoras		
Control de acceso		
Devoluciones		
Zonas de autoservicio		
Comedor		
Cuarto de maquinas		
Zona de cajones y basura		
Control general de mercancia	Polvo ABC	5.0, 6.0 Kg.
Bodegas	Bioxido de carbono	4.5 Kg.
Preparacion		
Refrigeracion		
CENTROS DEPORTIVOS		
Oficinas	Polvo ABC	6.0 Kg.
Salas de espera		
Servicio medico		
Juegos infantiles		
Juegos de mesa		
Gimnasio		
Casa de maquinas		
CENTROS DE SEGURIDAD SOCIAL		
Oficinas	Polvo ABC	6.0 Kg.
Bodega		
Biblioteca		
Aulas audiovisuales		
Aulas de jugueteria, corte y confección		
Pintura y modelado		
Teatro		
Gimnasio		
Aula de danza y coro		
Casa de maquinas		
Subestación eléctrica		
Auditorio		
Talleres varios		
Aulas de cocina y cultura estetica	Bioxido de carbono	4.5 Kg.
Talleres de soldadura y electricidad		
Estancia infantil		
Cafeteria		
Caseta de proteccón		

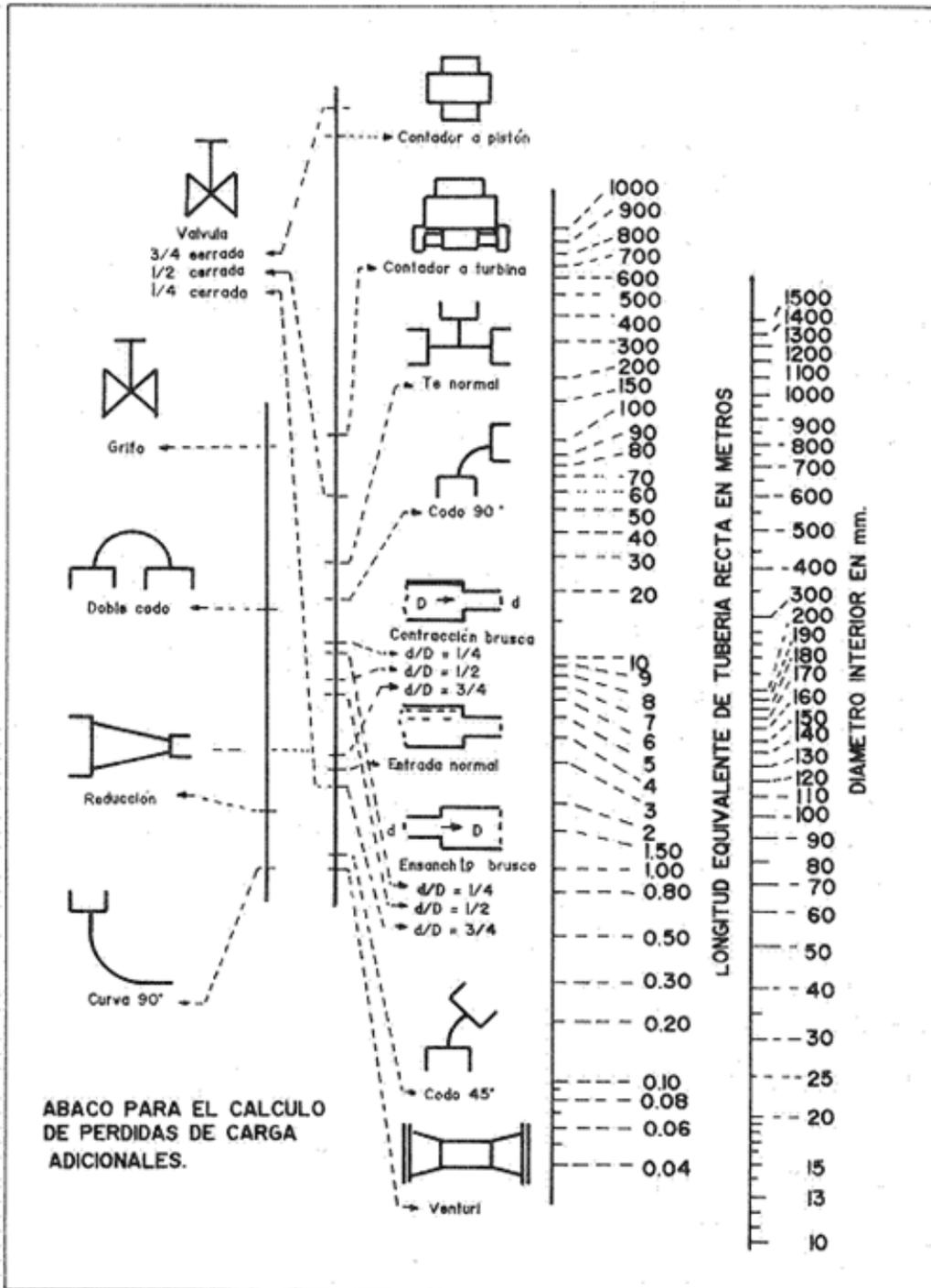
ANEXO A

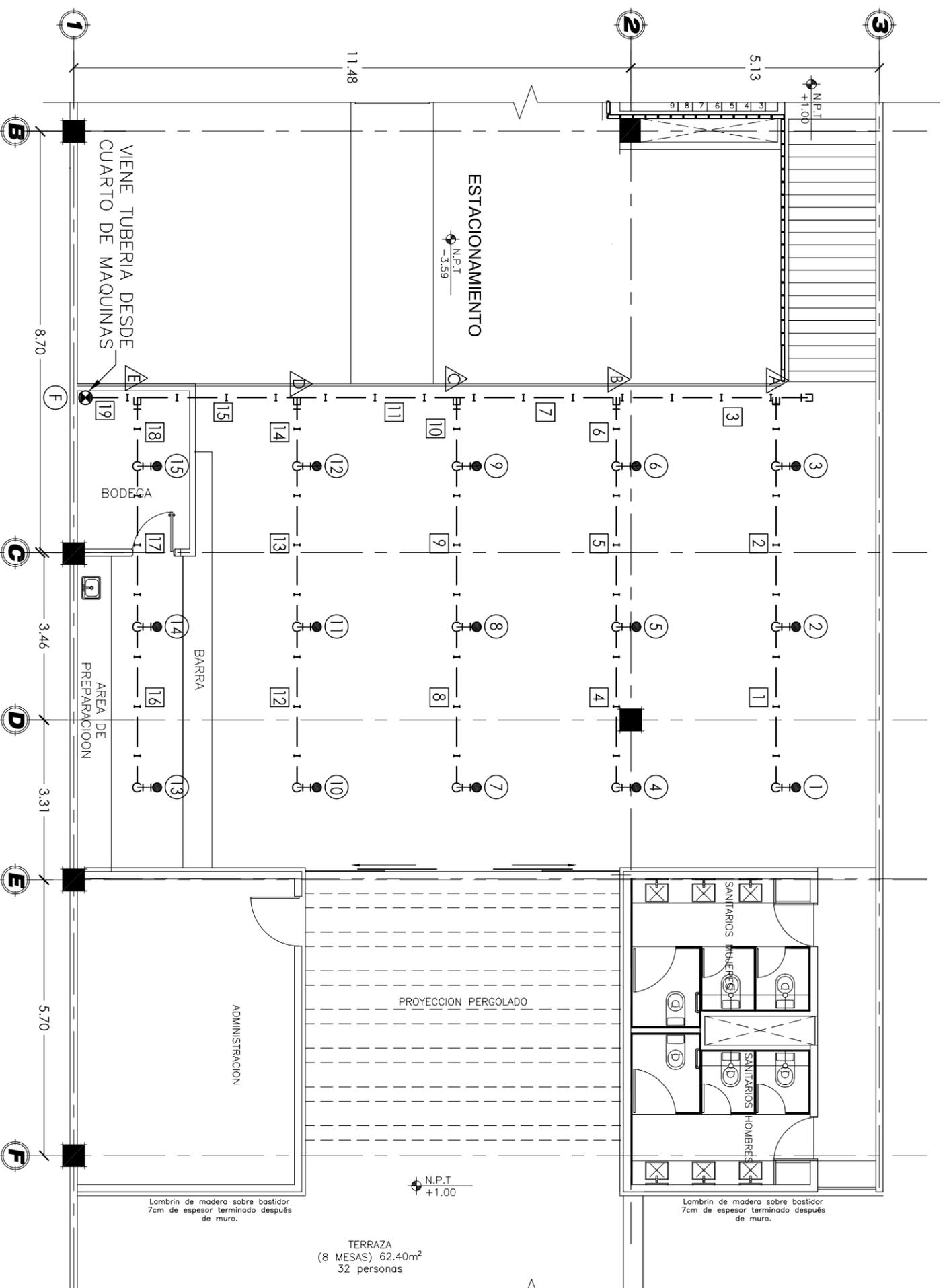
