



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

Disertación previa a la obtención del título de Ingeniero Civil

**Implementación de una red hídrica del sistema de prevención de incendios
en el Edificio Nuhouse**

Autor: Ider Andrés Mendoza Iglesias.

Director: Ing. Juan Carlos Moya. MSc.

Quito, agosto de 2015

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ingeniero **Ing. Juan Carlos Moya. MSc.**, tutor designado por la Universidad Internacional del Ecuador UIDE para revisar el Proyecto de Investigación Científica con el tema: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED HÍDRICA DEL SISTEMA DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS EN EL EDIFICIO NUHOUSE” del estudiante **Ider Andrés Mendoza Iglesias**, alumno de Ingeniería Civil, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos de fondo y los méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Comité Examinador designado por la Universidad.

Quito, agosto 7 del 2015

EL TUTOR



Ing. Juan Carlos Moya. MSc.
C.I. 171091908-3

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Yo, Ider Andrés Mendoza Iglesias, declaro que el trabajo de investigación denominado: IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED HÍDRICA DEL SISTEMA DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS EN EL EDIFICIO NUHOUSE es original, de mi autoría y exclusiva responsabilidad legal y académica, habiéndose citado las fuentes correspondientes y en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

Quito, agosto 7 del 2015



Ider Andrés Mendoza Iglesias

C.I. 131025341-2

DEDICATORIA

El presente trabajo quiero dedicarlo a todas las personas y familiares que de alguna u otra forma contribuyeron con mi formación académica, a mis queridos Padres a quien debo mi existencia, a mi esposa e hija por ser mi apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A lo largo de mi formación académica existieron un sin número de personas que contribuyeron de alguna u otra manera para finalizar con éxito esta etapa de mi vida. Por siempre los llevaré en mi corazón.

A Dios por todas sus bendiciones.

A mis queridos padres quienes con su esfuerzo y sacrificio me apoyaron en todo momento.

A mi amada esposa e hija que fueron una razón más para mi superación.

ÍNDICE

CAPÍTULO I	12
1.INTRODUCCIÓN	12
1.1 Antecedentes.....	13
1.2 Objetivos.....	14
1.2.1 Objetivo General.....	14
1.2.2 Objetivos Específicos.....	14
1.3 Hipótesis.....	15
CAPÍTULO II	16
2. MARCO REFERENCIAL.....	16
2.1 Teoría del fuego.....	16
2.1.1 El proceso de la combustión.....	16
2.1.2 El tetraedro del fuego.....	17
a. Combustible.....	19
b. Comburente.....	20
c. Calor.....	20
d. Reacción en cadena.....	20
2.2 Mecanismos de extinción.....	20
2.2.1 Retirada de aporte. Dilución.....	21
2.2.2 Sofocación.....	22
2.2.3 Enfriamiento.....	22
2.2.4 Inhibición.....	23
2.3 Tipos de fuego.....	23
2.4 Conceptos básicos de la Hidráulica.....	26
2.4.1 Presión.....	27
2.4.2 Definición de caudal volumétrico y másico.....	31
2.4.3 Pérdidas de carga.....	32
2.4.4 Ecuación de la energía.....	34
2.4.5 Ecuación de Darcy - Weisbach.....	36
2.4.6 Coeficiente de fricción.....	38
2.4.7 Carga o Altura Dinámica Total de Bombeo (A.D.T).....	41
2.4.8 Potencia.....	44

2.4.9 Cabezal Neto de Succión (NPSH).....	44
2.5 Fundamentación legal.	45
2.5.1 Ordenanza 470	46
2.5.2 NFPA (National Fire Protection Association)	47
CAPÍTULO III	48
3. METODOLOGÍA.....	48
3.1 Situación actual.	51
3.2 Diseño de red hídrica a implementar	52
3.2.1 Riesgo derivado de la ocupación en la edificación.	52
3.2.2 Método de extinción a utilizar.....	53
3.2.3 Selección del sistema de supresión contra incendio.....	53
3.2.3.1 Sistema de Rociadores.	53
3.2.3.2 Sistema de Tubería Vertical y Manguera.	56
3.2.4 Determinación del caudal requerido.....	58
3.2.5 Cálculo del volumen de almacenamiento de agua.....	63
3.2.6 Cálculo de la Altura Dinámica Total (TDH).	63
3.2.7 Cálculo de la Potencia de la Bomba (P).....	70
3.2.8 Selección de la Bomba.	71
3.2.9 Dimensión y selección de tuberías.....	75
3.2.10 Conexión a Siamesa	77
3.3 Mapa de Riesgos, Recursos y Evacuación.	77
3.4 Programación y puesta en marcha.....	78
CAPÍTULO IV	80
4. PLAN DE MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN, ANÁLISIS DE COSTOS DE LOS SISTEMAS DISEÑADOS	80
4.1 Plan de mantenimiento de los sistemas diseñados.	80
4.1.1 Sistema de Rociadores.	81
4.1.2 Bombas de Incendio.	87
4.1.3 Sistema de Columna y Manguera.	93
4.2 Análisis de Costos.	94
4.3 Conclusiones.....	95
4.4 Recomendaciones.....	97

BIBLIOGRAFÍA	98
ANEXOS	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No.1 Coeficientes Hazen-Williams	41
Tabla No.2 Coeficientes Manning	41
Tabla No.3 Ficha de observación del sistema contra incendios instalado	51
Tabla No.4 Rangos de Temperatura, Clasificación de Temperatura y Códigos de Color.....	54
Tabla No.5 Detalles del rociador en las áreas de protección	55
Tabla No.6 Longitudes equivalentes de tubería de acero cedula 40.....	66
Tabla No.7 Longitudes equivalentes de tubería de acero cedula 40.....	67
Tabla No.8 Capacidades de bombas centrifugas contra incendio.....	71
Tabla No.9 Capacidades de bombas centrifugas contra incendio.....	72
Tabla No.10 Tabulación de tuberías para Riesgo Ordinario	75
Tabla No.11 Programación de obra para la implementación de la red hídrica.	79
Tabla No.12 Inspección, Prueba y Mantenimiento de sistemas de rociadores. NFPA.....	81
Tabla No.13 Inspección, Prueba y Mantenimiento frecuentes de Bombas de Incendios. NFPA.	87
Tabla No.14 Inspección, Prueba y Mantenimiento de Bombas de Incendios. NFPA.....	92
Tabla No.15 Inspección, Prueba y Mantenimiento de Bombas de Incendios. NFPA.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.1 Proceso de energía de activación.....	18
Figura No.2 Tetraedro del fuego.	19
Figura No.3 Factores sobre los que actúa los métodos de extinción	21
Figura No.4 Fuego clase A.....	23
Figura No.5 Fuego clase B.....	24
Figura No.6 Fuego clase C.....	24
Figura No.7 Fuego clase D.....	25
Figura No.8 Fuego de clase K.....	25
Figura No.9 Presiones absolutas y barométricas.	28
Figura No.10 Barómetro.	29
Figura No.11 Manómetros.....	29
Figura No.12 Presión estática en reposo y movimiento.	31
Figura No.13 Caudal másico.	31
Figura No.14 Caudal volumétrico.	32
Figura No.15 Esquema ecuación de la energía.	35
Figura No.16 Rugosidad en la pared de una conducción.....	39
Figura No.17 Diagrama de Moody.	39
Figura No.18 Metodología utilizada en el presente trabajo.	50
Figura No.19 Standard spray sprinklers	56
Figura No.20 Esquema de gabinete contra incendio (BIE) tipo 2.....	57
Figura No.21 Curva área/Densidad.....	59
Figura No.22 Descarga de agua de un rociador de 1/2" y 17/32" de orificio nominal.	60
Figura No.23 Ubicación del área de diseño.....	62
Figura No.24 Esquema de diseño (isométrico).	64
Figura No.25 Curva TDH vs Caudal (diseño bomba).....	73
Figura No.26 Curva de la bomba tipo vertical	74
Figura No.27 Características del sistema de montaje	76
Figura No.28 Esquema de montaje de tubería.....	76
Figura No.29 Conexión a Siamesa.....	77

RESUMEN

El presente trabajo pretende dar a conocer, los criterios y pasos necesarios que se requieren seguir para el diseño de una red hídrica en las edificaciones, así como también la importancia de su implementación basados en las normativas nacionales vigentes.

Se realiza el estudio tomando como ejemplo una edificación existente en donde se parte con el análisis de las condiciones y requerimientos actuales, reconociendo los riesgos presentes, infraestructura y el factor humano a precautelar, para luego determinar por medio de las normas y cálculos el sistema de extinción. Finalizamos con la determinación de los costos para su implementación la actualización del mapa de evacuación y las respectivas conclusiones y recomendaciones.

Palabras claves: Red hídrica

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

A nivel nacional el ámbito del reglamento de prevención, mitigación y protección contra Incendios son aplicados para los proyectos de Ingeniería Civil. Dentro de este campo cabe destacar los incendios en las edificaciones, los cuales tienen una alta incidencia causando daños irreparables tanto en vidas humanas como en pérdidas materiales. La magnitud de estos efectos dependerá al uso que esté destinando al edificio y de los elementos que esté formado el mismo.

Para los diversos usos que se le dé a una edificación sea esta nueva o existente se deberá tener en cuenta y aplicar la normativa de prevención de incendios, por tal motivo la presente tesis propone la implantación de una red hídrica en las instalaciones del edificio Nuhouse como complemento a su sistema de prevención contra incendios, la cual basará su diseño de acuerdo a la reglamentación nacional vigente.

El presente trabajo de investigación se desarrolla en los capítulos que describen sucintamente a continuación:

El CAPÍTULO II: Describe los fundamentos teóricos sobre la protección contra incendios, la Mecánica de Fluidos e Hidráulica básica que involucran el diseño y selección de los sistemas de bombeo para terminar con la revisión de la normativa legal vigente en prevención de incendios.

El CAPÍTULO III: Se lleva a cabo el diseño para la implementación de la red hídrica así como también su planeación y actualización de su mapa de riesgos, recursos y evacuación.

El CAPÍTULO IV: Se elabora la propuesta técnica del montaje, pruebas de operación y mantenimiento de los sistemas diseñados, con su respectivo análisis del presupuesto para la implementación del proyecto. Finalmente se establecen las conclusiones y recomendaciones del presente estudio.

1.1 Antecedentes.

Las diferentes actividades económicas que se desarrollan en la ciudad de Quito cada vez tiene una mayor demanda de proyectos inmobiliarios para satisfacer los distintos sectores de la industria. El sector turísticos es uno de ellos, que a falta de esta demanda adecuan las edificaciones existentes para cada actividad comercial.

Las adecuaciones en este tipo de edificaciones contemplan los trabajos que se deben desarrollar para establecer el negocio y todas las diversas adecuaciones que deberán realizarse para cumplir con las ordenanzas municipales.

Una de las ordenanzas municipales que se ha venido fortaleciendo a nivel nacional en los últimos años son en materia de prevención de incendios. En la actualidad una industria o edificación, para entrar en funcionamiento necesita el permiso de autoridades competentes que en el caso de la protección contra incendios es el Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito.

La edificación objeto de este estudio se construyó en el año de 1974 concebido para oficinas, edificada en un área de terreno de 700 m² de construcción mixta conformada de 5 plantas, en donde posteriormente se adecuaron sus instalaciones para operar un Hotel.

El edificio se encuentra localizado en la ciudad de Quito en las Calles Foch E6-12 y Reina Victoria.

Con fundamento en los antecedentes ya enunciados, se establece el problema por medio de las siguientes preguntas:

¿Está preparado el Hotel Nuhouse para enfrentar un incendio?, ¿ Tiene un sistema de red contra incendio disponible para tal caso?

El sistema contra incendios existente. ¿Tiene alcance y la cobertura requeridos para todas las zonas de las instalaciones?.

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo General.

Realizar la Implementación de la red hídrica del sistema de prevención de incendios en el edificio Nuhouse.

1.2.2 Objetivos Específicos.

- Analizar la reglamentación ecuatoriana respecto al sistema de prevención contra incendios.
- Evaluar el sistema contra incendios existente.
- Elaborar el mapa de riesgos, recursos y evacuación incorporando la red hídrica a instalar.
- Diseñar la red hídrica del sistema de prevención de incendios en las instalaciones de la edificación Nuhouse.
- Elaborar la propuesta técnico económica para su implementación.

1.3 Hipótesis.

La implementación de la red hídrica del sistema contra incendios del edificio Nuhouse permitirá reducir la siniestralidad y salvaguardar la vida de los usuarios.

Como resultado de la hipótesis planteada se identifica las siguientes variables:

Variable Independiente: a la implementación de una red hídrica, como
Variable Dependiente: reducir el grado de siniestralidad de la edificación.

CAPÍTULO II

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 Teoría del fuego.

El fuego es la manifestación visible de una reacción química conocida como combustión. Desde la prehistoria el hombre ha controlado el fuego, empleándolo en técnicas que van desde la alfarería, la metalurgia o la transformación de los alimentos. Hoy en día por medio de la combustión, podemos desplazarnos, generar electricidad o calentarnos, entre otras cosas.

La respiración de los seres vivos también es una combustión. Uno de los productos de la misma, el CO₂, es aprovechado por las plantas como fuente de energía durante la fotosíntesis. Este producto de la combustión se encarga de regular la temperatura de la Tierra evitando que la radiación solar se refleje en nuestro planeta y lo enfríe. Pero hoy en día, a causa del exceso en su emisión está provocando el calentamiento global.

Un incendio es una combustión no deseada y descontrolada, con efectos terribles para la actividad humana, su poder destructor es devastador. Uno de los retos, que desde la antigüedad ha tenido el hombre, es conocer el fuego y como poder extinguirlo. Suay (2010)

2.1.1 El proceso de la combustión.

La **combustión** es una reacción química exotérmica de una sustancia (o una mezcla de ellas) denominada **combustible**, con el oxígeno o sustancias que las contengan denominadas **comburentes**. La energía desprendida en la reacción hace que se calienten los productos gaseosos de la misma formándose lo que se

conoce como **llama**, que es una masa gaseosa a alta temperatura emitiendo luz y calor.

Los combustibles se clasifican teniendo en cuenta su estado de agregación en: sólidos (carbón o madera, etc), líquidos (gasolina, gasoil, etc.) y gaseosos (butano, gas natural, etc). Los **combustibles fósiles** son aquellos que provienen de restos orgánicos vegetales y animales, y se extraen de la naturaleza. Un ejemplo es el **petróleo**, que si bien es un combustible, no se utiliza directamente como tal, sino como materia prima de muchos combustibles, como la gasolina o el gasoil.