Tipo de area para ubicación de extinción tabla 7a		
GUARDERIAS		
Vestibulo principal	Polvo ABC	6.0 Kg.
Oficinas		
Lactantes		
Materiales		
Roperia		
Talleres de conservación		
Bodega		
Cuarto de maquinas		
Dietologia	Bioxido de carbono	4.5 Kg.
Comedor y sala de descanso		
HELIPUERTO		
Recepción y salida de unidades	Polvo ABC	6.0 Kg.
VELATORIO		
Vestibulo principal	Polvo ABC	6.0 Kg.
Oficinas		
Sala de exhibición de ataudes		
Sala de espera		
Sala de velación		
Almacen		
Taller de conservación		
Preparación de cadaveres		
Caseta de vigilancia		
Cuarto de maquinas		
Cafeteria	Bioxido de carbono	4.5 Kg.
Servicios complementarios		
CENTROS VACACIONALES		
Oficinas	Polvo ABC	6.0 Kg.
Bodega de utensilios de campismo		
Comedor		
Almacen		
Zona de juegos de mesa		
Zona de estar y baile		
Cabañas		
Tiendas de autoservicios		
Casa de maquinas	Polvo ABC	9.0 Kg.
Cocina	Bioxido de carbono	4.5 Kg.
Primeros auxilios		

ANEXO B (Diagrama de Moody)



ANEXO C, Monograma para la determinación de longitud equivalente



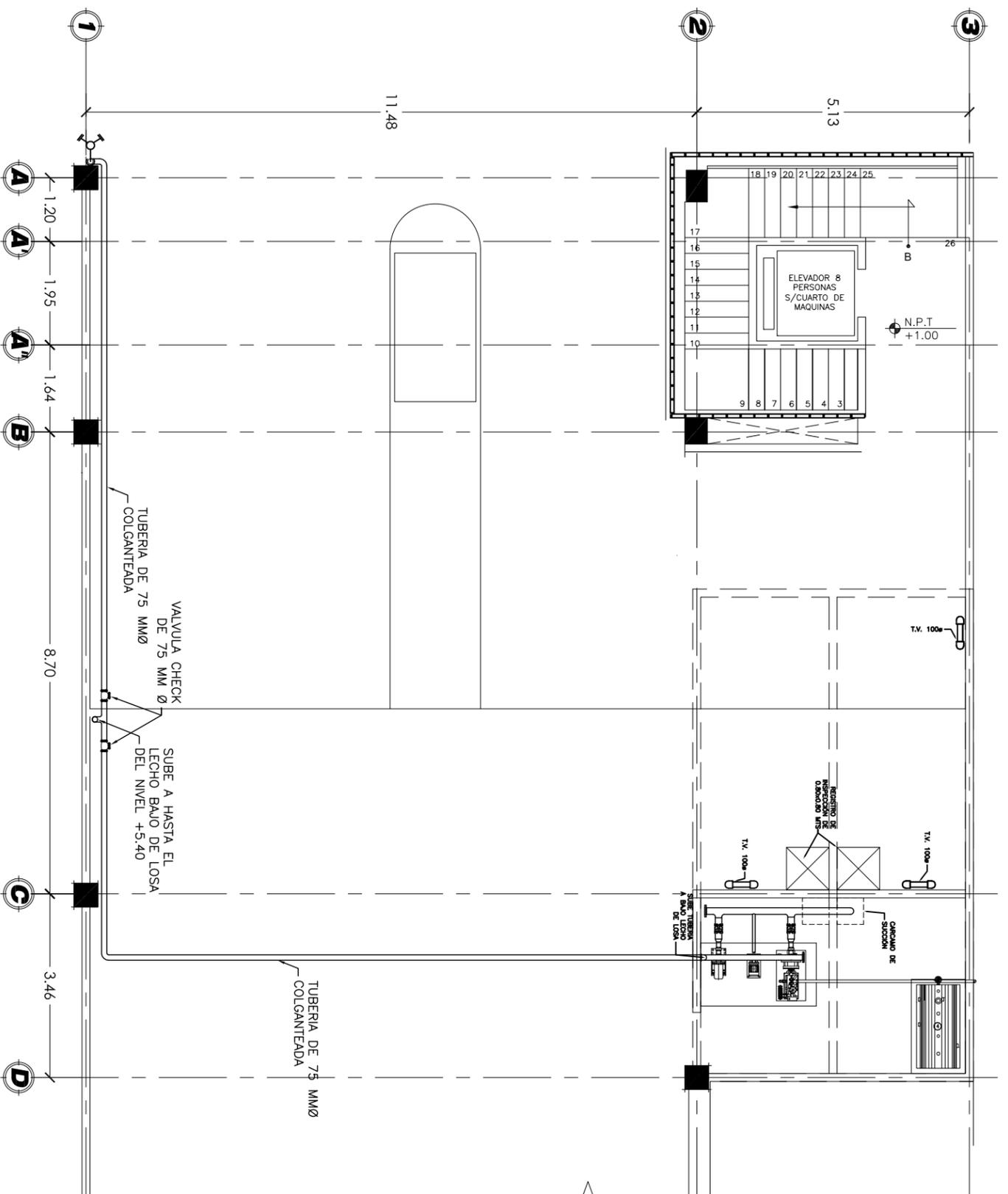


SIMBOLOGIA	
	NUMERO DE CIRCUITO
	NUMERO DE ROCIADOR
	NUMERO DE TRAMO
	TUBERIA DE ACERO AL CARBON PARA RED DE PROTECCION CONTRA INCENDIO
	CODO DE SUBE
	ROCIADOR AUTOMATICO
	TEE ROSCADO
	TAPON ROSCADO
	COLUMNA DE AGUA PRINCIPAL

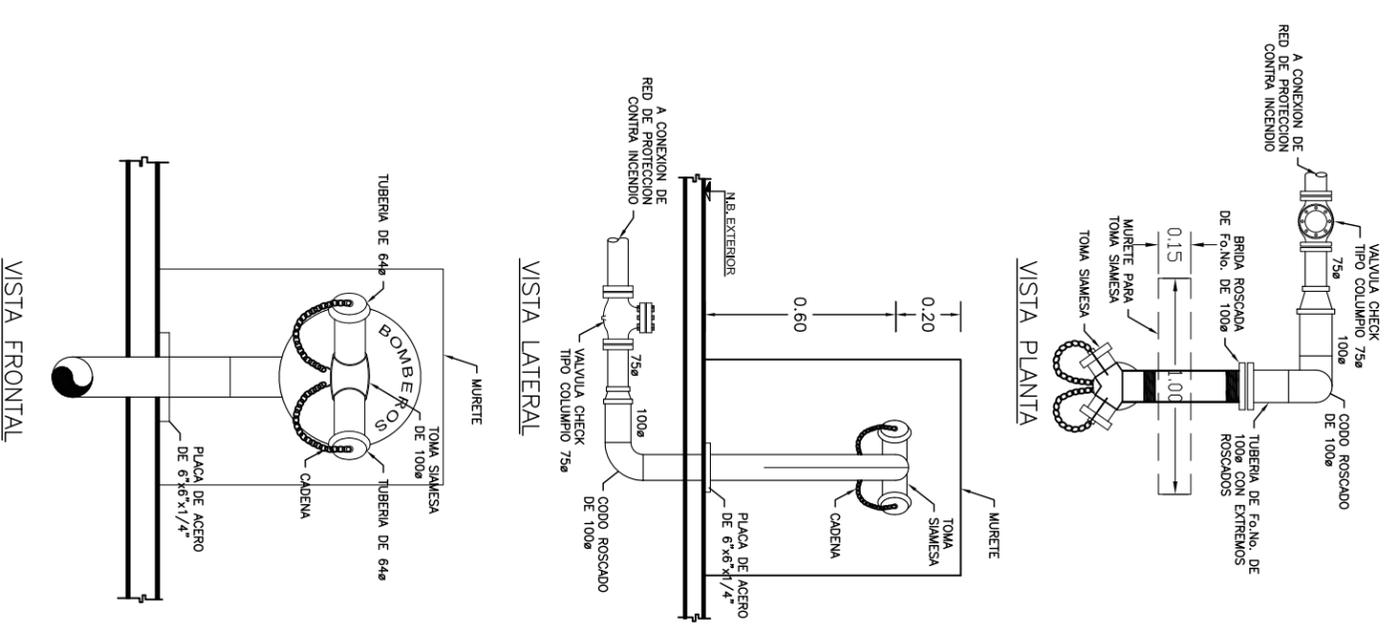
PLANTA ALTA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECÁNICA Y ELÉCTRICA, U.P.A.

ESC: 1 : 100	ACOT: METROS	FECHA: JUN 2011	ASESOR: ING. J. SANTANA VILLAREAL	REALIZO: RAFAEL URIBE GONZALEZ
PROYECTO DE TESIS: SISTEMA DE BOMBEO PARA LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO A BASE DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS PARA UN RESTAURANTE				
CONTENIDO: ANÁLISIS DE TRAMOS Y CIRCUITOS				
PLANO:				ANEXO No. D
CLAVE				D