El comburente más empleado en la combustión es el oxígeno presente en el aire. Siendo la reacción química del tipo:

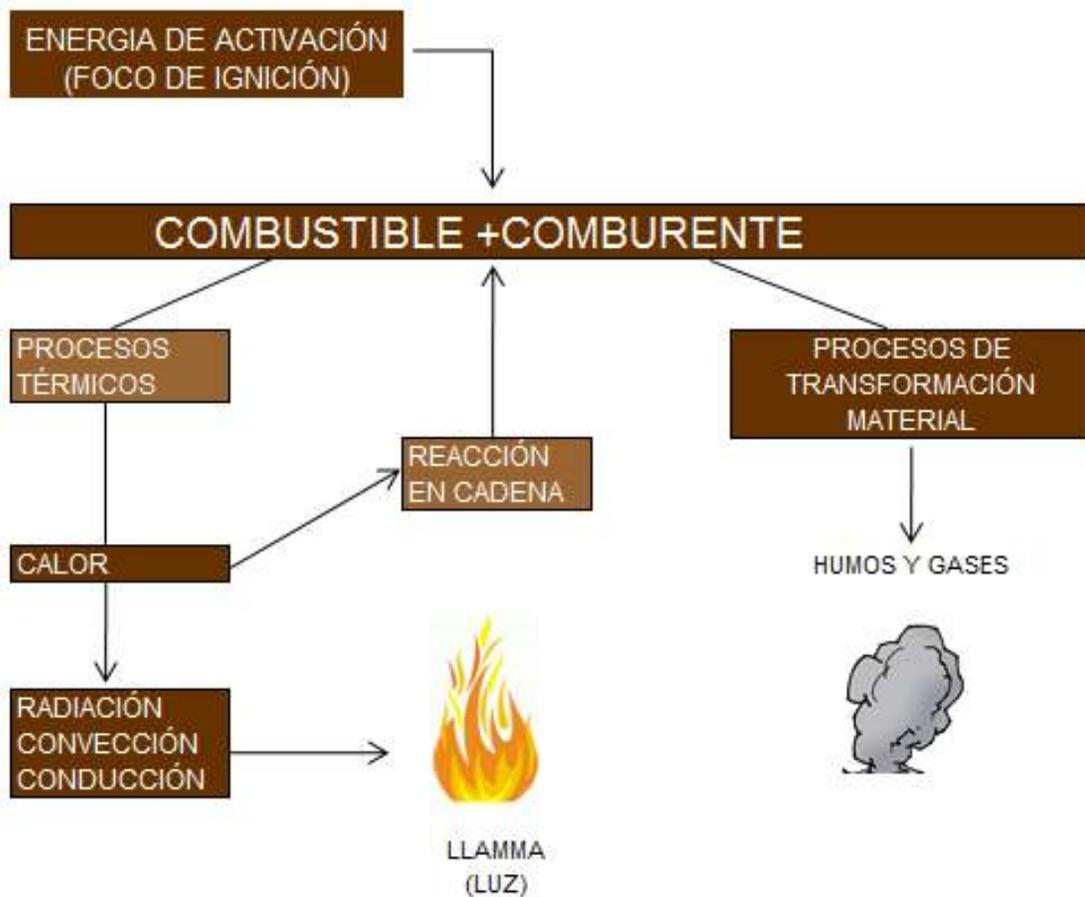


Como se indicó anteriormente, la combustión es una reacción exotérmica. Esto significa que durante la reacción se libera energía. La variación de energía que acompaña a la combustión completa de una cantidad de un compuesto se denomina **calor de combustión**.

2.1.2 El tetraedro del fuego.

La mezcla, en una determinada proporción, de **comburente** y **combustible**, no entra en ignición, al menos que se le suministre una **energía de activación**, proporcionada por un foco de ignición. Una vez iniciada una combustión se producen dos procesos distintos: uno que llamaremos térmico y otro de transformación material.

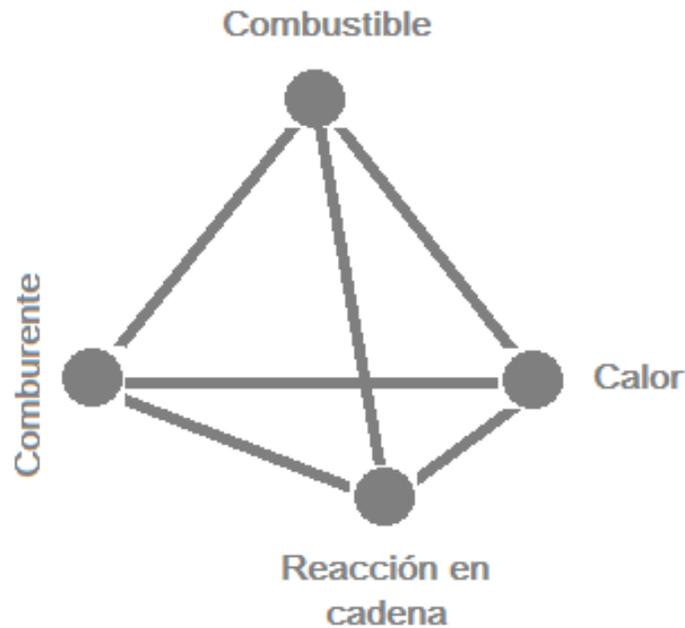
Figura No.1 Proceso de energía de activación.



Fuente: Suay (2010).

Por el proceso térmico entendemos el desprendimiento de **calor**. Parte del se disipa en el entorno por medio de radiación (llama), convección y conducción. Para que la reacción se mantenga, parte de este calor debe "calentar" el comburente y el combustible, generando los radicales libres, a este proceso se denomina **reacción en cadena**.

Figura No.2 Tetraedro del fuego.



Fuente: Suay (2010).

Estos conceptos se suelen resumir en lo que se conoce como **tetraedro del fuego**, donde se presentan los cuatro componentes necesarios para que exista una combustión. Eliminando uno de los vértices del tetraedro, la combustión se extingue.

a. Combustible.

Sustancia que en presencia de oxígeno y aportándole una cierta energía, es capaz de arder, los combustibles pueden clasificarse, según su naturaleza:

- Sólidos: Carbón mineral, madera, papel, textiles, etc.
- Líquidos: Gasolina, alcohol, diesel, etc.
- Gaseoso: Gas natural, propano, butano, hidrógeno, metano, etc.

b. Comburente.

Es la sustancia que permite el inicio y desarrollo de la combustión. El más común es el oxígeno, presente en la composición del aire (21%). Existen otros comburentes menos usuales, como el nitrato de potásico (KNO_3), componente indispensable de la pólvora, el clorato potásico (KClO_3) o los percloratos, que son las sales del ácido perclórico HClO_4 . Estos compuestos pueden liberar oxígeno en condiciones favorables.

c. Calor.

Es la mínima temperatura a que una sustancia (sólida o líquida) debe ser calentada a fin de iniciar una combustión que se sostenga por sí misma independientemente de fuentes externas de calor.

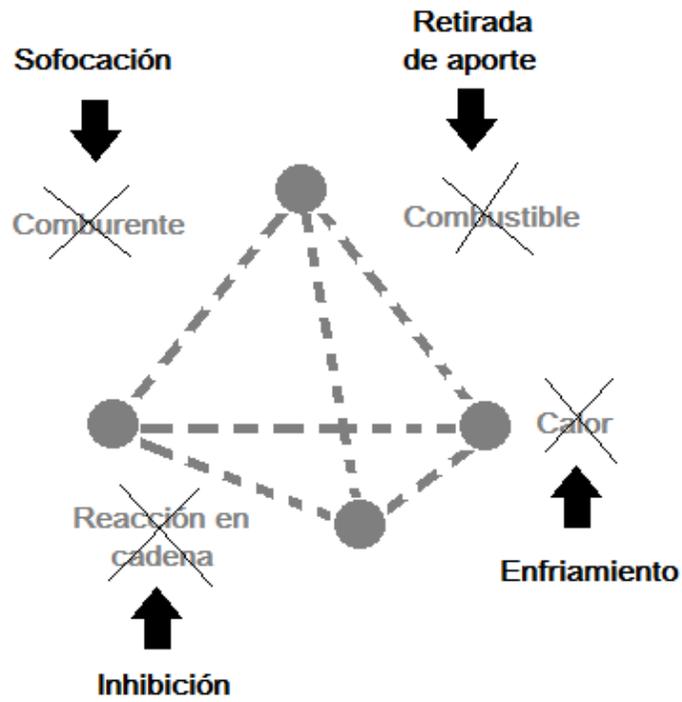
d. Reacción en cadena.

Esta es una reacción autosuficiente que produce energía o productos que pueden causar reacciones ulteriores de la misma clase.

2.2 Mecanismos de extinción.

Los agentes extintores actúan sobre los vértices del **tetraedro del fuego**, eliminando uno o varios de los cuatro vértices que lo forman (**el combustible, el comburente, el calor y la reacción en cadena**), ya que para que se mantenga un fuego, es necesario que coexistan todos los vértices del tetraedro.

Figura No.3 Factores sobre los que actúa los métodos de extinción



Fuente: Suay. (2010)

Según el factor sobre el que actúa los métodos de extinción son:

2.2.1 Retirada de aporte. Dilución

El fuego precisa, para mantenerse, de combustible que lo alimente. Si el combustible es eliminado de las proximidades de la zona del incendio, este se extingue. Esto lo podemos conseguir al:

- Cortar el flujo a la zona del incendio en el caso de fuegos de gases o líquidos, o retirando material combustible sólido.
- Diluir el combustible en una sustancia para que quede fuera del rango de inflamabilidad.

2.2.2 Sofocación.

Sofocar un incendio es retirar el comburente de la combustión, es decir impedir que el combustible se ponga en contacto con el oxígeno del aire o una sustancia comburente, esto se consigue:

- Evitando el contacto del combustible y el comburente mediante una barrera física. Esto se logra recubriendo el combustible con material incombustible (manta ignífuga, arena, espuma, polvo, tapa de sartén, etc.)
- Dificultando el acceso de oxígeno fresco a la zona del incendio cerrando puertas y ventanas.
- Disminuyendo la concentración de oxígeno al ser desplazado mediante la proyección de un gas inerte (N_2 ó CO_2) en suficiente cantidad para que la mezcla combustible - comburente quede por encima del LSI (Límite Superior de inflamabilidad). Se consigue el mismo efecto pero con menor efectividad proyectando agua sobre el fuego, que al evaporarse disminuirá la concentración de oxígeno (más efectivo si es pulverizada).

2.2.3 Enfriamiento.

Este mecanismo consiste en reducir la temperatura del combustible. De la energía desprendida en la combustión, parte es disipada en el ambiente y parte inflama nuevos combustibles propagando el incendio. La eliminación de tal energía supondría la extinción del incendio. El fuego se apagará cuando la superficie del material incendiado se enfríe hasta un punto donde no se desprenden suficientes vapores para mantener una mezcla combustible / comburente dentro del rango de inflamabilidad. Por lo tanto, para extinguir por enfriamiento, se necesita una sustancia que tenga una gran capacidad para

absorber el calor. El agua es prácticamente el único agente capaz de producir un enfriamiento considerable, sobre todo si se emplea pulverizada.

2.2.4 Inhibición.

La inhibición actúa sobre la reacción en cadena. Las reacciones de combustión, como ya se vio, se mantienen porque a nivel atómico se producen una serie de reacciones intermedias, que generan unas moléculas inestables que les conoce como radicales libres, la eliminación de estos elementos hace que la combustión se detenga.

2.3 Tipos de fuego.

Teniendo en cuenta la naturaleza del fuego es que se realiza una clasificación de los diferentes tipos de fuego:

Fuegos de Clase A: Son los fuegos que se desarrollan en los combustibles sólidos. Son ejemplo de ello las maderas, cartón, papel, plástico, tela, etc.

Figura No.4 Fuego clase A.



Fuente: <http://www.extintoresnumancia.com/fuegoA.html>

Fuegos de Clase B: Son los producidos o generados por combustibles líquidos, tales como gasolinas, aceites, pinturas, grasas, etc., o aquellos sólidos

que a la temperatura de ignición se encuentran en estado líquido, como asfaltos, parafinas, etc. Solamente arden en su superficie, ya que está en contacto con el oxígeno del aire.

Figura No.5 Fuego clase B.



Fuente: <http://www.extintoresnumancia.com/fuegoB.html>

Fuegos de Clase C: Son los fuegos que se dan en materiales, instalaciones o equipos sometidos a la acción de la corriente eléctrica tales como motores, transformadores, cables, tableros interruptores, etc.

Figura No.6 Fuego clase C.



Fuente: <http://www.extintoresnumancia.com/fuegoC.html>

Fuegos de Clase D: Son los producidos o generados por metales combustibles, tales como magnesio, aluminio en polvo, sodio, circonio, etc. El tratamiento para extinguir estos fuegos ha de ser minuciosamente estudiado.

Figura No.7 Fuego clase D.



Fuente: <http://www.extintoresnumancia.com/fuegoD.html>

Fuegos de Clase K: Fuegos en aparatos de cocina que involucren un medio combustible para cocina.

Figura No.8 Fuego de clase K.



Fuente: <http://www.extintoresnumancia.com/fuegoK.html>

Es frecuente que alguna de estas clases se desarrolle en presencia de corriente eléctrica, como en el caso de incendios de aparatos electrodomésticos, cables eléctricos, etc. En estos casos, al peligro que representa el fuego, se

añade el riesgo de electrocución, por lo que al intentar apagar el fuego debe considerarse esta posibilidad y, si existe, tomar las oportunas medidas protectoras, tales como desconectar la electricidad, utilizar extintores adecuados, etc.

2.4 Conceptos básicos de la Hidráulica

La rama de la mecánica aplicada que estudia el comportamiento de los fluidos ya sea en reposo o en movimiento constituye la mecánica de los fluidos y la hidráulica. En el desarrollo de los principios de la mecánica de los fluidos algunas de las propiedades de los fluidos juegan un papel preponderante, mientras que otras o influyen muy poco o nada. En la estática de los fluidos, el peso específico es la propiedad importante, mientras que en el flujo de fluidos la densidad y la viscosidad son las que predominan. Cuando tiene lugar una compresibilidad apreciable es necesario considerar los principios de la termodinámica. Al intervenir presiones manométricas negativas la tensión de vapor pasa a ser importante y la tensión superficial afecta a la estática o cinemática de los fluidos cuando las secciones de paso son pequeñas.

Los fluidos son sustancias capaces de fluir y que se adaptan a la forma de los recipientes que los contiene. Cuando están en equilibrio, los fluidos no pueden soportar fuerzas tangenciales o cortantes. Todos los fluidos son compresibles en cierto grado y ofrecen poca resistencia a los cambios de forma.

Los fluidos pueden dividirse en líquidos y gases. Las diferencias esenciales entre líquidos y gases son (a) los líquidos son prácticamente incompresibles y los gases son compresibles, por lo que en muchas ocasiones hay que tratarlos como tales y (b) los líquidos ocupan un volumen definido y tienen superficies libres mientras que una masa dada de gas se expande hasta ocupar todas las partes del recipiente que lo contenga. McGraw-Hill. (2003)

2.4.1 Presión.

La fuerza por unidad de área que obra sobre una superficie real o imaginaria situada dentro de un fluido se llama intensidad de presión “p”, o simplemente presión. Se demuestra que la presión en un punto cualquiera de un fluido actúa con igual intensidad en todas las direcciones. La fuerza resultante de la presión del fluido sobre la superficie limitadora ha de ser normal a ésta en todos sus puntos, a causa de la incapacidad de los fluidos en reposo para transmitir esfuerzos cortantes o tangenciales.

$$P = \frac{F}{S}$$

La unidad estándar en unidades **SI** es el *Pascal (Pa o N/m²)*. Mientras que la unidad estándar en el sistema Británico de Unidades es *lb/pie²*, pero la unidad *lb/pulg²* es más conveniente y se la usa más a menudo.

Cuando se realizan cálculos que implican la presión de un fluido, se debe hacer la medición en relación con alguna presión de referencia.

Normalmente, la presión de referencia es la de la **atmósfera**, y la presión resultante que se mide se conoce como presión **manométrica**. La presión que se mide en relación con el vacío perfecto se conoce como presión **absoluta**. Es importante conocer la diferencia entre estas dos formas de medir la presión, y ser capaz de convertir cantidades de una a otra.