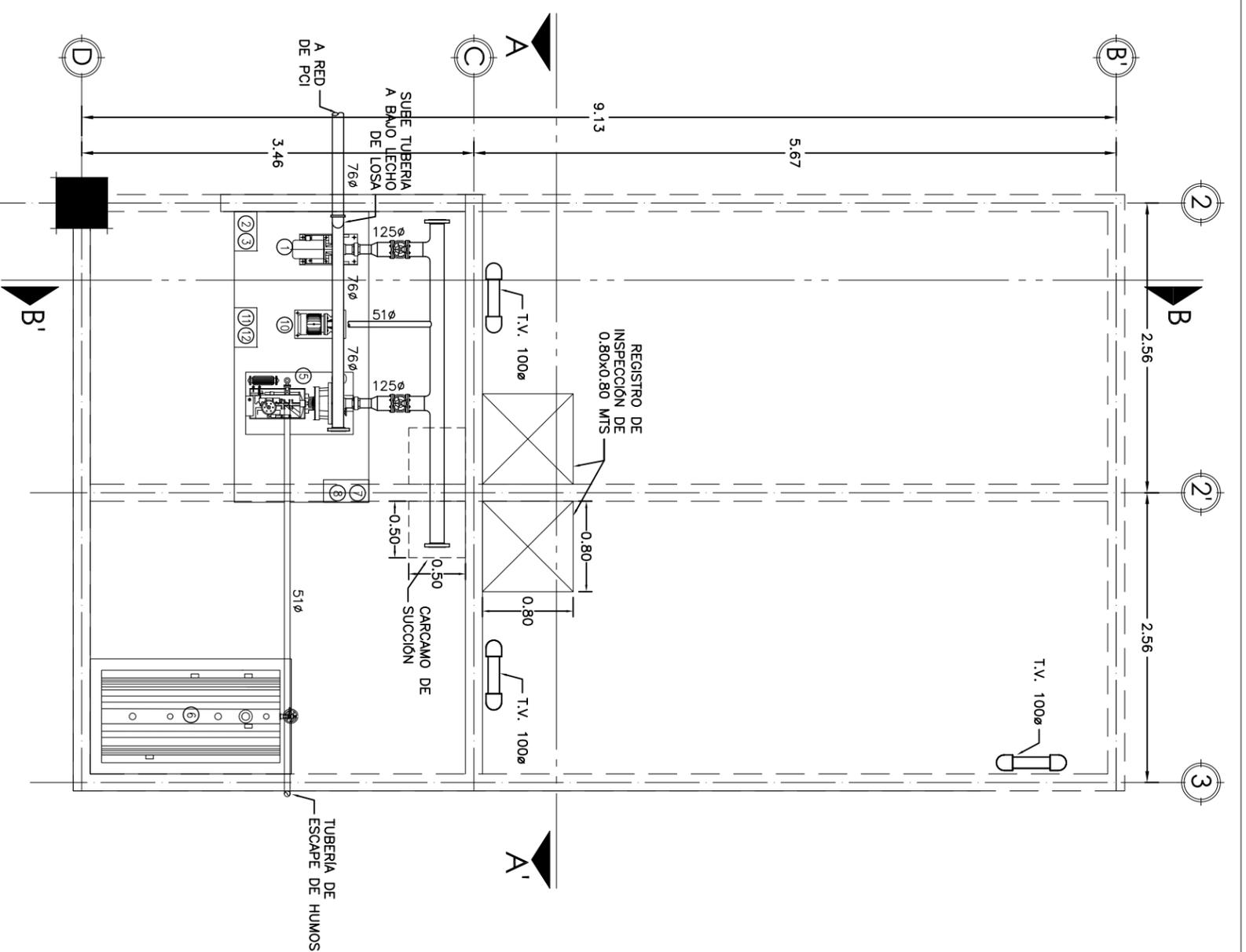


PLANTA BAJA



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECÁNICA Y ELÉCTRICA, U.P.A.

ESC: 1 : 100	ACOT: METROS	FECHA: JUN 2011	ASESOR: ING. J. SANTANA VILLAREAL	REALIZO: RAFAEL URIBE GONZALEZ
PROYECTO DE TESIS: SISTEMA DE BOMBEO PARA LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO A BASE DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS PARA UN RESTAURANTE			PLANO: ANEXO E	
CONTENIDO: UBICACIÓN DE TOMA SIAMESA			CLAVE E	



CUARTO DE MAQUINAS

LISTA DE MATERIALES

PART	CANT	UNID	C O N C E P T O
1	1	PZA.	MOTORBOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL MARCA AURORA PIGSA ISO 9001:2000 MOD. 2 X 2-1/2 X 10 341, CON SUCCION BRIDADA AL FINAL DE 76 MM (3") Y DESCARGA BRIDADA POR ARRIBA DE 64 MM (2 1/2"). ACOPLADA DIRECTAMENTE A MOTOR ELECTRICO HORIZONTAL DE 25 HP. A 3550 RPM. 60/3/230 VOLTS
2	1	PZA.	TABLERO DE FUERZA Y CONTROL MARCA PIGSA ISO 9001:2000 MOD. TBSCI-230 C, PARA TRABAJAR CON CORRIENTE ALTERNA DE 60 CICLOS, 3 FASES, 230 VOLTS, EL CUAL CONTIENE LO SIGUIENTE: UN GUARDAMOTOR CON PROTECCION CONTRA CORTO CIRCUITO Y SOBRECARGA PARA MOTOR DE 30 HP. UN CONTROL MOD. CBSCL, SELECTOR DE OPERACION MANUAL/FUERA/AUTOMATICO, TODO CONTENIDO EN UN GABINETE NEMA 1.
3	1	PZA.	INTERRUPTOR DE PRESION MCA. DANFOSS MOD. KP136 DE 4 A 12 KG/CM2.
4	1	PZA.	MANÓMETRO DE GLICERINA DE 0 - 150 PSI (0 - 10 KG/CM2) CON UNA CARÁTULA DE 2 1/2" DE DIAMETRO Y UNA CONEXION DE 1/4" NPT ROSCADA.
5	1	PZA.	BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL MARCA AURORA PIGSA ISO 9001:2000 MOD. 2 X 2-1/2 X 10-831, CON SUCCION AXIAL BRIDADA DE 76 MM (3") Y DESCARGA POR ARRIBA BRIDADA DE 64 MM (2-1/2"), EQUIPADA CON SELLO DE ESTOPEO, ACCIONADA DIRECTAMENTE A MOTOR DE COMBUSTION A DIESEL MARCA LISTER PETER MOD. LPFM410 DE 41 HP A 3500 RPM A.N.M.,
6	1	PZA.	TANQUE PARA COMBUSTIBLE, DOBLE BANCO DE BATERIAS CON JUEGO DE CABLES, ADEMAS EL MOTOR ESTÁ EQUIPADO CON UN PANEL DE INSTRUMENTACION QUE INCLUYE TACOMETRO, AMPERIMETRO, SENSOR DE PRESION DE ACEITE, SENSOR DE TEMPERATURA, HORÓMETRO, SELECTORES DE OPERACION Y BOTONES DE MARCHA, EL SISTEMA DE ENRIAMIENTO DEL MOTOR ES MEDIANTE RADIADOR, CONTIENE UN TUBO DE ESCAPE CON SILENCIADOR.
7	1	PZA.	TABLERO DE CONTROL MARCA PIGSA ISO 9001:2000 MOD. TAMCI- LISTER PETER EQUIPADO, CONTENIENDO LO SIGUIENTE: 2 CARGADORES PARA MANTENER EN FLOTACION LAS BATERIAS 2 VOLMETROS Y 2 AMPERMETROS 1 LUZ PILOTO POR FALLA DE: ALTA TEMPERATURA, SOBREVOLTAJIDAD, BAJA PRESION DE ACEITE, ARRANQUE, ENCENDIDO AUTOMATICO. 1 SELECTOR DE OPERACION M/F/A 1 MICROCONTROLADOR MOD. CAMCCI, EL CUAL REALIZA HASTA 6 INTENTOS DE ARRANQUE AL MOTOR CUANDO SE DETECTA BAJA PRESION EN LA RED, SI DESPUES DE ESTO NO SE CONFIRMA EL ARRANQUE SE DETECTA LA FALLA POR MEDIO DE UNA ALARMA AUDIOVISUAL, TIENE ADEMAS RETARDO AL PARO DE 30 SEG. 1 RELOJ PROGRAMADOR SEMANAL A DIFERENTES HORAS PARA LA PRUEBA AUTOMATICA 1 GABINETE NEMA 1.
8	1	PZA.	INTERRUPTOR DE PRESION MCA. DANFOSS MOD. KP136 DE 4 A 12 KG/CM2.
9	1	PZA.	MANÓMETRO DE GLICERINA DE 0 - 150 PSI (0 - 10 KG/CM2) CON UNA CARÁTULA DE 2 1/2" DE DIAMETRO Y UNA CONEXION DE 1/4" NPT ROSCADA.
10	1	PZA.	MOTORBOMBA TIPO TURBINA REGENERATIVA MARCA AURORA PIGSA ISO 9001:2000 MOD. AV-4, DE 1 PASO, CON SUCCION LATERAL ROSCADA DE 32 MM (1 1/4") Y DESCARGA POR ARRIBA ROSCADA DE 32 MM (1 1/4"), EQUIPADA CON SELLO MECANICO, ACOPLADA DIRECTAMENTE A UN MOTOR ELECTRICO DE 1.5 HP. A 3500 RPM. 60/3/230 VOLTS.
11	1	PZA.	TABLERO DE FUERZA Y CONTROL MARCA PIGSA ISO 9001:2000 MOD. TBSCI-22 R, PARA TRABAJAR CON CORRIENTE ALTERNA DE 60 CICLOS, 3 FASES, 230 VOLTS, EL CUAL CONTIENE LO SIGUIENTE: UN GUARDAMOTOR CON PROTECCION CONTRA CORTO CIRCUITO Y SOBRECARGA PARA MOTOR DE 2 HP. UN CONTROL MOD. CBSCL, SELECTOR DE OPERACION MANUAL /FUERA /AUTOMATICO, TODO CONTENIDO EN UN GABINETE NEMA 1.
12	1	PZA.	INTERRUPTOR DE PRESION MCA. DANFOSS MOD. KP136 DE 4 A 12 KG/CM2.
13	1	PZA.	MANÓMETRO DE GLICERINA DE 0 - 150 PSI (0 - 10 KG/CM2) CON UNA CARÁTULA DE 2 1/2" DE DIAMETRO Y UNA CONEXION DE 1/4" NPT ROSCADA.

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECÁNICA Y ELÉCTRICA, U.P.A.

ESC: 1 : 75

ACOT: METROS FECHA: JUN 2011 ASESOR: ING. J. SANTANA VILLAREAL

REALIZO: RAFAEL URIBE GONZALEZ

PROYECTO DE TESIS:

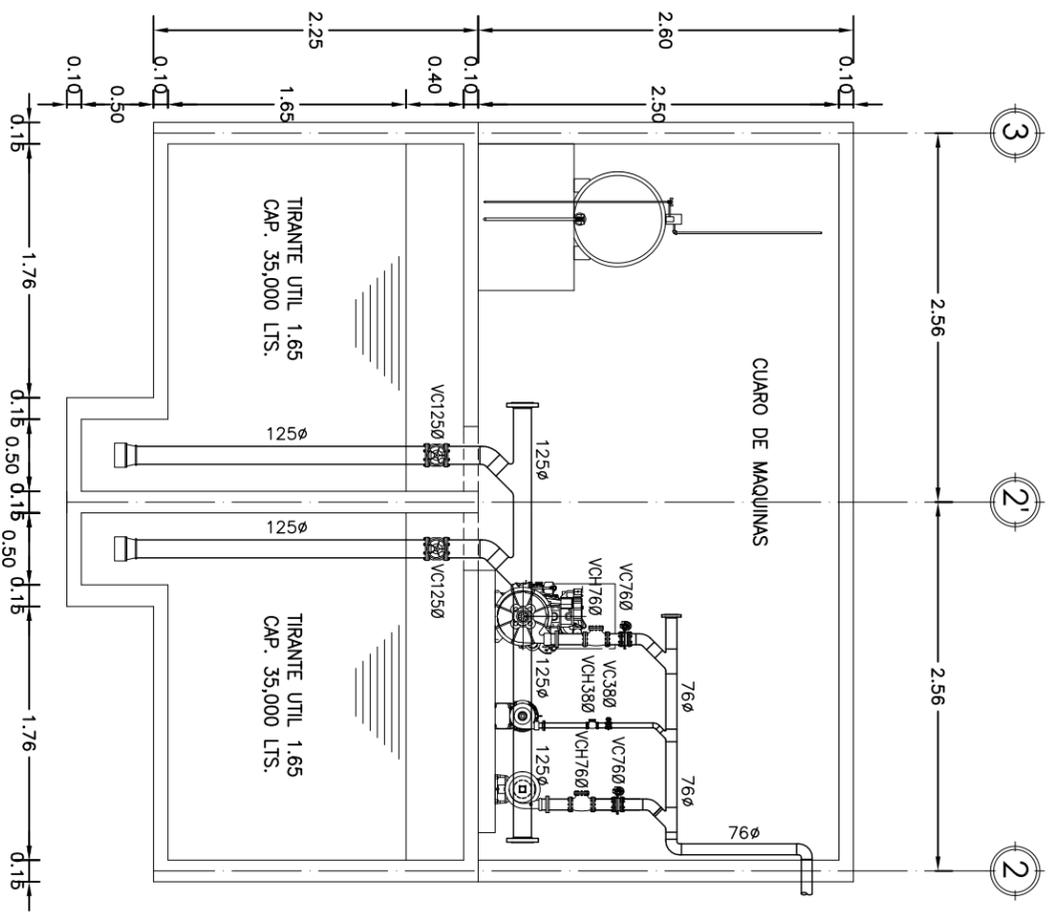
SISTEMA DE BOMBO PARA LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO A BASE DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS PARA UN RESTAURANTE