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

Donde:

P_{abs} = Presión Absoluta

P_{man} = Presión Manométrica

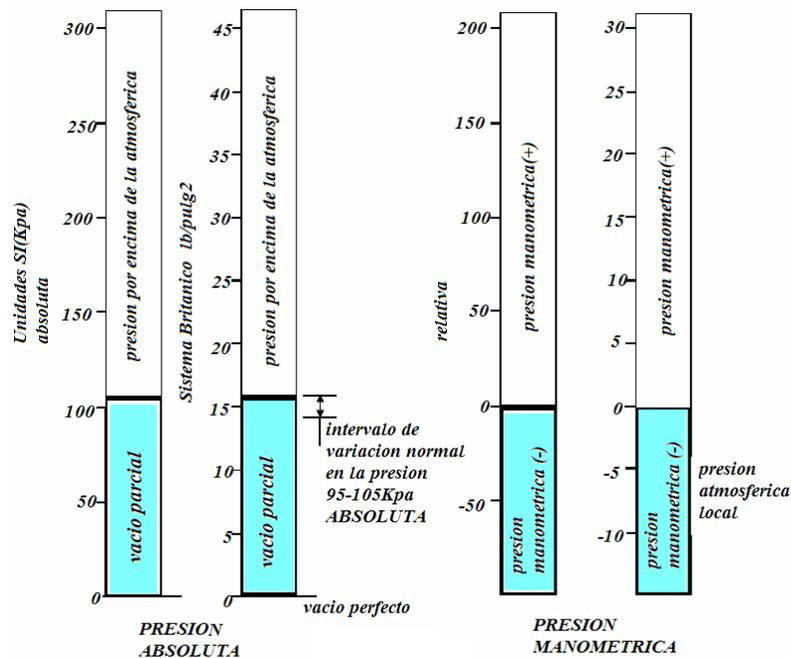
P_{Atm} = Presión atmosférica

Medición de presiones.

Para tener un mejor entendimiento de lo que son las distintas presiones mencionadas anteriormente se muestra a continuación una interpretación de esta ecuación en la Figura No. 9.

La presión atmosférica se presenta como la variación que existe con respecto a la elevación sobre el nivel del mar, la variación lineal que se aplica a los líquidos no se aplica a la presión atmosférica (ni a ninguna atmósfera gaseosa). El valor medio de la presión atmosférica al nivel del mar se toma ordinariamente como 1.033 Kg/cm², a los medidores de presión atmosférica se les llama Barómetros, este puede ser construido llenando el tubo con un líquido, tapando provisionalmente se extremo abierto, invirtiendo el tubo y destapando dicho extremo cuando este debajo de la superficie del líquido de la cubeta (Fig. No. 9), el líquido usado generalmente es mercurio, dado que éste permite el uso de un tubo más pequeño y su presión de vapor es bajo por lo que se desprecia.

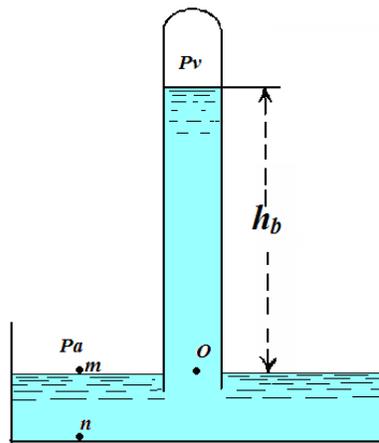
Figura No.9 Presiones absolutas y barométricas.



Fuente: Hidráulica

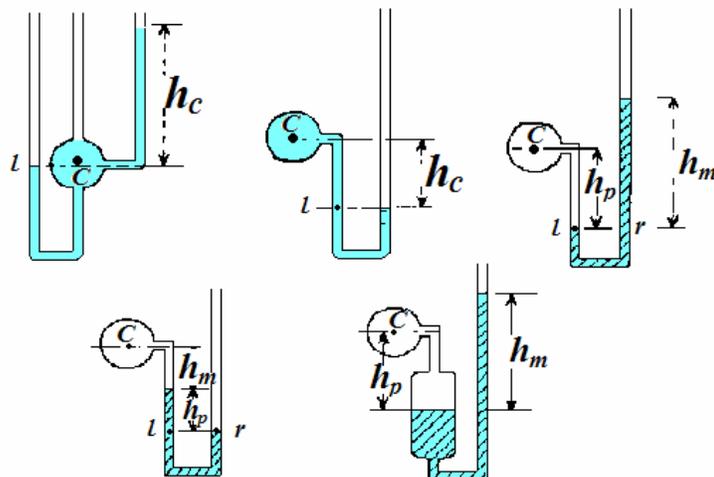
Para determinar la presión manométrica se recurren a los manómetros, estos son tubo unidos a depósitos, tuberías o canales. Se utilizan las ecuaciones de la Hidrostática para determinar las presiones a partir de las lecturas manométricas, aun cuando los manómetros se emplean con mayor frecuencia para medir la presión de los fluidos. Para asegurarse de que se incluyen fuerzas debidas a la aceleración en las lecturas manométricas, es necesario instalar el tubo en una pared paralela a las líneas de corriente o flujo de modo que la abertura o boca no perturbe la trayectoria de dichas líneas (Fig No.10).

Figura No.10 Barómetro.



Fuente: Hidráulica

Figura No.11 Manómetros.



Fuente: Hidráulica

Presión dinámica. Altura de velocidad.

Si un fluido se encuentra en movimiento definimos la presión dinámica como:

$$P_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

Donde ρ es la densidad y v es la rapidez del fluido.

Esta expresión que tiene unidades de presión es la energía cinética del fluido debida a la velocidad del fluido en su movimiento. La presión es la **energía cinética** del fluido debida a la velocidad del fluido en su movimiento. La presión dinámica no se manifiesta ejerciendo una fuerza sobre una superficie, como ocurre con la presión estática, sino que es la energía por unidad de volumen que posee el fluido en movimiento. Dimensionalmente tiene unidades de presión, ya que expresa la energía cinética del fluido por unidad de volumen:

$$P_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{(\text{densidad}) \cdot (\text{velocidad})^2}{2} = \frac{\text{Kg} \cdot \text{m}^2}{\text{m}^3 \cdot \text{s}^2} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{m}^3} = \frac{\text{J}}{\text{m}^3} = \text{Pascales(Pa)}$$

$$P = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Superficie}} = \frac{(\text{Masa}) \cdot (\text{Aceleración})}{\text{Superficie}} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{m}^3} = \frac{\text{J}}{\text{m}^3} = \text{Pascales(Pa)}$$

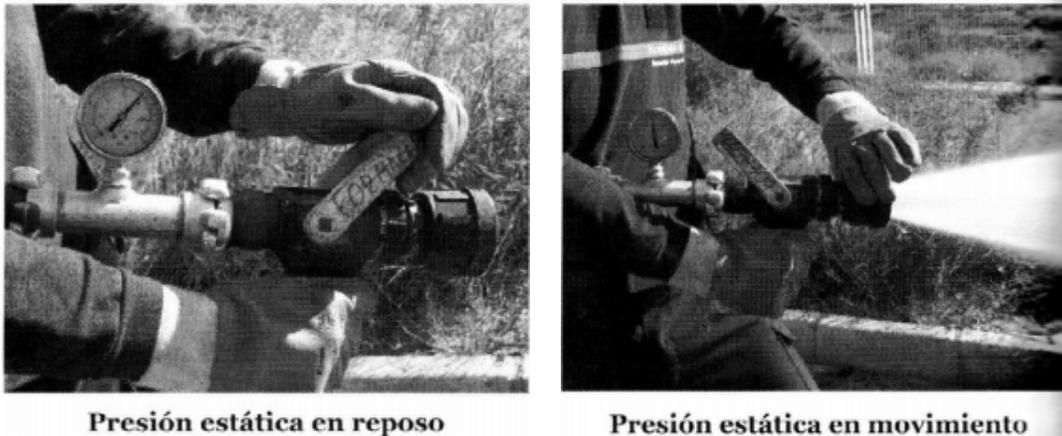
$$\frac{\text{Energía}}{\text{Volumen}} = \frac{(\text{Fuerza}) \cdot (\text{Espacio})}{\text{Volumen}} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{m}^3} = \frac{\text{J}}{\text{m}^3} = \text{Pascales(Pa)}$$

Así pues la presión dinámica no se puede medir con un manómetro, pues dichos instrumentos funcionan solamente con la **presión estática**. Lo que sí podemos hacer es que ya que dimensionalmente la **presión dinámica** tiene unidades de presión (Pa) y dichas unidades son equivalentes a una altura de un cilindro de un determinado fluido de peso específico γ , podemos expresar la

presión dinámica como una altura, que denominaremos altura de velocidad (h_v), Así:

$$P_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \rho \cdot g \cdot h_v \Rightarrow h_v = \frac{v^2}{2g}$$

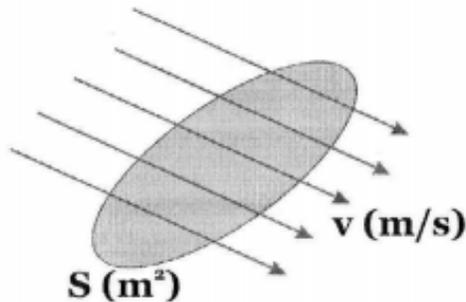
Figura No.12 Presión estática en reposo y movimiento.



2.4.2 Definición de caudal volumétrico y másico.

Sea un fluido en movimiento a través de una superficie S , se dice que la misma es atravesada por un caudal másico (Q_m), si relacionamos la masa de fluido que la atraviesa (m) por unidad de tiempo, se mide en Kg/s. Si consideramos el volumen de fluido (V) por unidad de tiempo, entonces se denomina **caudal volumétrico** (Q_v). En este caso se mide en m^3/s .

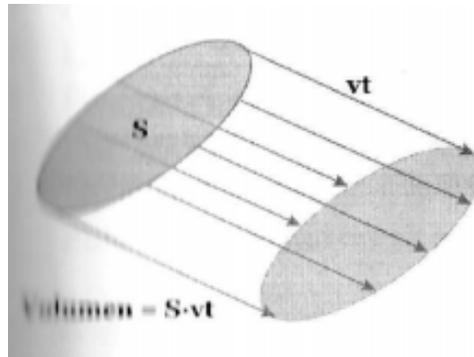
Figura No.13 Caudal másico.



Fuente: Suay (2010)

Sea S una superficie que es atravesada por un fluido que lleva una velocidad v , al cabo de un tiempo t , si la superficie se moviera con el fluido se habría desplazado una distancia $v.t$.

Figura No.14 Caudal volumétrico.



Fuente: Suay (2010)

Por lo tanto el caudal volumétrico que ha atravesado la superficie en este tiempo t será igual a:

$$V = S \cdot v \cdot t \Rightarrow \frac{V}{t} = S \cdot v \Rightarrow Q_V = S \cdot v$$

Por lo tanto si ρ es la densidad de fluido y v la velocidad con que atraviesa la superficie se cumple :

$$Q_m = \rho \cdot S \cdot v \quad Q_V = S \cdot v$$

2.4.3 Pérdidas de carga.

El agua, no se comporta como un fluido ideal, la experiencia demuestra que su comportamiento es la de un líquido viscoso. Las distintas velocidades de las venas líquidas provocan fuerzas de frotamiento debidas precisamente a la viscosidad propia del agua. A su vez, la presión contra las paredes causa fuerzas de rozamiento siempre en sentido contrario al del movimiento. Además de esto, el

propio movimiento, con su turbulencia, provoca choques entre las moléculas, lo que también es causa de pérdidas de energía.

Esto se traduce en que parte de la energía mecánica del líquido se ha transformado en calor y la temperatura del agua y de la canalización aumenta. Sin embargo en la práctica no puede observarse tal aumento de temperatura dada su insignificancia. Suay, (2010)

Las pérdidas de carga podemos, en una primera aproximación, clasificarlas en:

1) Los **rozamientos contra las paredes** a lo largo de toda la superficie de la tubería o del canal. Esta causa es la que más energía absorbe.

2) Los **rozamientos interiores** que son producidos por las acciones y reacciones de un filete líquido con lo que tiene alrededor. Aquí se engloba no sólo el propio rozamiento debido a la viscosidad del líquido por causa de la diferente velocidad de los filetes, sino también a la turbulencia de la masa líquida motivada por la diferente dirección de las velocidades.

La presión comprime a los filetes líquidos tanto uno sobre otro como al líquido contra la pared, aunque se demuestra teórica y experimentalmente que la fuerza de rozamiento en los líquidos es independiente de la presión, siempre que la conducción sea rígida, pues en caso contrario puede que varíe el diámetro de la misma con la presión incluyendo con las pérdidas de carga.

En los cálculos hidráulicos se consideran dos tipos de pérdidas de carga:

- Las debidas al rozamiento a lo largo de la conducción.
- Las producidas en las singularidades de las tuberías o piezas especiales como codos, curvas, derivaciones, tomas, coladores,

válvulas de retención, válvulas de corte, contadores, reductores de presión, estrechamientos, etc.

Toda pérdida de carga es energía perdida, por consiguiente su dimensión física es la energía, si bien desde el punto de vista práctico, las pérdidas de carga se dividen en:

- **Pérdida de carga total (PC)**, que es la suma de todas las pérdidas de carga, medidas en metros de columna de agua (mca), que ha habido entre el origen de la conducción y el punto que se considera, o entre dos puntos o secciones cualesquiera determinadas.
- **Pérdidas de carga unitaria (J)**, que es la relación entre la pérdida de carga total que entre dos puntos (PC) y la longitud y la longitud real existente entre los mismos (L).

$$J = \frac{PC}{L}$$

2.4.4 Ecuación de la energía.

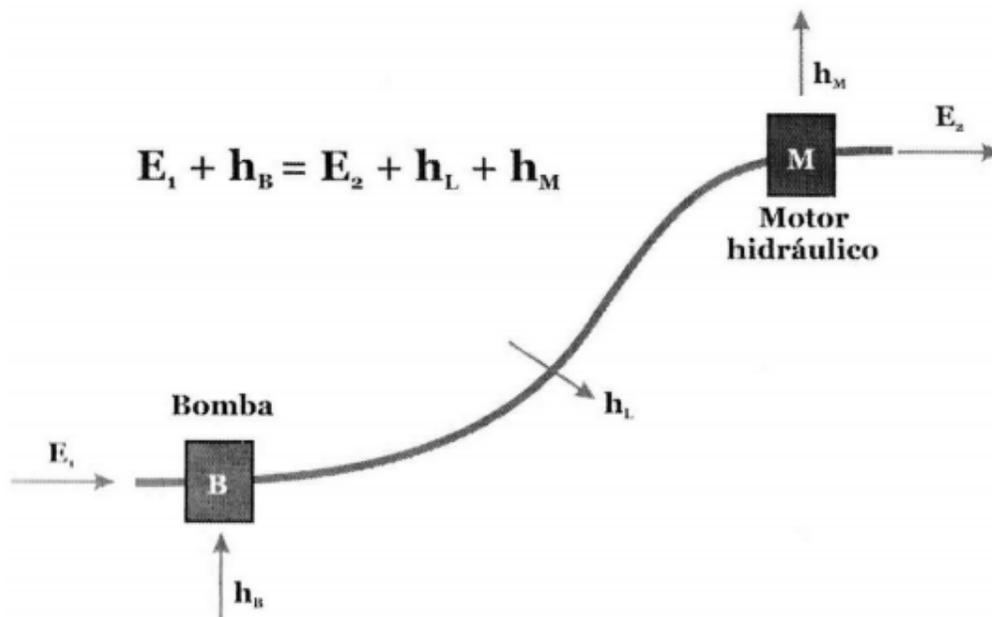
Aunque la ecuación de Bernoulli es aplicable a una gran cantidad de casos prácticos, tiene unas limitaciones que debemos tener en cuenta si queremos aplicarla correctamente:

- Sólo es válida para fluidos incompresible, como el caso del agua a las presiones que estamos considerando.
- Durante el recorrido de la instalación no deben haber dispositivos (bombas o turbinas) que añadan o extraigan energía del agua, ya que la ecuación se ha deducido partiendo de que la energía permanece constante a lo largo de la instalación.

- No se ha considerado que exista una transferencia de calor hacia el agua o fuera de la misma. Este punto en el caso de las instalaciones hidráulicas de extinción que nos ocupa, se cumplirá siempre.
- Que no existen pérdidas de energía por fricción con los elementos de la instalación.

A pesar de estas restricciones, la ecuación de Bernoulli se puede aplicar en un sin fin de casos prácticos con un cierto grado de aproximación. Cuando haya que considerar las limitaciones anteriores, entonces hay que aplicar lo que se conoce como la ecuación de la energía que es una generalización de la **ecuación de Bernoulli**:

Figura No.15 Esquema ecuación de la energía.