PLANO:
ANEXO F

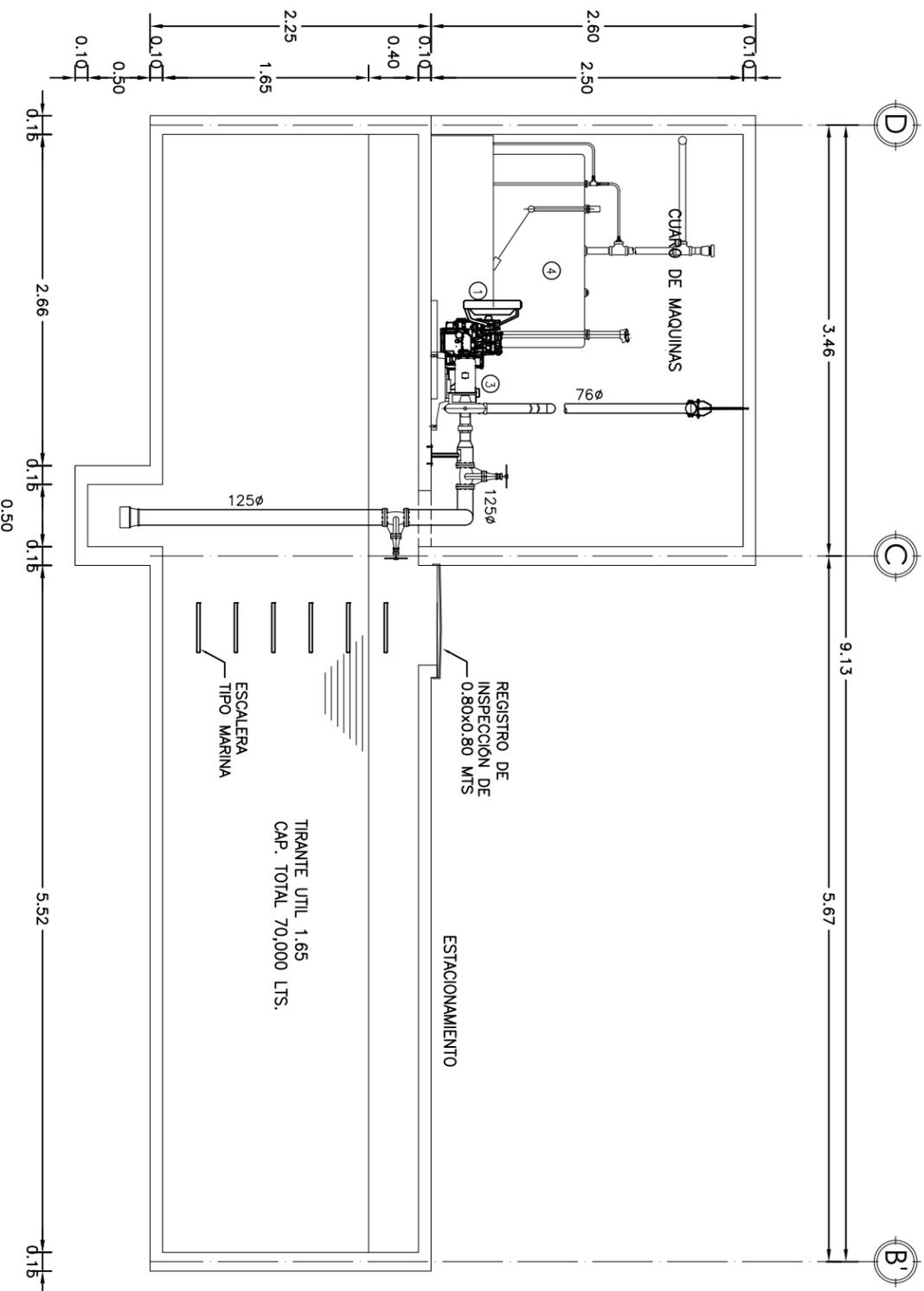
CONTENIDO:

CUARTO DE MAQUINAS (PLANTA)

CLAVE
F



CORTE TRANSVERSAL A-A'



CORTE LONGITUDINAL B-B'

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECÁNICA Y ELÉCTRICA, U.P.A.			
ESC: 1 : 75	ACOT: METROS	FECHA: JUN 2011	ASESOR: ING. J. SANTANA VILLAREAL
PROYECTO DE TESIS: SISTEMA DE BOMBO PARA LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO A BASE DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS PARA UN RESTAURANTE		REALIZO: RAFAEL URIBE GONZALEZ	
CONTENIDO: CUARTO DE MAQUINAS (CORTES)		PLANO: ANEXO G	CLAVE G



5 COSTO-BENEFICIO

5.1.1 Catalogo de conceptos y costos.

COTIZACION DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO, DEL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO					
PART.	Concepto	Unidad	Cant.	Precio	Importe
	EQUIPO DE BOMBEO ELECTRICO				
	BOMBA PRINCIPAL				
1	Motobomba centrífuga horizontal marca AURORA PICSA ISO 9001:2000 mod. 2½ X 3 X 9-341, acoplada directamente a motor eléctrico horizontal de 30 HP. a 3500 RPM. 60/3/230 Volts	PZA	1.00	\$31,895.00	\$31,895.00
2	Tablero de fuerza y control marca PICSA ISO 9001:2000 mod. TBSCI-230 C, de 60 ciclos, 3 fases, 230 volts, con un guardamotor con proteccion contra corto circuito y sobrecarga para motor de 30 HP, un control mod. CBSCI, selector de operación Manual/Fuera/Automático, todo contenido en un gabinete NEMA 1.	PZA	1.00	\$10,846.00	\$10,846.00
3	Interruptor de presión Mca. DANFOSS Mod. KPI36 de 4 a 12 kg/cm2.	PZA	1.00	\$850.00	\$850.00
4	Manómetro de glicerina de 0 - 150 PSI (0 - 10 Kg/cm2) con una carátula de 2 ½" de diámetro y una conexión de ¼" NPT roscada.	PZA	1.00	\$300.00	\$300.00
	BOMBA JOCKEY				
5	Motobomba tipo turbina regenerativa marca AURORA PICSA ISO 9001:2000 Mod. AV-4, de 1 paso, equipada con sello mecánico, acoplada directamente a un motor eléctrico de 1.5 HP. a 3500 RPM. 60/3/230 Volts.	PZA	1.00	\$5,863.00	\$5,863.00
6	Tablero de fuerza y control marca PICSA ISO 9001:2000 mod. TBSCI-22 R, de 60 ciclos, 3 fases, 230 volts, el cual contiene lo siguiente: Un guardamotor con proteccion contra corto circuito y sobrecarga para motor de 2 HP, un control mod. CBSCI, selector de operación Manual/Fuera/Automático, todo contenido en un gabinete NEMA 1.	PZA	1.00	\$1,565.00	\$1,565.00
7	Interruptor de presión Mca. DANFOSS Mod. KPI36 de 4 a 12 kg/cm2.	PZA	1.00	\$850.00	\$850.00
8	Manómetro de glicerina de 0 - 150 PSI (0 - 10 Kg/cm2) con una carátula de 2 ½" de diámetro y una conexión de ¼" NPT roscada.	PZA	1.00	\$300.00	\$300.00

LISTADO DE PRECIOS PARA LOS EQUIPOS DE BOMBEO, DEL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA					
PART.	Concepto	Unidad	Cant.	Precio	Importe
	EQUIPO DE BOMBEO CON MOTOR DE COMBUSTION INTERNA				
9	Bomba centrífuga horizontal marca AURORA PICSA ISO 9001:2000 mod. 2-1/2 x 3 x 9-831, con succión axial bridada de 76 mm (3") y descarga por arriba bridada de 64 mm (2-1/2"), con sello de estopero, accionada a motor de combustión a diesel marca LISTER PETER mod. LPFW410 de 41 HP a 3500 RPM a.n.m., el cual incluye: Tanque para combustible, doble banco de baterías con juego de cables, además el motor está equipado con un panel de instrumentación que incluye tacómetro, amperímetro, sensor de presión de aceite, sensor de temperatura, horómetro, selectores de operación y botones de marcha, el sistema de enfriamiento del motor es mediante radiador, contiene un tubo de escape con silenciador.	PZA	1.00	\$140,405.20	\$140,405.20
10	Tablero de control marca PICSA ISO 9001:2000 mod. TAAMCI-LISTER PETER EQUIPADO, conteniendo lo siguiente: 2 Cargadores para mantener en flotación las baterías 2 Volmetros y 2 ampermetros 1 Luz piloto por falla de: Alta temperatura, sobrevelocidad, baja presión de aceite, arranque, encendido automático. 1 Selector de operación M/F/A 1 Microcontrolador mod. CAAMCI, el cual realiza hasta 6 intentos de arranque al motor cuando se detecta baja presión en la red, si después de esto no se confirma el arranque se detecta la falla por medio de una alarma audiovisual, tiene además retardo al paro de 30 seg. 1 Reloj programador semanal a diferentes horas para la prueba automática 1 Gabinete NEMA 1.	PZA	1.00	\$35,442.00	\$35,442.00
11	Interruptor de presión Mca. DANFOSS Mod. KPI36 de 4 a 12 kg/cm2.	PZA	1.00	\$850.00	\$850.00
12	Manómetro de glicerina de 0 - 150 PSI (0 - 10 Kg/cm2) con una carátula de 2 1/2" de diámetro y una conexión de 1/4" NPT roscada.	PZA	1.00	\$300.00	\$300.00
TOTAL:					\$229,466.20