Fuente: Suay (2010)

- E1 y E2 son la energía total que tiene el fluido en las posiciones 1 y 2
- h_B es la energía añadida por la bomba.

- h_1 es la energía disipada en la instalación, es decir las pérdidas de carga totales.
- h_M es la energía cedida a un motor hidráulico (turbobomba, ventilador, etc.)

Como:

$$E1 = \frac{P1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1$$

$$E2 = \frac{P2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2$$

Podemos escribir la ecuación de la energía como:

$$\frac{P1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 + h_B - h_m - h_L = \frac{P2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2$$

Esto es lo que se conoce como **ecuación de Bernoulli generalizada**, si entre los puntos 1 y 2 solo se consideran las pérdidas de carga, la ecuación queda:

$$\frac{P1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 + PC_{1,2}$$

Donde $PC_{1,2}$ es la suma de todas la pérdidas de carga totales habidas entre los puntos 1 y 2.

2.4.5 Ecuación de Darcy - Weisbach.

La formula de Darcy-Weisbach, es la formula básica para el cálculo de pérdidas de carga en las tuberías y conductos. La ecuación es la siguiente:

$$h_f = \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

- h_f = **Pérdida de carga** en mca.
- f = **factor de fricción**, que tiene en cuenta la rugosidad del material y la viscosidad del fluido.
- L = **Longitud equivalente** de la instalación en metros, se entiende con la longitud física de la misma incrementada en un valor determinado, en función del número elementos auxiliares instalados. Este incremento está disponible mediante tablas.
- D = **diámetro** de la tubería en metros.
- V = velocidad media del fluido en m/s.
- g = aceleración de la gravedad (9.81 m/s^2).

Luego la **pérdida de carga unitaria** J vale:

$$J = \frac{PC}{L} = \frac{f}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

2.4.6 Coeficiente de fricción.

El factor o coeficiente de fricción f puede deducirse matemáticamente en el caso del régimen laminar, mas en el caso de flujo turbulento no se dispone de relaciones matemáticas sencillas para obtener la variación de f con el número de Reynolds. Todavía más, Nikuradse y otros investigadores han encontrado que sobre el valor de f también influye la rugosidad relativa de la tubería.

El valor de f , depende del régimen de flujo que posea el fluido. Si el régimen es laminar, su valor es:

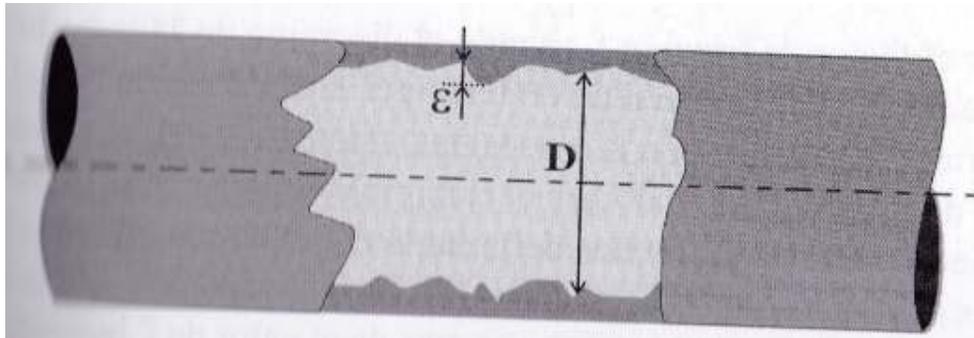
$$f = 64 / Re$$

Donde **Re** es el **número de Reynolds**.

En el caso de que estemos ante un **régimen turbulento**, que es lo habitual, el factor f no depende exclusivamente de Re y por tanto su cálculo es más complejo. Lo más sencillo es el empleo de un gráfico denominado **diagrama de Moody**. Allí se muestran los resultados experimentales de f , en función de la conducción. Dependiendo del material del que está hecha la conducción, se le asocia una **rugosidad absoluta**, valor dado por el fabricante mediante ensayos. El diámetro de la conducción dividido por este valor es precisamente la rugosidad relativa.

Luego el coeficiente de fricción depende del material de la tubería, de su sección por la rugosidad relativa, la velocidad y la viscosidad por el número de Reynolds.

Figura No.16 Rugosidad en la pared de una conducción.

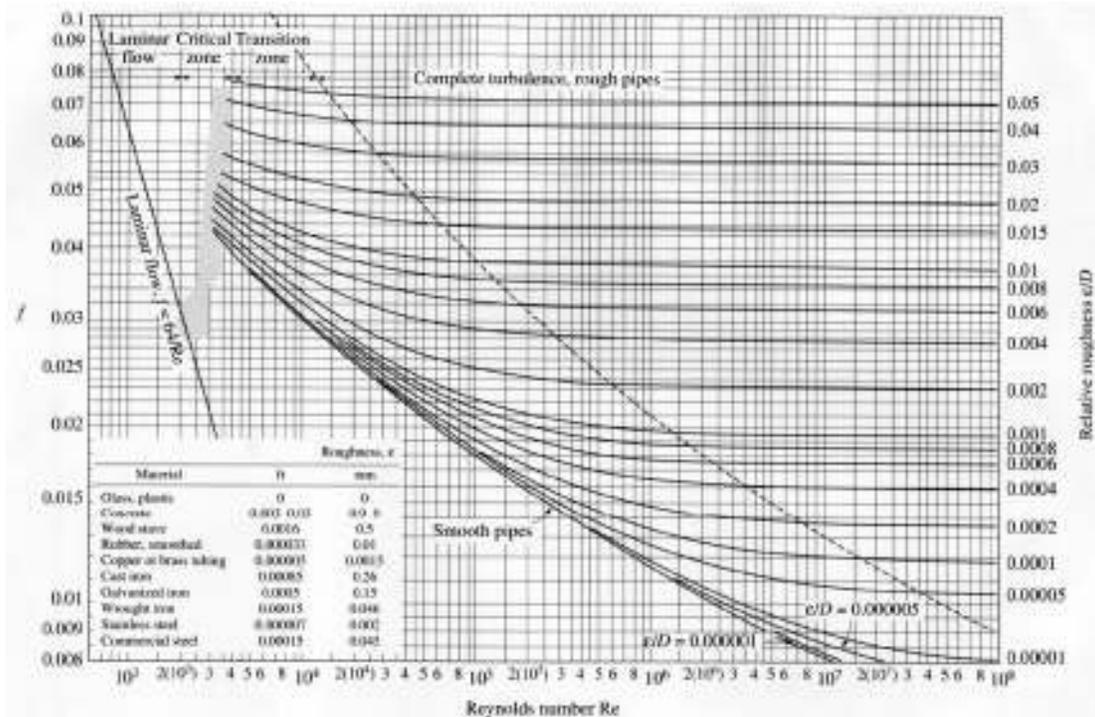


Fuente: Suay (2010)

En la figura vemos en forma exagerada la rugosidad en la pared de una conducción. Se define el valor de la rugosidad absoluta (ϵ) como la altura promedio de los picos de las irregularidades existentes.

Para hallar el factor de fricción f , usando el diagrama de Moody.(Fig No. 17)

Figura No.17 Diagrama de Moody.



Fuente: McGraw Hill

A parte del **diagrama de Moody** se pueden emplear una formulas de tipo práctico para el cálculo del factor de fricción (f) de la **ecuación de Darcy-Weisbach**, dependiendo del tipo de flujo (laminar, crítico o turbulento):

$$J = \frac{PC}{L} = \frac{f}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Régimen laminar (Re < 2000).

Se utiliza la ecuación de **Hazen-Poiseuille**:

Régimen turbulento (Re > 4000).

A pesar de tener la dificultad de que el factor de fricción aparece de forma implícita se usa la **ecuación de Colebrook**:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log_{10} \left(\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right)$$

Donde ε es la rugosidad absoluto de la conducción, Re el número de Reynolds y D el diámetro de la tubería.

Formula de Hazen-Willians

$$J = \frac{10.64}{C^{1.85}} + \frac{Q^{1.85}}{D^{4.87}}$$

Donde Q en m^3/s , D en metros y C es una constante que depende del material:

Tabla No.1 Coeficientes Hazen-Williams

Material de la tubería	C
Plásticos	140
Amianto cemento	135
Hormigón armado	130
Acero nuevo	120
Acero usado	110
Fundición nueva	100
Fundición usada	90

Fuente: Suay (2010)

Formula de Manning

$$J = 10.3n^2 \cdot \frac{Q^2}{D^{5.33}}$$

Donde Q en m^3/s , D en metros y C es una constante que depende del material:

Tabla No.2 Coeficientes Manning

Material de la tubería	N
Plástico liso (PVC)	0.080
Amianto cemento	0.090
Hormigón armado	0.010
Acero nuevo	0.012
Hormigón en masa	0.013-0.014
Plástico corrugado	0.016-0.018

Fuente: Suay (2010)

2.4.7 Carga o Altura Dinámica Total de Bombeo (A.D.T)

La Altura Dinámica Total de bombeo representa todos los obstáculos que debe vencer un líquido impulsado por una máquina (expresados en metros de

columna de agua) para poder llegar hasta el punto específico considerado como la toma más desfavorable.

La expresión para el cálculo del A.D.T proviene de la ecuación de Bernoulli y es como sigue:

$$ADT = h + \sum hf + \frac{v^2}{2g} + hr$$

Donde:

- h = **Altura geométrica** entre el nivel inferior y superior del líquido
- $\sum hf$ = Sumatoria de las pérdidas (**tanto en la tubería recta como en accesorios**) que sufre el fluido entre el nivel de succión y el de descarga.
- $\frac{v^2}{2g}$ = Energía Cinética o **presión dinámica**.
- hr = **Es la presión residual que debe vencer la bomba cuando el fluido llegue a su destino o punto más desfavorable.**

Podemos decir que la Altura Dinámica Total es la suma de dos partes:

$$\text{Altura Estática} + \text{Altura Dinámica} = \text{Altura Dinámica Total}$$

Altura estática.- representa la resistencia del sistema antes de que el fluido entre en movimiento.

Los componentes primarios de la altura estática son las diferencias de elevación entre:

- La superficie del líquido al punto de succión.
- La superficie de líquido al punto de descarga.
- La altura estática también cuenta con el diferencial de presión entre el punto de succión y el punto de descarga.
- La altura estática no varía con la capacidad.

Altura dinámica.- representa la resistencia del sistema mientras el fluido bombeado esta en movimiento.

Pérdidas de altura dinámica, aparecen una vez que el líquido comienza a fluir a través del sistema de bombeo. Estas pérdidas son debidas a la fricción y son llamadas pérdidas por fricción.

Las pérdidas de altura dinámica están en función de la capacidad.

Las pérdidas de altura dinámica están compuestas de dos partes:

Cada elemento del sistema de bombeo contribuye a las pérdidas de altura dinámica a través de las Perdidas por fricción.

Acercar el fluido bombeado de cero a una velocidad final requiere energía, esto es conocido como Columna de velocidad.

Columna de velocidad.- Es simplemente una función de la velocidad del fluido fluyendo a través del sistema de bombeo.

$$H = \frac{V^2}{2g} = 0.155V^2$$

Este valor es frecuentemente pequeño y generalmente despreciado, estos valores también vienen dados en tablas de pérdidas por fricción.

2.4.8 Potencia.

Se denomina potencia hidráulica del fluido a la salida de la bomba a la expresión:.

$$P_t = \gamma \cdot H \cdot Q$$

Considerando que en las operaciones existen rangos de eficiencia, se termina por tanto la potencia real, considerando lo siguiente:

$$P_r = \frac{P_t}{\%}$$

Donde:

% = eficiencia

H= Altura dinámica total

γ = Peso específico del agua

g= Coeficiente de gravedad

Q= Caudal total

2.4.9 Cabezal Neto de Succión (NPSH).

NPSH es un acrónimo de Net Positive Suction Head, también conocido como ANPA (Altura Neta Positiva en la Aspiración) y CNPA (Carga Neta Positiva en Aspiración). Es la caída interna de presión que sufre un fluido cuando este ingresa al interior de una bomba centrífuga. Término que se usa para cuantificar

la presión necesaria en la succión de la bomba que garantice un funcionamiento adecuado.

NPSH es el término que describe si las condiciones de presión en el lado de succión son adecuadas para una operación apropiada de la bomba.

Existen dos tipos de NPSH:

- El Disponible (NPSHA) o calculado.
- El Requerido (NPSHR), que lo da el fabricante del equipo.

Para que no cavite una bomba centrífuga del NPSH disponible debe superar al NPSH requerido, es decir debe cumplirse la siguiente relación: **NPSHA > NPSHR**

Con esto se evitan problemas como:

- Bajo rendimiento de la bomba.
- Excesiva vibración.
- Operación con ruido.
- Falla prematura de los componentes.
- Cavitación.

2.5 Fundamentación legal.

Ecuador cuenta con reglamentos Oficiales y Acuerdos Ministeriales para la “Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios” suscritos por Ministerios

como el de Inclusión Económica y Social elaborados en concordancia con la Ley de Defensa Contra Incendios, en conjunto con organismos y empresas directamente relacionados que dan los lineamientos para la prevención de estos siniestros; pero es el Cuerpo de Bomberos de cada localidad quien complementa estas normas aplicándolos a cada tipo de riesgo y para ellos se basa generalmente en normas de uso internacional como la NFPA (National Fire Protection Association).

Normas utilizadas en la protección contra incendios:

2.5.1 Ordenanza 470

Ordenanza Metropolitana por la que se incorporan las reglas técnicas en materia de prevención de incendios en el ordenamiento metropolitano.

Art. 1.- Reglas técnicas en materia de prevención de incendios que regirán las actuaciones de los administrados y de la administración del Distrito Metropolitano de Quito, en el ejercicio de sus competencias, serán aquellas contenidas en los anexos 1,2,3,4,5,6,7 de la presente ordenanza.

El contenido de los anexos son:

- RTQ 1/2014: Reglas técnicas básicas.
- RTQ 2/2014: Reglas técnicas de edificación.
- RTQ 3/2014: Reglas técnicas en función del riesgo derivado del destino u ocupación de la edificación, establecimiento o local o de la actividad que se realiza en ellos.
- RTQ 4/2014: Reglas técnicas específicas para el uso, almacenamiento, transporte y distribución de materiales peligrosos.

- RTQ 5/2014: Medios de egreso.
- RTQ 6/2014: Sistema de detección y alarma contra incendios
- RTQ 7/2014: Sistema de extinción de incendios.

2.5.2 NFPA (National Fire Protection Association)

La NFPA es una organización creada en Estados Unidos, encargada de crear y mantener las normas y requisitos mínimos para la prevención contra incendio, capacitación, instalación y uso de medios de protección contra incendio, utilizados tanto por bomberos, como por el personal encargado de la seguridad. Sus estándares conocidos como NationalFireCodes recomiendan las prácticas seguras desarrolladas por personal experto en el control de incendios.

Normas NFPA de uso común:

- NFPA 10 - Extintores Portátiles
- NFPA 13 - Instalación de Sistemas de Rociadores y estándares de fabricación
- NFPA 14 - Instalación de Sistemas de Tubería Vertical y de Manguera.
- NFPA 20 - Instalación de bombas estacionarias contra incendios
- NFPA 25 - Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios a Base de Agua
- NFPA 72 - Código Nacional de Alarmas
- NFPA 101 - Código de Seguridad Humana, el Fuego en Estructuras y Edificios

Para la elaboración de la presente tesis a desarrollar, utilizamos la Ordenanza 470 en sus anexos RTQ1, RTQ2, RTQ3 y RTQ7 apoyados con la NFPA en sus panfletos 13, 14 y 20.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

El estudio del presente trabajo se basa en la implementación de la red hídrica complemento del sistema contra incendios en el edificio Nuhouse ubicado en las calles Foch y Reina Victoria de la ciudad de Quito.

Los resultados de este estudio, determinan las soluciones para la realización de los trabajos requeridos cumpliendo la ordenanza legal vigente, con lo que se elabora la propuesta de implementación.

La metodología de la investigación es de tipo bibliográfico y de campo. Bibliográfico, porque se hizo uso de lectura y consultas de libros, ordenanzas y cualquier otro tipo de información escrita que se consideró importante y necesaria para realizar la investigación.

De campo, porque el mismo objeto de estudio sirvió como fuente de información, logrando apreciar directamente el área de trabajos, realizando visitas a la edificación para el acopio del material, estableciendo una interacción entre los objetivos de estudio y la realidad.

Investigación Descriptiva: Mediante este tipo de investigación, que utiliza el método de análisis, se logra caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta, señalar sus características y propiedades. Combinada con ciertos criterios de clasificación sirve para ordenar, agrupar o sistematizar los objetos involucrados en el trabajo indagatorio. Al igual que la investigación que hemos descrito anteriormente, puede servir de base para investigaciones que requieran un mayor nivel de profundidad.

Mediante este tipo de investigación, que requiere la combinación de los métodos analítico y sintético, en conjugación con el deductivo y el inductivo, se trata de responder o dar cuenta del porqué el objeto que se investiga.

Nuestra propuesta es factible porque utilizamos el apoyo de una investigación de campo y documental, Las técnicas usualmente utilizadas en el trabajo de campo para el acopio de material son: la encuesta, la entrevista, etc.; de acuerdo con el tipo de trabajo que se está realizando, puede emplearse una de estas técnicas o varias al mismo tiempo. Y la investigación documental que se realizaron fueron, entre otras: documento escritos, como libros y textos.

Técnicas de Recolección Datos:

La recolección de información de la presente investigación se realizo a través de consultas a fuentes de informaciones primarias y secundarias. Información primaria: Para este fin se utilizaron las técnicas de observación y entrevistas.

Observación: Esta técnica se realizo con la finalidad de detectar las fallas que existen en la edificación “Nuhouse” en cuanto al sistema de protección contra incendio.

Para determinar el nivel de conocimiento sobre el plan de evacuación, emergencia y manejo de los sistema contra incendio instalado se efectuó una entrevista no estructurada al personal de servicio, mantenimiento y administrativo del hotel.

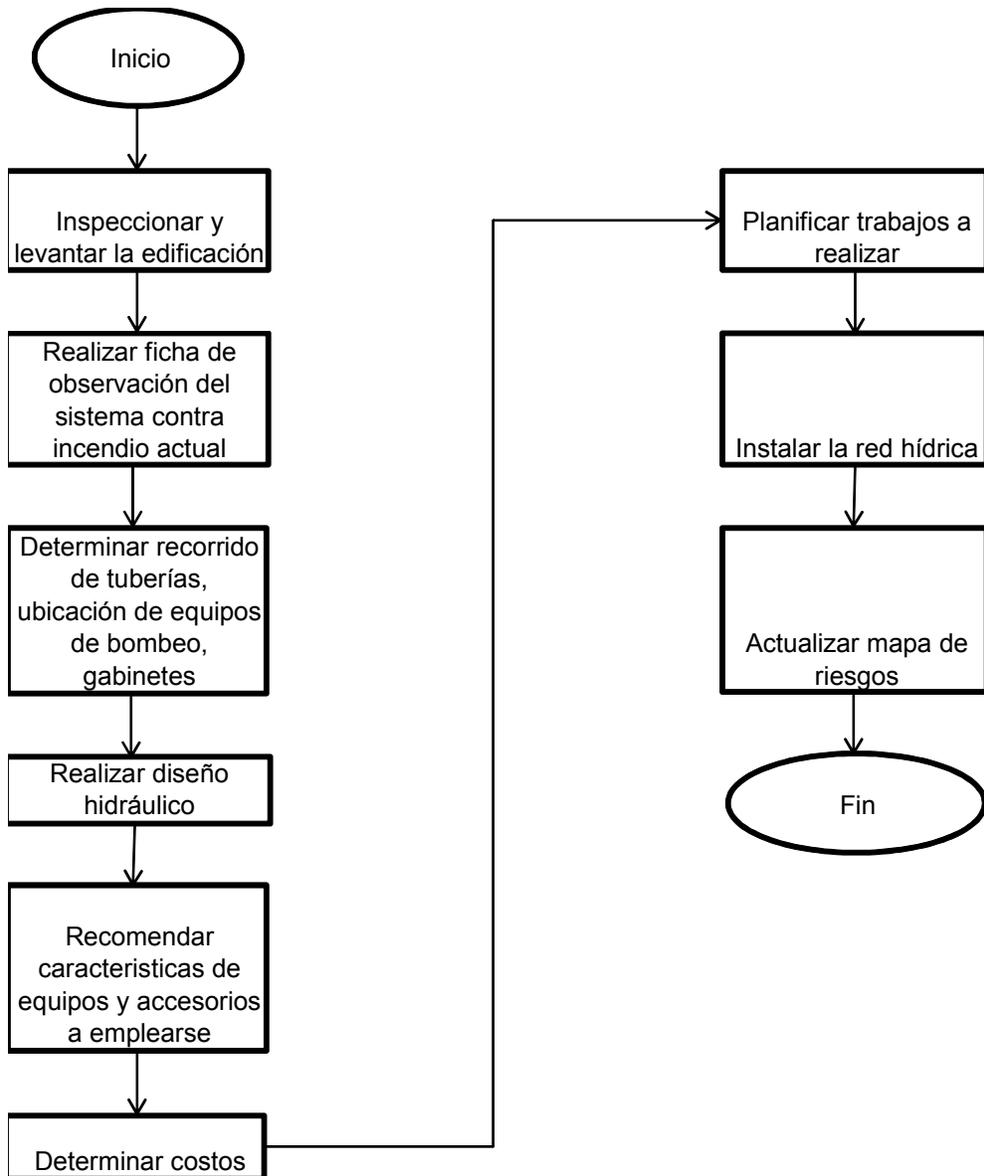
Información Secundaria: La recolección de la información secundaria se realizo a través de la revisión documental y bibliográfica.

Revisión Documental y Bibliográfica: Consistió en la búsqueda de información

relacionada con el sistema de protección contra incendio, por otra parte se revisaron bibliografía páginas Web. Las normas ecuatorianas vigentes.

La metodología utilizada se resume en el siguiente diagrama de bloque:

Figura No.18 Metodología utilizada en el presente trabajo.



Elaborado por: Andrés Mendoza

3.1 Situación actual.

Con el fin de poder determinar el plan de acción más adecuado, se realiza una ficha de observación del sistema de detección y extinción de incendio instalado con la finalidad presentar la situación actual de la edificación los cuales se describen en la siguiente tabla:

Tabla No.3 Ficha de observación del sistema contra incendios instalado

Área	Sistema contra incendios					
	Extintores Portátiles		Detector de humo	Lámparas de emergencia	Sistema de detección y alarma	Red hídrica
	PQS	CO2				
Recepción	X			X	X	
Administración		X		X		
Habitaciones			X			
Pasillos	X			X	X	
Terraza					X	
Lavandería	X		X	X		
Cuarto de Máquinas	X		X	X		

Elaborado por: Andrés Mendoza

Al analizar la seguridad contra incendio en el hotel Nuhouse mediante la entrevista no estructurada y la ficha de observación de los sistemas contra incendios instalados se puede afirmar que cuando se produce un siniestro las vidas de las personas que se encuentran en el hotel dependerá de que exista:

- Un sistema de detección de incendios que dé la alarma rápidamente y ponga en marcha el plan de autoprotección y los equipos de extinción.

- Vías de escape protegidas y claramente señalizadas

3.2 Diseño de red hídrica a implementar

El diseño para la implementación de la red hídrica del sistema de prevención contra incendios de la edificación en estudio, se limita a los sistemas de supresión por agua de acuerdo a la ordenanza 470 que está compuesta de un sistema de tubería vertical y rociadores, con lo cual es protegido un edificio o estructura y sus contenidos en adición a la protección de los ocupantes.

En el desarrollo del mismo se ha tenido en cuenta las siguientes reglamentaciones y normativas :

- RTQ 2/2014: Reglas técnicas de edificación.
- RTQ 3/2014: Reglas técnicas en función del riesgo derivado del destino u ocupación de la edificación, establecimiento o local o de la actividad que se realiza en ellos.
- RTQ 7/2014: Sistema de extinción de incendios.
- NFPA 13: Norma para la Instalación de Sistemas Rociadores.
- NFPA 14 : Instalación de sistemas de tubería vertical y mangueras.

3.2.1 Riesgo derivado de la ocupación en la edificación.

La presente tesis presenta una edificación para el uso de hotel donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es moderada, las pilas de almacenamiento de combustible no superan los 8 pies (2.4 m), y se esperan incendios con un índice de liberación de calor moderado, por consiguiente el tipo de riesgo adoptado es "**Riesgo ordinario (Grupo1)**".

3.2.2 Método de extinción a utilizar.

El tipo de fuego que se puede producir y desarrollar por materiales combustibles que se pueden encontrar en dicha edificación tales como madera, cartón, papel, plástico, equipos electrónicos como computadoras, impresoras, máquinas fotocopadoras y equipos de audio y video es de "**Clase A**" el cual se lo combatirá con el método de "**extinción por enfriamiento**", método que consiste en la reducción de la temperatura a base de materiales líquidos como lo es el agua. Para los fuegos de "**Clase C**" el hotel utiliza el método de inhibición de la reacción en cadena utilizando sustancias químicas como son "**extintores de polvo químico seco**".

3.2.3 Selección del sistema de supresión contra incendio.

3.2.3.1 Sistema de Rociadores.

El sistema de Rociadores seleccionado es el "**sistema de rociadores de tubería húmeda**" que emplea rociadores automáticos conectados a una red de tuberías que contenga agua y que a su vez se conecte a un suministro de agua de tal forma que el agua se descargue inmediatamente desde los rociadores abiertos por el calor generado en un conato de incendio.

Las características que presentan los rociadores y que definen su capacidad para controlar o extinguir un incendio son:

- Sensibilidad térmica

- Temperatura de activación

- Diámetro de orificio
- Orientación de la instalación
- Características de la distribución de agua
- Condiciones especiales de servicio

Selección de rociadores

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

Los rociadores automáticos se clasifican según la temperatura a que actúan, de acuerdo con la Tabla 4.

Tabla No.4 Rangos de Temperatura, Clasificación de Temperatura y Códigos de Color.

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

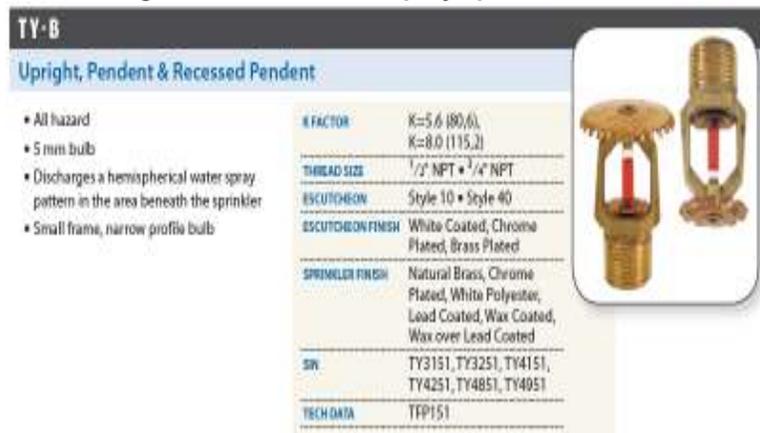
Fuente: NFPA Norma 13 Tabla 6.2.5.1 Edición 2007

Se seleccionó un rociador de ½” de tipo estándar y la presión de descarga es de 15 Psi, además según el riesgo las normas dan los criterios a utilizarse en el momento de realizar el esquema de los rociadores, por lo que a continuación se mencionan los detalles del rociador en las diferentes áreas a proteger:

Tabla No.5 Detalles del rociador en las áreas de protección

Tipo de rociadores	Estándar de ½” termosensible con ampolla
Presión de descarga	15 psi
Caudal de descarga mínimo	22gpm
Factor k (coeficiente nominal)	5.6 gpm/psi ^{1/2}
Tipo de respuesta	Rápida
Temperatura nominal	154.4°F, 68°C
Clasificación de la temperatura	Ordinaria
Código de color del rociador	Sin color o negro
Color de la ampolla de vidrio	Naranja o rojo
Máxima área de cobertura del rociador	129.2 pies ² (12 m ²)
Distancia mínima entre rociadores	6.6 pies (2 m)
Distancia máxima entre rociadores	13 pies (4 m)
Distancia máxima con paredes	6.6 pies (2m)
Método de distribución	Distribución en ramales
Numero de rociadores en ramales	Entre 6 a 9 unidades (según caso y respetando las pérdidas de carga admisibles)

Figura No.19 Standard spray sprinklers



Fuente: NFPA

3.2.3.2 Sistema de Tubería Vertical y Manguera.

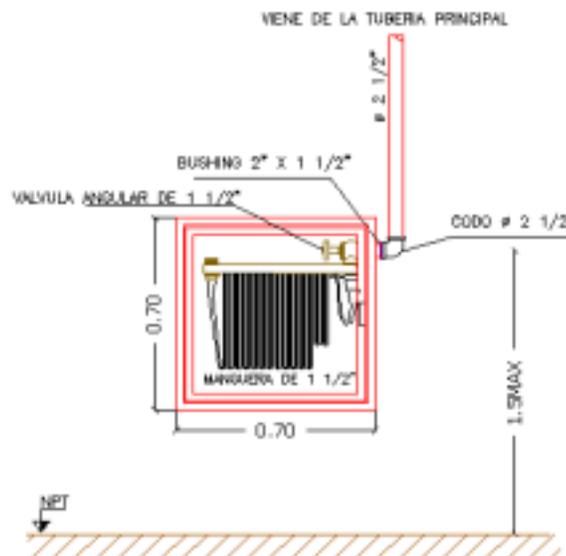
Este tipo de sistema está compuesto por una disposición de tuberías, válvulas, conexiones de manguera y equipo relacionado, instalado en la edificación, con las conexiones de manguera ubicadas de manera que el agua pueda ser descargada en chorros o aspersion a través de mangueras y boquillas fijas.

El sistema seleccionado para la tubería vertical es "**Clase II**" debido a la eficacia y facilidad de manejo, ya que puede ser utilizado directamente por los usuarios de un edificio en la fase inicial de un fuego o incendio.

Un sistema de tubería vertical Clase II debe proveer estaciones de manguera de 38 mm (1 1/2 pulgadas) para suministrar agua primordialmente para uso por personal entrenado o por el cuerpo de bomberos durante la respuesta inicial.

Las conexiones de manguera no deberán ser obstruidas y las válvulas deberán estar localizadas a una altura no menor de 0.90 metros y no mayor a 1.5 metros, sobre el nivel del piso.

Figura No.20 Esquema de gabinete contra incendio (BIE) tipo 2.



Fuente: Andrés Mendoza

Todos los elementos que componen el gabinete contra incendio, estarán alojados en su interior, colocados a 1.20m de altura del piso acabado, a la base del gabinete, empotrados en la pared y con la señalización correspondiente. Tendrá las siguientes dimensiones 0.70 x 0.70 x 0.20 metros y un espesor de lamina de 0.75 mm, con cerradura universal (triangular), el gabinete alojara además en su interior un extintor de 10 lbs (4.5 kg) de agente extintor, con su respectivo accesorio de identificación, una llave spanner, una hacha pico de cinco libras (5 lbs), la que debe estar sujeta al gabinete; los vidrios de los gabinetes tendrán un espesor de tres milímetros.

3.2.4 Determinación del caudal requerido.

Para la determinación de los requisitos mínimos de suministro de agua del sistema la Regla Técnica Metropolitana en su anexo 7 establece los requisitos mínimos del sistema.