COTIZACION DEMATERIAL PARA EL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO					
PART.	Concepto	Unidad	Cant.	Precio	Importe
	MATERIAL DE INSTALACION				
1	Tuberia de acero al carbon sin costura de 5" de diámetro (80 mm)	PZA	1.00	\$31,895.00	\$31,895.00
2	Tuberia de acero al carbon sin costura de 3" de diámetro (80 mm)	PZA	1.00	\$10,846.00	\$10,846.00
3	Tuberia de acero al carbon sin costura de 1-1/4" de diámetro (80 mm)	PZA	1.00	\$850.00	\$850.00
4	Tuberia de CPVC marca BlazeMaster de 2-1/2" de diametro	ml	1.00	\$213.47	\$213.47
5	Tuberia de CPVC marca MlazeMaster de 2" de diametro	ml	8.00	\$117.15	\$937.20
6	Tuberia de CPVC marca MlazeMaster de 1-1/2" de diametro	ml	59.00	\$78.20	\$4,613.80
7	Tuberia de CPVC marca MlazeMaster de 1-1/4" de diametro	ml	14.00	\$56.63	\$792.82
8	Tuberia de CPVC marca MlazeMaster de 1" de diametro	ml	55.00	\$36.40	\$2,002.00
9	Codo 90° galvanizado de 5"	PZA	2.00	\$1,905.50	\$3,811.00
10	Codo 90° de CPVC marca BlazeMaster de 1-1/4"	PZA	1.00	\$96.95	\$96.95
11	Valvula de compuerta de hierro bridada de 4" para 125 psi	PZA	2.00	\$8,464.00	\$16,928.00
12	Valvula de paso soldable de 1-1/4"	PZA	2.00	\$1,805.50	\$3,611.00
13	Valvula check de hierro 3"	PZA	2.00	\$9,004.00	\$18,008.00
14	Valvula de compuerta de hierro de 3"	PZA	2.00	\$4,774.00	\$9,548.00
15	Valvula check de hierro de 1-1/4"	PZA	1.00	\$1,793.50	\$1,793.50
16	Codo 45° de galvanizado de 3"	PZA	2.00	\$381.10	\$762.20
17	Codo 45° galvanizado de 1-1/4"	PZA	1.00	\$150.40	\$150.40
18	Yee de acero al carbon de 3"	PZA	2.00	\$1,170.00	\$2,340.00
19	Reduccion concentrica de acero al carbon de 3" A 1-1/4"	PZA	1.00	\$440.20	\$440.20
20	Tapon ciego de 3"	PZA	1.00	\$508.75	\$508.75
21	Valvula eliminadora de aire de 1"	PZA	1.00	\$345.25	\$345.25
22	Codo de 90° de CPVC 3"	PZA	5.00	\$868.15	\$4,340.75
23	Tee de CPVC de 3"	PZA	1.00	\$1,151.87	\$1,151.87
24	Rociador automatico tipo colgante de 15 mm de orificio K=80	PZA	15.00	\$412.00	\$6,180.00
25	Tee de CPVC 1"	PZA	5.00	\$175.13	\$875.65
26	Tee de CPVC de 1-1/2"	PZA	1.00	\$406.10	\$406.10
27	Adapatador macho de CPVC a broce roscable para recibir rociador de 1"	PZA	15.00	\$443.15	\$6,647.25
28	Codo de 90° de CPVC DE 1"	PZA	30.00	\$141.00	\$4,230.00
29	Codo de 90° de CPVC de 1-1/4"	PZA	2.00	\$181.25	\$362.50
30	Tee de reduccion de CPVC de 1-1/4 x 1" x 1-1/4"	PZA	5.00	\$288.00	\$1,440.00
31	Tee de reduccion de CPVC de 1-1/2"x1-1/4"x 1-1/2"	PZA	1.00	\$348.25	\$348.25
32	Tee de reduccion de CPVC de 2" x 1-1/2 x 2"	PZA	2.00	\$552.63	\$1,105.26
33	Tee de reduccion de CPVC de 2-1/2 x 2" x 2-1/2"	PZA	1.00	\$741.13	\$741.13
34	Tee de reduccion de CPVC de 1-1/4" - 1"	PZA	2.00	\$157.20	\$314.40
35	Reduccion galvanizado de 5" a 4"	PZA	2.00	\$1,211.75	\$2,423.50
36	Reduccion de 1-1/2" a 1-1/4"	PZA	1.00	\$176.63	\$176.63
37	Reduccion Bushing de 2-1/2 A 2"	PZA	1.00	\$228.40	\$228.40
38	Tapon ciego macho de 1-1/4"	PZA	1.00	\$90.20	\$90.20
TOTAL					\$141,555.43

5.1.2 Costo total de equipos y materiales.

COSTO TOTAL PARA EL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO					
PART.	Concepto	Unidad	Cant.	Precio	Importe
1	Equipo: bombas contra incendio (Diesel, Eléctrica y Jockey) y tableros de control, aprobado por UL/FM	PZA	1.00	\$229,466.20	\$229,466.20
2	Materiales: Tuberías, valvulas, codos, tee, yee, rociadores	PZA	1.00	\$141,555.43	\$141,555.43
TOTAL					\$371,021.63

5.1.3 Beneficio.

5.1.3.1 Beneficio Social.

La implementación de este sistema da la seguridad a todas las personas que por alguna razón se encuentren en el inmueble, ya sea, empleados, comensales, aquellas personas que circulen por las cercanías y/o las construcciones colindantes, ya que puede evitar que el fuego se propague, y de esta manera evitar pérdidas humanas y por consiguiente también las materiales

5.1.3.2 Beneficio Ambientales.

Por la aplicación de este sistema de protección contra incendio, se está limitando que se propague el incendio a las edificaciones colindantes y con ello reducir las emisiones tóxicas y de esta manera contribuir con el cuidado del medio ambiente.

CONCLUSIONES

La razón de este trabajo de tesis es la de elegir el sistema de protección contra incendio para salvaguardar la integridad humana, atendiendo al tipo de riesgo que presenta el inmueble como ya se estudio previamente, en la cual se aplicaron los requerimientos de de las normatividades vigentes.

De los diferentes sistemas de protección contra incendio tales como: sistema de hidrantes, sistema rociadores de agua automáticos, sistema de rociadores a base de espuma, sistema de extinción a base de polvo químico seco, sistema de supresión, se realizo el análisis de cada uno de los sistemas para determinar que sistema debería implementarse para cubrir la necesidad de salvaguardar la integridad humana.

Se opto por implementar el sistema de rociadores automáticos, porque este sistema actúa de forma segura con la implementación de una válvula de alarma la cual hace actuar todo el sistema cuando hay depresión en la red, también se complementa con el sistema de detección de incendio tales como detector de humos, detección de temperatura, la cual esta conectada por dispositivos a la válvula de alarma para actuar en cuanto se detecte cualquier anomalía, también puede operar de manera manual esto es posible por la acción de válvulas de compuerta, es una manera segura y facial de operar, no requiere mano de obra calificada para mantenimiento.

La mecánica de fluidos como ya hemos comprobado es de gran importancia para todos aquellos cálculos donde interviene algún tipo de fluido, por su viscosidad, temperatura, se ha puesto en práctica para determinar: gastos, velocidades, diámetros de tuberías, eficiencia energética en el cálculo y selección de equipo de bombeo.

BIBLIOGRAFIA

- Libro de mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas, segunda edición
Claudio Mataix, Editorial Castillo
- National Fire Protection Association
N.F.P.A.- 13 (Rociadores Automáticos)
N.F.P.A.- 20 (Equipos de Bombeo)
N.F.P.A.- 25 (Inspección, pruebas y mantenimiento)
N.F.P.A.- 30 (Líquidos inflamables)
N.F.P.A.- 101 (código de seguridad humana)
- Normas Técnicas Complementarias para el diseño y ejecución de obras e Instalaciones Hidráulicas, sección 2 Normas de diseño para el buen funcionamiento hidráulico 2.6.4
- IMSS Coordinación de Construcción y Equipamiento División de Proyectos Investigación y Cuadros Básicos,
Capítulo de Instalaciones Sanitarias, Hidráulicas y Especiales ND-01IMSS-1977
Protección Contra Incendio