Así se obtiene que:

Para el sistema de tubería vertical: El flujo mínimo de agua para la conexión hidráulicamente más desfavorable deberá ser **100 GPM (379 lt/min)**.

Para el sistema de rociadores: Se determina el área a proteger. Evaluando los riesgos presentes en cada planta y basándonos en la norma NFPA 13 sobre la cantidad y la combustibilidad de los contenidos, se determino que el área de mayor riesgo de incendio son las aéreas que se encuentran localizadas plantas de habitaciones, teniendo en cuenta que el sistema contra incendios es diseñado para proteger toda la edificación.

El caudal requerido será el necesario para abastecer el sistema de rociadores más el caudal de dos gabinetes contra incendio equipado.

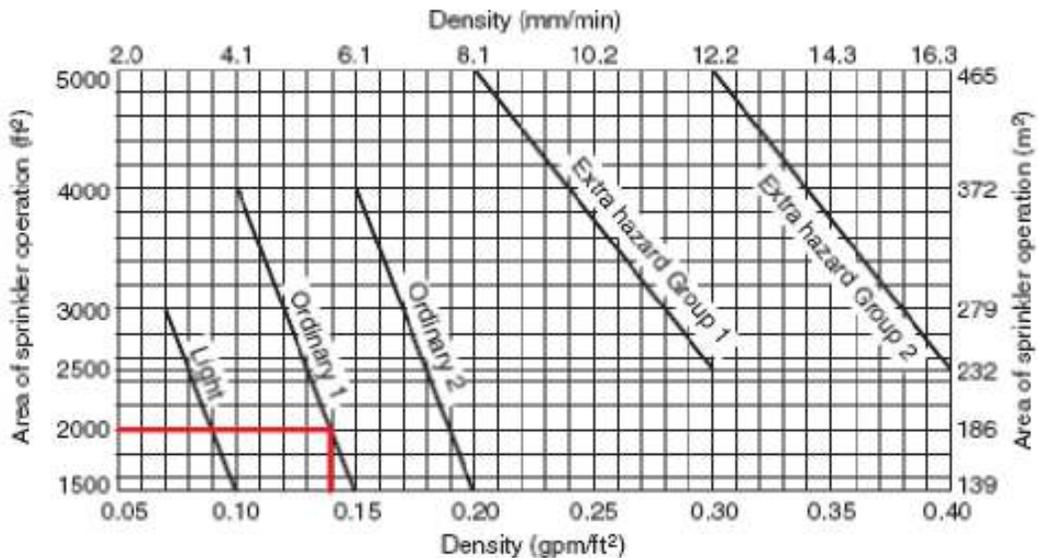
Cálculo del caudal necesario en el sistema de bombeo

Para calcular el caudal necesario de un sistema de rociadores se determina un área de diseño (área de operación de rociadores) para riesgos ordinarios

grupo I que varía entre 1500 pies² a 5000 pies². Que en este caso se seleccionó un área de operación de rociadores de **2000 ft² (185.85 m²)**.

Con el área de diseño y con el tipo de riesgo (**Riesgo Ordinario Tipo I**), de la curva área/densidad se calcula la densidad de aplicación que viene dada en galones por minuto y por pie cuadrado (gpm/ft²)(figura 21), haciendo coincidir dichos valores en la curva se obtiene una densidad de **0.14 gpm/ft²**, con una área de operación de **2000 ft² (185.85 m²)** se tiene el caudal necesario, tal como se muestra a continuación:

Figura No.21 Curva área/Densidad



Fuente: Norma NFPA 13 Figura 11.2.3.1 Edición 2007

1) Caudal de agua necesaria en red de rociadores:

$$Q_{TR} = Ad \times \rho$$

Donde:

Ad = área de diseño en m² ó ft²

ρ = densidad en gpm/ft²

Q_{TR} = caudal total rociadores en gpm

Entonces:

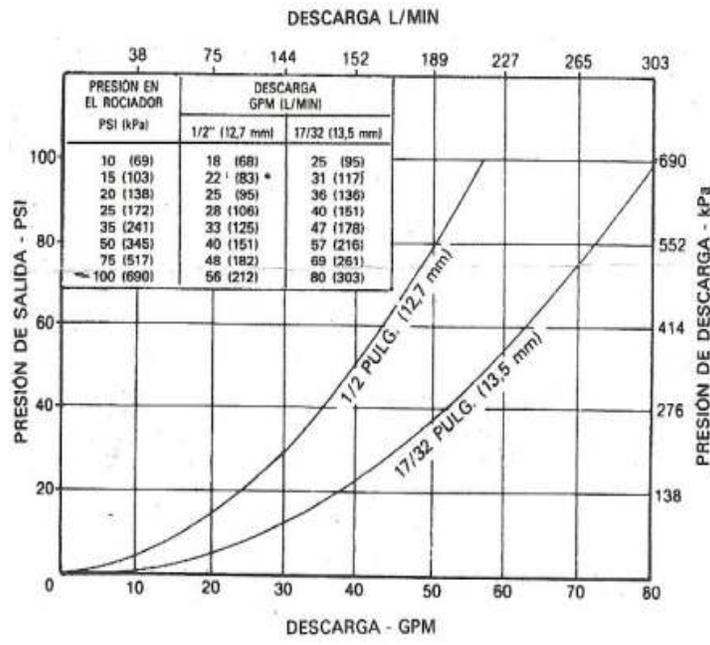
$$Q_{TR} = 2000 \text{ ft}^2 \times 0.14 \frac{\text{gpm}}{\text{ft}^2}$$

$$Q_{TR} = 280 \text{ gpm}$$

2) Número de rociadores en el área de diseño.

Teniendo un rociador de 1/2" estándar con una presión de descarga de 15 Psi, calculamos el caudal en cada rociador según la figura No. 22.

Figura No.22 Descarga de agua de un rociador de 1/2" y 17/32" de orificio nominal.



Fuente: NFPA

Un rociador estándar de 1/2" con 15 psi de presión descargaría 22 gpm (Ver figura 22). El caudal Total del sistema de rociadores es de 280 gpm, entonces:

$$\#Rociadores = \frac{Q_{TR}}{Q_R}$$

Donde:

Q_{TR} : Caudal total rociadores en gpm

Q_R : Caudal rociador en gpm

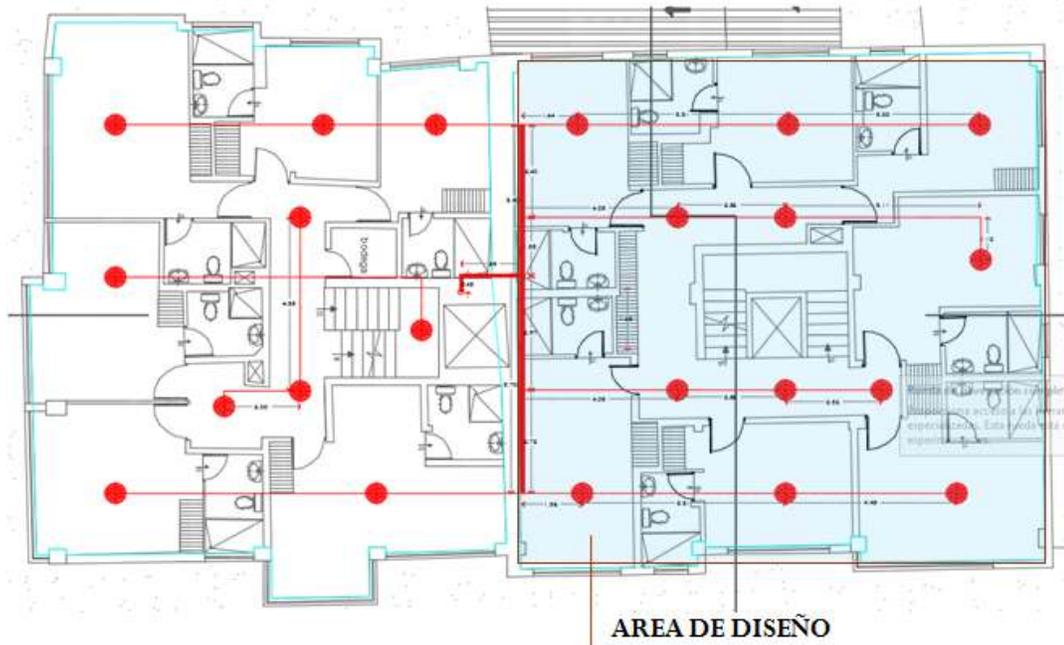
$$\#Rociadores = \frac{280}{22}$$

$$\#Rociadores = 12$$

Se necesitan 12 rociadores para cubrir el área de operación establecida.

El área de diseño está compuesto por 12 rociadores conformado por 4 ramales de 3 rociadores, tal como se muestra en la figura No. 23, la cual está más ampliada en el plano No. 2 del anexo 1.

Figura No.23 Ubicación del área de diseño.



Fuente: Andrés Mendoza

El flujo mínimo es de **100 gpm** para mangueras interiores y exteriores con una duración de 60 minutos.

Para determinar el caudal total en el sistema de bombeo para abastecer el sistema de rociadores y gabinetes, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{total}} = (1.15 \times Q_{\text{TR}}) + Q_{\text{BIE}}$$

Aplicando la fórmula para obtener el flujo necesario de la bomba, se tiene:

$$Q_{\text{total}} = (1.15 \times 280) + 100$$

$$Q_{\text{total}} = 322 + 100$$

$$Q_{\text{total}} = \mathbf{422 \text{ gpm}}$$

3.2.5 Cálculo del volumen de almacenamiento de agua.

El volumen de almacenamiento de agua es la cantidad que se requiere para mantener la bomba operando al caudal del sistema durante un lapso de tiempo determinando.

El tipo de abastecimiento de agua para este sistema de protección contra incendio es de cisterna enterrada. Con los datos calculados de $Q_{total} = 422$ gpm y el tiempo de duración de 60 minutos, se tiene:

$$\text{Volumen} = Q_{total} \times t.$$

$$\text{Volumen} = 422 \text{ gpm} \times 60 \text{ min.}$$

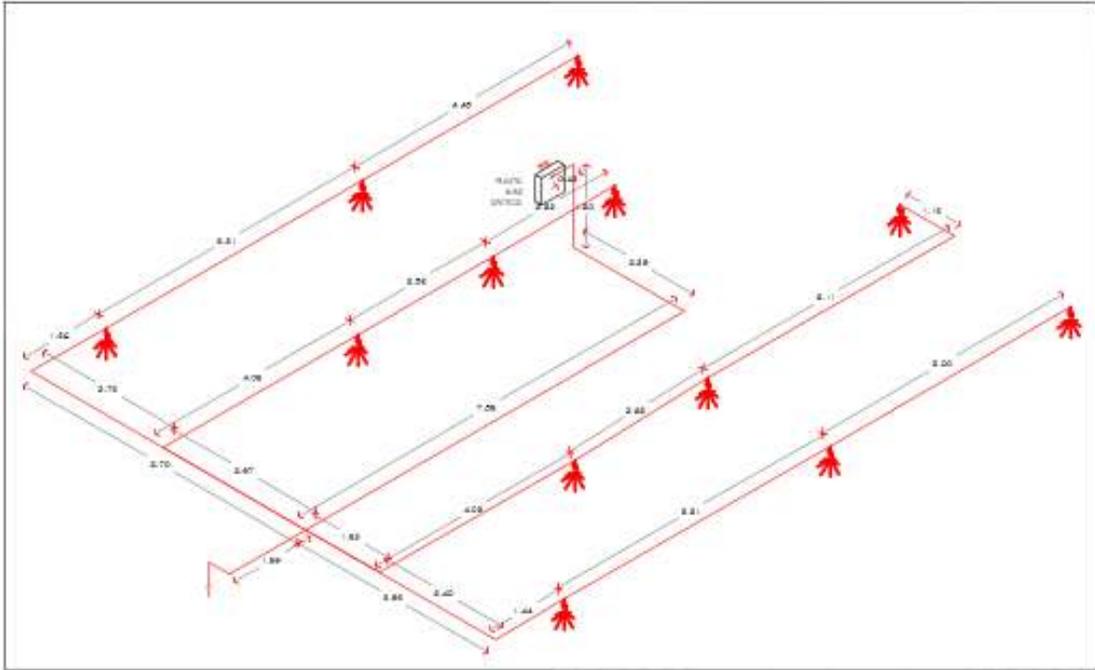
$$\text{Volumen} = 25320 \text{ Gal.}$$

$$\text{Volumen} = 95.83 \text{ m}^3.$$

3.2.6 Cálculo de la Altura Dinámica Total (TDH).

Para efectuar los cálculos correspondientes, se realiza un esquema con la propuesta de diseño de la planta donde se encuentra el punto más crítico, que para este caso es el BIE que se encuentra en el quinto piso (Figura No. 24)

Figura No.24 Esquema de diseño (isométrico).



Fuente: Andrés Mendoza

Teniendo el esquema del diseño y el requerimiento de agua para la red hídrica, se procede a calcular el cabezal dinámico total (TDH) por medio de la siguiente fórmula:

$$TDH = \Delta Z + \Delta P + H_f + CV$$

Donde:

TDH = Cabezal Dinámico Total, en ft ó Psi

ΔZ = Diferencia de altura entre el lado de succión y descarga de la bomba, en ft.

ΔP = Diferencia de Presión entre el lado de succión de descarga (Presión del gabinete más lejano, el que sea mayor), en ft ó Psi

Hf = Perdidas por Fricción del sistema, en ft.

CV = Columna de Velocidad, en ft.

Delta altura (ΔZ), es la distancia vertical entre el nivel del líquido en el reservorio de succión y el punto de descarga del líquido en la boca de incendio equipada más alejado del cuarto de bombeo, por lo tanto el valor de **$\Delta Z = 20.08$ m (65.19 ft).**

Según el Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito y las recomendaciones dadas por las normas NFPA, los cajetines de mangueras deben trabajar a una presión mínima de **65 PSI (4.5 Kg/cm²)**, por lo tanto, el flujo de agua en cada cajetín de manguera a una presión de 65 Psi es de 100 gpm.

Teniendo que el punto más crítico en el sistema contra incendio es el BIE más alejado que se encuentra en la quinta planta, se puede decir que el valor **$\Delta P = 65$ Psi (150.15 ft).**

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

Pérdidas por fricción.

Las pérdidas de fricción son obtenidas usando el método de longitud equivalente, usando la Tabla 2, la cual expresa las pérdidas de fricción de los

accesorios. Esta longitud es adicionada a la longitud de la tubería, que se la obtiene a partir de los planos de las tuberías, a esta suma se le multiplica un factor de fricción que depende del diámetro y flujo de agua que circula en las tuberías que se lo obtiene en la Tabla 6 (pérdidas por fricción en las tuberías de acero), y se lo divide por cada 100 ft de longitud, de esta manera se obtiene el total de pérdidas por fricción en las tuberías.

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

Tabla No.6 Longitudes equivalentes de tubería de acero cedula 40

Accesorios y Válvulas	Accesorios y Válvulas expresados en Pies Equivalentes de Tubería														
	½ pulg (15 mm)	¾ pulg (20 mm)	1 pulg (25 mm)	1¼ pulg (32 mm)	1½ pulg (40 mm)	2 pulg (50 mm)	2½ pulg (65 mm)	3 pulg (80 mm)	3½ pulg (90 mm)	4 pulg (100 mm)	5 pulg (125 mm)	6 pulg (150 mm)	8 pulg (200 mm)	10 pulg (250 mm)	12 pulg (300 mm)
Codo a 45°	—	1 (0,3)	1 (0,3)	1 (0,3)	2 (0,6)	2 (0,6)	3 (0,9)	3 (0,9)	3 (0,9)	4 (1,2)	5 (1,5)	7 (2,1)	9 (2,7)	11 (3,4)	13 (4)
Codo estándar a 90°	1 (0,3)	2 (0,6)	2 (0,6)	3 (0,9)	4 (1,2)	5 (1,5)	6 (1,8)	7 (2,1)	8 (2,4)	10 (3)	12 (3,7)	14 (4,3)	18 (5,5)	22 (6,7)	27 (8,2)
Codo de giro largo a 90°	0,5 (0,2)	1 (0,3)	2 (0,6)	2 (0,6)	2 (0,6)	3 (0,9)	4 (1,2)	5 (1,5)	5 (1,5)	6 (1,8)	8 (2,4)	9 (2,7)	13 (4)	16 (4,9)	18 (5,5)
Té o cruz (giro de flujo de 90°)	3 (0,9)	4 (1,2)	5 (1,5)	6 (1,8)	8 (2,4)	10 (3)	12 (3,7)	15 (4,6)	17 (5,2)	20 (6,1)	25 (7,6)	30 (9,1)	35 (10,7)	50 (15,2)	60 (18,3)
Válvula mariposa	—	—	—	—	—	6 (1,8)	7 (2,1)	10 (3)	—	12 (3,7)	9 (2,7)	10 (3)	12 (3,7)	19 (5,8)	21 (6,4)
Válvula de compuerta	—	—	—	—	—	1 (0,3)	1 (0,3)	1 (0,3)	1 (0,3)	2 (0,6)	2 (0,6)	3 (0,9)	4 (1,2)	5 (1,5)	6 (1,8)
Retención tipo charnela*	—	—	5 (1,5)	7 (2,1)	9 (2,7)	11 (3,4)	14 (4,3)	16 (4,9)	19 (5,8)	22 (6,7)	27 (8,2)	32 (9,3)	45 (13,7)	55 (16,8)	65 (20)

Para unidades SI: 1 pulg = 25,4 mm; 1 pie = 0,3048 m

Nota: La información sobre tubería de ½ pulg se incluye en la tabla sólo porque se permite bajo 8.22.19.3 y 8.22.19.4.

*Debido a las variaciones en el diseño de las válvulas de retención, los equivalentes de los tubos indicados en esta tabla, se consideran un promedio.

Fuente: Norma NFPA 13 tabla 22.4.3.1.1 Edición 2007

Para el cálculo de las pérdidas por fricción de cada tubería, se utilizó la siguiente fórmula:

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

Donde:

H_f : Perdidas por fricción por cada 100 pies de tubería, en ft.

L_e : Longitud equivalente de los accesorios, en ft.

L : Longitud de la tubería, en ft.

f : Factor de fricción

Tabla No.7 Longitudes equivalentes de tubería de acero cedula 40

GPM	GPH	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	
		ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.	ft.
1	60	4.30	1.86	.26												
2	120	15.00	4.78	1.21	.38											
3	180	31.80	10.00	2.50	.77											
4	240	54.90	17.10	4.21	1.30	.34										
5	300	83.50	25.80	6.32	1.93	.51	.24									
6	360		36.50	8.87	2.68	.70	.33	.10								
7	420		48.70	11.80	3.56	.93	.44	.13								
8	480		62.70	15.00	4.54	1.18	.56	.17								
9	540			18.80	5.65	1.46	.69	.21								
10	600			23.00	6.86	1.77	.83	.25	.11	.04						
12	720			32.60	9.62	2.48	1.16	.34	.15	.05						
15	900			49.70	14.70	3.74	1.75	.52	.22	.08						
20	1,200			86.10	25.10	6.34	2.94	.87	.36	.13						
25	1,500				38.60	9.65	4.48	1.30	.54	.19						
30	1,800				54.60	13.60	6.26	1.82	.75	.26						
35	2,100				73.40	18.20	8.37	2.42	1.00	.35						
40	2,400				95.00	23.50	10.79	3.10	1.28	.44						
45	2,700					30.70	13.45	3.85	1.60	.55						
70	4,200					68.80	31.30	8.86	3.63	1.22	.35					
100	6,000						62.20	17.40	7.11	2.39	.63					
150	9,000							38.00	15.40	5.14	1.32					
200	12,000							66.30	26.70	8.90	2.27	.736	.30	.08		
250	15,000							90.70	42.80	14.10	3.60	1.20	.49	.13		
300	18,000								58.50	19.20	4.89	1.58	.64	.16	.0542	
350	21,000								79.20	26.90	6.72	2.18	.88	.23	.0719	
400	24,000								103.00	33.90	8.47	2.72	1.09	.279	.0917	
450	27,000								130.00	42.75	10.65	3.47	1.36	.348	.114	
500	30,000								160.00	52.50	13.00	4.16	1.66	.424	.138	
550	33,000								193.00	63.20	15.70	4.98	1.99	.507	.164	
600	36,000								230.00	74.80	18.60	5.88	2.34	.597	.192	
650	39,000									87.50	21.70	6.87	2.73	.694	.224	
700	42,000									101.00	25.00	7.93	3.13	.797	.256	
750	45,000									116.00	28.60	9.05	3.57	.907	.291	
800	48,000									131.00	32.40	10.22	4.03	1.02	.328	
850	51,000									148.00	36.50	11.50	4.53	1.147	.368	
900	54,000									165.00	40.80	12.90	5.05	1.27	.410	
950	57,000									184.00	45.30	14.30	5.60	1.41	.455	
1000	60,000									204.00	50.20	15.80	6.17	1.56	.500	

Fuente: Technical Data Goulds Edición 2003

1)Tubería de acero de $2\frac{1}{2}$ ":

Datos:

Longitud (L)= 32.93 mts.

Flujo en tubería= 100 gpm

Codos 90° = 8

Tee = 4

Válvula check= 1

Válvula Compuerta= 1

Factor de fricción (f)= 7.11

$$L_e \text{ codos } 90^\circ = 6.5 \times 8 = 52 \text{ ft}$$

$$L_e \text{ Tee} = 4 \times 14 = 56 \text{ ft}$$

$$L_e \text{ V. Check} = 16 \times 1 = 16 \text{ ft}$$

$$L_e \text{ V. Compuerta} = 1.4 \times 1 = 1.4 \text{ ft}$$

$$L_{et} = 125.4 \text{ ft}$$

$$\text{Longitud (L)} = 32.93 \text{ m} = 108.04 \text{ ft}$$

$$Hf_1 = \frac{(125.4 + 108.04) \times 7.11}{100}$$

$$Hf_1 = 16.59 \text{ ft}$$

2) Tubería de acero de $1\frac{1}{2}$ ":

Datos:

Longitud (L) = 18.07

Flujo en tubería = 100 gpm

Codos $90^\circ = 3$

Factor de fricción (f) = 62.20

L_e codos $90^\circ = 4.3 \times 3 = 12.90$ ft

$L_{et} = 12.90$ ft

Longitud (L) = 18.07 m = 59.28 ft

$$Hf_2 = \frac{(12.90 + 59.28) \times 62.20}{100}$$

$$Hf_2 = 44.89 \text{ ft} \quad \therefore$$

$$Hf = Hf_1 + Hf_2$$

$$Hf = 16.59 + 44.89$$

$$Hf = 61.48 \text{ ft.}$$

Entonces:

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

$$\text{TDH} = 65.19 + 150.15 + 61.48$$

$$\text{TDH} = 276.82 \text{ ft} \equiv 120 \text{ psi}$$

3.2.7 Cálculo de la Potencia de la Bomba (P).

Para la determinación de la potencia del motor que será empleado en el suministro de agua para la red hídrica del sistema de prevención contra incendio, se aplicará la siguiente fórmula:

$$P_{\text{teorica}} = \text{TDH} \times \rho \times g \times Q_t$$

Donde:

TDH= Altura dinámica (carga de trabajo de la bomba)

ρ = Densidad del agua

Q_t =Caudal total

$$P_{\text{teorica}} = 84.37 \text{ m} \times 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0.033 \text{ m}^3$$

$$P_{\text{teorica}} = 27285.26 \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^3}$$

Considerando la equivalencia de 1HP = 745 W

$$P_{\text{teorica}} = \frac{27285.26}{745}$$

$$P_{\text{teorica}} = 36.18 \text{ HP}$$

Si el motor tiene una eficiencia del 85 %, entonces

$$P_{\text{real}} = \frac{P_{\text{teorica}}}{(\%)}$$

$$P_{\text{real}} = \frac{36.18}{0.85}$$

$$P_{\text{real}} = 42.56 \text{ HP} \approx 50\text{HP}$$

3.2.8 Selección de la Bomba.

Se determina el uso de una bomba tipo centrífuga, la cual tendrá una succión positiva.

Según la NFPA 20 5.8.2, Las bombas centrífugas contra incendio deberán tener una de las capacidades nominales de acuerdo a la tabla No. 8

Tabla No.8 Capacidades de bombas centrífugas contra incendio.

GPM	Lt/min	GPM	Lt/min
25	95	1000	3785
50	189	1250	4731
100	379	1500	5677
150	568	2000	7570
200	757	2500	9462
250	946	3000	11355
300	1136	3500	13247
400	1514	4000	15140
450	1703	4500	17032
500	1892	5000	18925
750	2839		

En el cálculo anterior se determinó que el caudal necesario para alimentar a los rociadores y los gabinetes fue de 520 gpm, con este dato se acude a la tabla

No 8 y se establece que la bomba contra incendio será una que tenga un caudal de 500 gpm. Para determinar el rango de presión se determina mediante la tabla No. 9

Tabla No.9 Capacidades de bombas centrifugas contra incendio.

CAPACIDAD	IMPULSION
NOMINAL	NOMINAL
gpm	psi
250	40 - 167
500	40 - 278
750	40 - 266
1000	40 - 244
1250	43 - 236
1500	40 - 228
2000	53 - 210
2500	50 - 213
3000	60 - 165
3500	94 - 151
4000	94 - 223
4500	90 - 223
5000	88 - 221

Se observa que el rango de presión será de 40-278 psi.

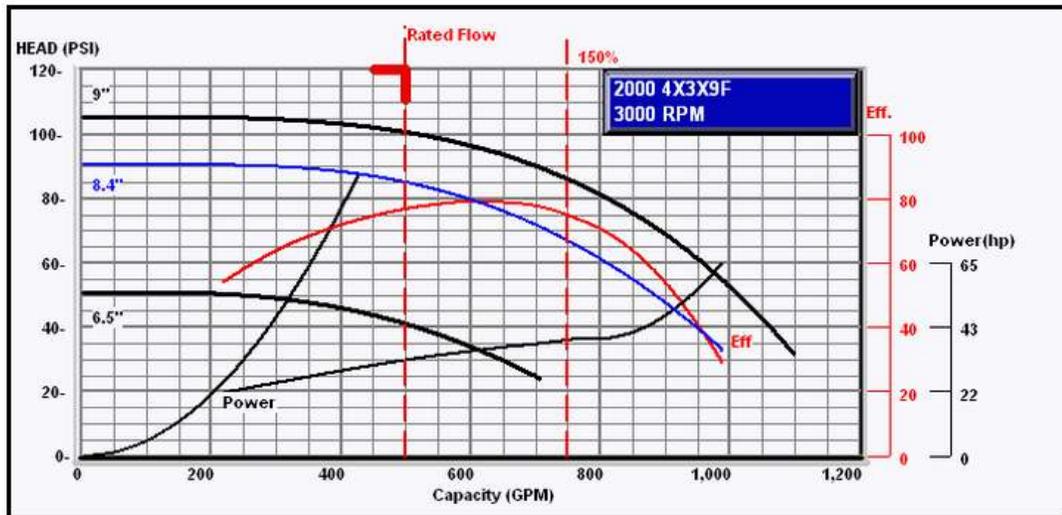
Para la selección de la bomba idónea se utilizó el programa del proveedor en donde al introducir los valores calculados del cabezal dinámico total (TDH) = 120 psi y un flujo de 500 gpm da como resultado los datos técnicos de la bomba (Ver figura No.24).

La bomba deberá suministrar un caudal no menor del 150% de la capacidad del diseño y una presión no menor que el 65% de la presión de diseño.

Figura No.25 Curva TDH vs Caudal (diseño bomba)

A-C Fire Pump Systems ▶

■ Pump Selection Program

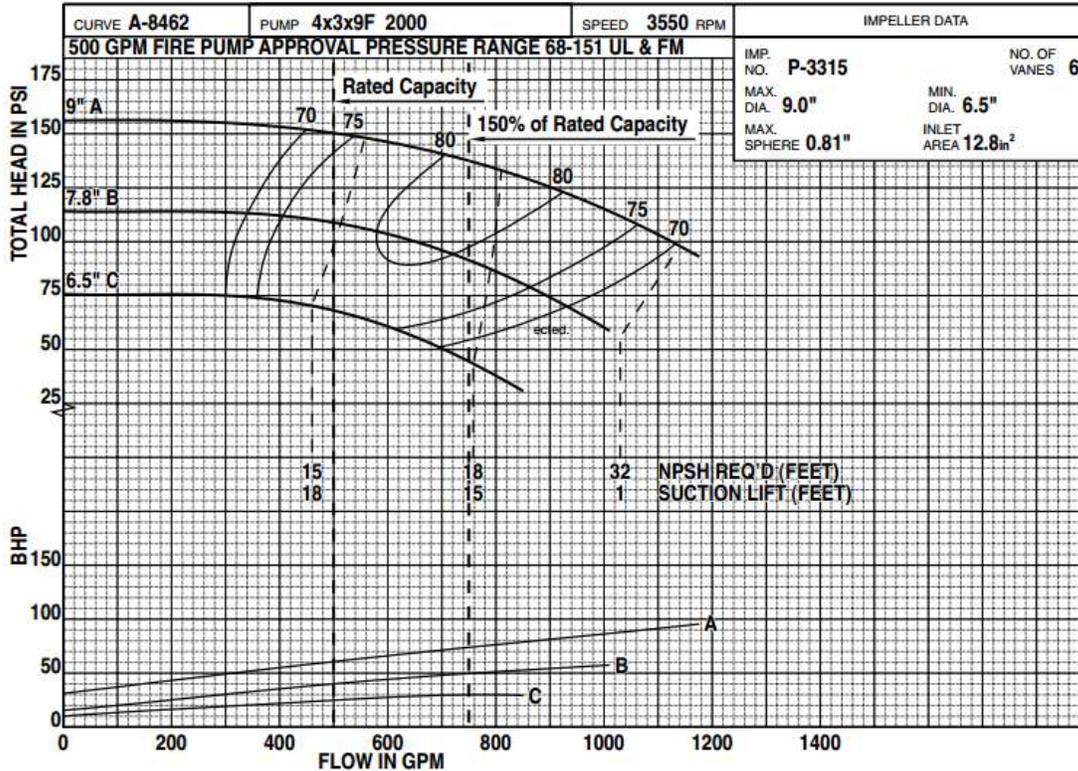


Fuente: A-C Fire Pump Systems

La bomba seleccionada tiene las siguientes características:

- Marca: Xilen inc.
- Modelo: 4x3x9F
- Flujo: 500gpm
- Cabezal dinámico total (TDH): 120 psi
- Velocidad: 3000 rpm

Figura No.26 Curva de la bomba tipo vertical



Fuente: A-C FirePump

Bomba Jockey

Las bombas Jockey o las bombas de mantenimiento de presión para sistemas de aspersión son un componente de bajo costo, pero esencial en un sistema de bombas contra incendio por aspersión. Por lo general, la bomba jockey tiene una capacidad del 1% al 5% de la bomba principal (500gpm)

Cuando la presión del agua decrece por debajo de la presión preajustada el interruptor de presión energiza un arrancador el cual activa la bomba Jockey.

Esta bomba se utiliza para mantener la presión del sistema evitando que trabajen las bombas principales para reponer las pequeñas fugas, su capacidad

variará entre el 1% y el 5% con respecto a la capacidad de la bomba principal, por lo tanto el caudal de la bomba Jockey será de 20 gpm.

La presión de la bomba Jockey será 10 psi, más que la presión principal por lo tanto tendrá una presión de 130 psi

La bomba auxiliar o Jockey seleccionada es una bomba vertical de etapas multiples, marca Goulds, modelo e-SV, 20 gpm y 130 psi.

3.2.9 Dimensión y selección de tuberías.

Los requisitos para el dimensionamiento de los sistemas por tablas de tuberías no se aplican a los sistemas calculados hidráulicamente. Los diámetros de las tuberías deben estar de acuerdo con la tabla No. 6

Tabla No.10 Tabulación de tuberías para Riesgo Ordinario

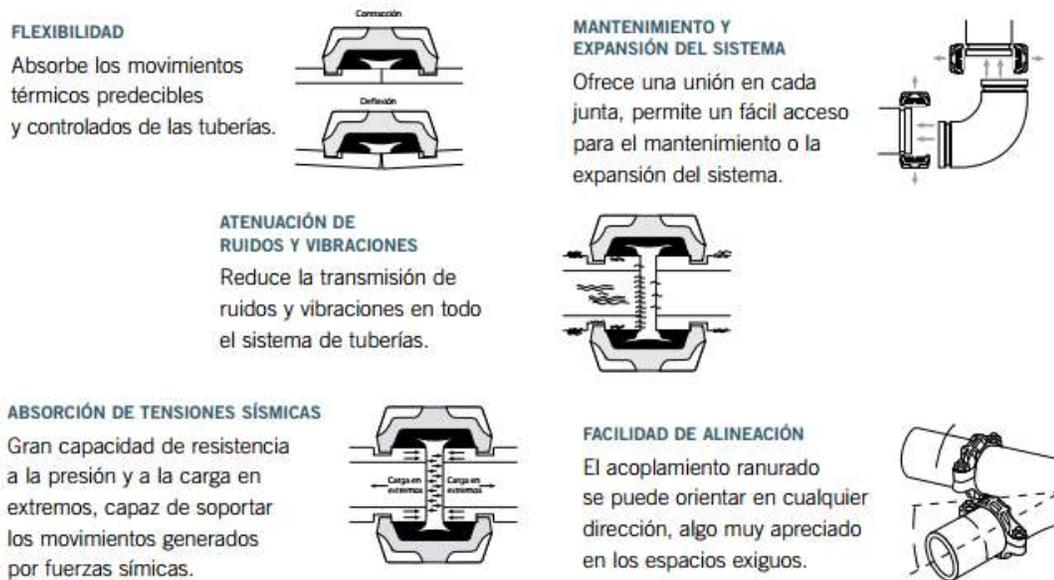
Acero		Cobre	
1 pulg	2 rociadores	1 pulg	2 rociadores
1¼ pulg	3 rociadores	1¼ pulg	3 rociadores
1½ pulg	5 rociadores	1½ pulg	5 rociadores
2 pulg	10 rociadores	2 pulg	12 rociadores
2½ pulg	20 rociadores	2½ pulg	25 rociadores
3 pulg	40 rociadores	3 pulg	45 rociadores
3½ pulg	65 rociadores	3½ pulg	75 rociadores
4 pulg	100 rociadores	4 pulg	115 rociadores
5 pulg	160 rociadores	5 pulg	180 rociadores
6 pulg	275 rociadores	6 pulg	300 rociadores
8 pulg	Ver Sección 8.2	8 pulg	Ver Sección 8.2

Para unidades SI, 1 pulg = 25,4 mm.

Fuente: Norma NFPA 13 Tabla 22.5.3.4 Edición 2007

Al haber obtenido los diámetros de tuberías y ubicación de los componentes, se selecciona un sistema de tuberías de acero Schedule 40 de fácil montaje con el sistema de soporte completo, debido a que presenta las siguientes características:

Figura No.27 Características del sistema de montaje



Fuente: VictaulicCompany

Figura No.28 Esquema de montaje de tubería



Fuente: VictaulicCompany

3.2.10 Conexión a Siamesa

En la fachada principal de la edificación se debe instalar una toma Siamesa para uso exclusivo de Bomberos, que permita alimentar la red hídrica a partir del carro con Bombas del cuerpo de Bomberos.

La Siamesa tendrá dos entradas, construidas en bronce de $2\frac{1}{2}$ " \times $2\frac{1}{2}$ " \times 4" de cuerpo recto con sus tapas, tapones y cadenas correspondientes, salida inferior interna en ángulo de 90° para conexión a la línea de agua de 4", placa exterior integrada al cuerpo de la pieza. Adicional se debe colocar una válvula de control y una válvula de retención.

Figura No.29 Conexión a Siamesa



Fuente: www.securityinfire.com

3.3 Mapa de Riesgos, Recursos y Evacuación.

El mapa, es una representación gráfica de la edificación, en donde se identifican los recursos con los que cuenta la edificación para actuar frente a un conato de incendio, así como también los riesgos y rutas de evacuación.

Mediante la ficha de observación se pudo constatar todos los recursos con los que cuenta la edificación el cual fue plasmado en el plano levantado, y en donde también se representa la implementación de red hídrica propuesta.

La elaboración del Mapa de Riesgos considera la siguiente reglamentación:

- Norma INEN 439: Colores, Señales y Símbolos de seguridad.
- Norma INEN 440: Colores de Identificación de Tuberías.

El objetivo a cumplir con la elaboración del Mapa de Riesgos son las siguientes:

- Reconocer los riesgos existentes en las instalaciones del hotel.
- Identificar las capacidades y los recursos.
- Analizar los riesgos a los que está expuestos los huéspedes como el personal que labora en el hotel y así valorar los daños potenciales.
- Analizar las vulnerabilidades presentes para cambiarlas de tal manera que se conviertan en capacidades.

Se presenta el Mapa de Riesgos, recursos y evacuación en formato A3 con el detalle de leyendas y símbolos así como también firmas de responsabilidad (anexo 1).

3.4 Programación y puesta en marcha.

La presente programación de obra se considera en función de la ocupación del hotel de tal modo que no afecte su operación y no se tenga que cerrar para su implementación.

Tabla No.11 Programación de obra para la implementación de la red hídrica.

Descripción de trabajos	Mes 1				Mes 2				Mes 3
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aperturas de 82x 82 cm en muros									
Preparación de tubería									
Instalación de tubería de 2 1/2"									
Instalación de tubería de 1 1/2"									
Instalación de gabinetes 80*80 cm									
Instalación de accesorios en gabinetes									
Instalación del sistema de bombeo									
Pruebas y puesta en Marcha									

CAPÍTULO IV

4. PLAN DE MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN, ANÁLISIS DE COSTOS DE LOS SISTEMAS DISEÑADOS

4.1 Plan de mantenimiento de los sistemas diseñados.

El mantenimiento que se le dé a los sistemas contra incendio garantizan su correcto funcionamiento y por consiguiente logran cumplir su misión para la cual fueron instalados

La ordenanza 470 en sus anexos de Reglas Técnicas establece que una vez que sea instalado el sistema de supresión contra incendios se deberá someter al sistema a inspección y prueba, conforme a los requerimientos de la norma NFPA 25.

El objetivo principal de la norma NFPA 25 es proporcionar los requerimientos para garantizar un grado razonable de protección de la vida y propiedad contra incendios por medio de métodos mínimos de inspección, prueba y mantenimiento para sistemas de protección de incendios a base de agua.

Las pruebas de un sistema contra incendios es mediante un procedimiento que determine el estado de las partes por chequeo físico llevados periódicamente como: Pruebas de flujo de agua, prueba de la bomba, pruebas de alarmas, pruebas de tuberías, pruebas de válvulas de inundación y pre acción.

Si se realizan correctamente las inspecciones periódicas, pruebas y mantenimientos, los equipos se mantendrán en excelentes condiciones y algún defecto o daño puede ser descubierto y solucionado.

4.1.1 Sistema de Rociadores.

La norma NFPA 25 determina con qué frecuencia se debe realizar la inspección, prueba y mantenimiento en un sistema de rociadores, el cual se detalla en la Tabla 10.

Tabla No.12 Inspección, Prueba y Mantenimiento de sistemas de rociadores. NFPA

Item	Actividad	Frecuencia
Indicadores (secos, pre acción, inundación)	Inspección	Semanal/mensual
Válvulas de control	Inspección	Semanal/mensual
Dispositivos de flujo de agua	Inspección	Trimestral
Manómetros (Sistemas de tubería húmeda)	Inspección	Mensual
Rotulo hidráulico	Inspección	Trimestral
Edificios	Inspección	Anual
Abrazaderas Soportes sísmicos	Inspección	Anual
Tubos y conexiones	Inspección	Anual
Rociadores	Inspección	Anual
Rociadores de respuesta	Inspección	Anual
Conexiones del cuerpo de bomberos	Inspección	Trimestral
Válvulas (todo los tipos)	Inspección	Trimestral
Dispositivos de flujo de agua	Prueba	Trimestral/semestral
Desagüe principal	Prueba	Anual
Solución anticongelante	Prueba	Anual
Manómetros	Prueba	5 años
Rociadores - temperatura extra alta	Prueba	5 años
Rociadores - respuesta rápida	Prueba	A 20 años y cada 10 años después
Rociadores	Prueba	A 50 años y cada 10 años después
Válvulas (todo los tipos)	Mantenimiento	Anualmente o cuando se necesite
Investigación de obstrucciones	Mantenimiento	5 años o cuando se necesite
Drenaje de punto bajo (sistema de tubería seca)	Mantenimiento	Anualmente antes de la congelación

Inspecciones

Los rociadores deben inspeccionarse desde el nivel del suelo anualmente. Los rociadores no deben mostrar señales de filtraciones; deben estar libres de corrosión, materiales extraños, pintura y daño físico; y deben estar instalados en la orientación correcta (montante, colgante o en pared lateral).

Cualquier rociador que muestre señales de filtraciones; se haya pintado por persona diferente al fabricante; esté oxidado, dañado, o cargado; o en orientación impropia debe reemplazarse.

Los rociadores de ampolla de vidrio deben reemplazarse si la ampolla se ha vaciado.

Los rociadores instalados en áreas inaccesibles por razones de seguridad debido a operaciones de proceso, deben inspeccionarse durante cada cierre programado.

La sensibilidad térmica debe no ser menor que las permitidas en las pruebas de post-corrosión de nuevos rociadores del mismo tipo.

Se debe mantener el espaciamiento mínimo debajo de todos los rociadores requeridos en la norma de instalación. Las mercancías, amueblamientos o equipos que estén más cerca de los rociadores que lo permitido en la reglamentación de espaciamiento se deben reubicar.

Tuberías y Accesorios

Las tuberías de rociadores y accesorios deben inspeccionarse anualmente desde el nivel del suelo. La tubería y los accesorios deben estar en buenas condiciones y libres de daños mecánicos, filtraciones y corrosión.

La tubería de los rociadores no debe someterse a cargas externas de materiales, ya sea apoyados sobre tuberías o colgados de la tubería.

La tubería instalada en áreas inaccesibles, por razones de seguridad debido a operaciones de proceso debe inspeccionarse durante cada parada programada.

Manómetros

Los manómetros en sistemas de rociadores de tubería húmeda deben inspeccionarse mensualmente para garantizar que estén en buen estado y que se mantiene la presión correcta en el suministro de agua.

Pruebas

Cuando los rociadores han estado en servicio por 75 años, se deben reemplazar o someter muestras representativas de una o más áreas a un laboratorio de pruebas reconocido, aceptable para la autoridad competente, para prueba deservicio en el campo. Los procedimientos de prueba deben repetirse cada 5 años.

La muestra representativa de rociadores para prueba debe consistir de un mínimo de 4 rociadores o 1 por ciento del número de rociadores por cada tipo de rociador, lo que sea mayor.

Cuando un rociador dentro de una muestra representativa no cumple los requisitos de la prueba, todos los rociadores dentro del área representada por una muestra deben reemplazarse.

Los rociadores fabricados con elementos de respuesta rápida que han estado en servicio por 20 años deben reemplazarse, o probarse sobre muestras representativas. Se deben volver a probar a intervalos de 10 años.

Muestras representativas de rociadores con eslabón fusible con una clasificación de temperatura muy alta 163°C(325°F) o mayor, que están expuestos a condiciones de temperatura ambiente máxima continua o semicontinua, deben probarse a intervalos de 5 años.

Cuando los rociadores están expuestos a ambientes agresivos, incluyendo atmósferas corrosivas y suministros de agua corrosiva, a partir de los 5 años, deben ser reemplazados o probarse muestras representativas de los rociadores.

Los rociadores fabricados antes de 1920 deben reemplazarse.

Los manómetros deben reemplazarse cada 5 años o probarse cada 5 años por comparación con un indicador calibrado. Los manómetros que no son exactos hasta dentro de 3 por ciento de la escala plena deben recalibrarse o reemplazarse.

Dispositivos de Alarma

Los dispositivos de flujo de agua, timbres de motor de agua mecánicos y de tipo de interruptor a presión deben probarse trimestralmente.

Los dispositivos de flujo de agua tipo veleta se deben probar dos veces al año.

Las pruebas de alarmas de flujo de agua o sistemas de tubería húmeda deben realizarse abriendo la conexión de prueba de inspección.

Mantenimiento

El mantenimiento correctivo incluye pero no limita reemplazo de rociadores dañados, corroídos o pintados, ajuste de tuberías flojas, reemplazos de soportes desaparecidos, limpieza de impulsor de la bomba, reemplazo de asientos de válvula y empaques, restaurar o chequear áreas sujetas a congelamientos donde están las tuberías de llenado instaladas y reemplazar mangueras rotas o pérdidas, así como pistones. Los rociadores de reemplazo deben tener las características adecuadas para la aplicación deseada. Estas deben incluirlo siguiente:

- Estilo
- Diámetro de orificio y factor K
- Margen nominal de temperatura
- Revestimiento, si lo tiene
- Tipo de deflector (montaje, suspendido, de pared lateral)
- Estipulaciones de diseño

Se permite reemplazar los rociadores de estilo antiguo con rociadores aspersion corrientes.

Se deben usar solamente rociadores nuevos, listados para reemplazar los rociadores existentes.

Los rociadores especiales y de respuesta rápida definidos en la NFPA 13, Norma para la Instalación de Sistema de Rociadores, deben reemplazarse con rociadores de las mismas características de fabricación, modelo, orificio, tamaño, margen de temperatura y respuesta térmica y factor K.

Se debe mantener una provisión de rociadores de repuesto (no menos de seis) en las instalaciones, para que cualquier rociador que haya sido operado o dañado de alguna forma, pueda ser reemplazado prontamente.

Los rociadores se deben guardar en un ambiente cerrado donde la temperatura a la cual estén sujetos no exceda en ningún momento los 38 °C (100 °F).

La existencia de rociadores de repuesto debe incluir todos los tipos y regímenes instalados y debe ser como sigue:

- Para instalaciones protegidas con menos de 300 rociadores un mínimo 6 rociadores.
- Para instalaciones protegidas con 300 a 1000 rociadores un mínimo 12 rociadores.
- Para instalaciones protegidas con más de 1000 rociadores un mínimo 24 rociadores.

Se debe proveer y mantener en el gabinete una llave especial para rociadores para usar en la remoción e instalación de los rociadores. Debe tenerse una llave para cada tipo de rociador instalado.

Los rociadores expuestos a acumulaciones de exceso de pulverización deben estar protegidos usando bolsas plásticas de un aspersor de 0,076 mm (0,003 plg) o deben estar protegidos con pequeñas bolsas de papel.

Los rociadores no se deben modificar en ninguna forma o tener aplicado ningún tipo de ornamento, pintura, o revestimiento después de que son despachados del lugar de fabricación.

4.1.2 Bombas de Incendio.

Según la norma NFPA 25 de acuerdo a la Tabla 11 podemos determinar con qué frecuencia se debe realizar la inspección, prueba y mantenimiento para bombas de incendio.

Tabla No.13 Inspección, Prueba y Mantenimiento frecuentes de Bombas de Incendios. NFPA.

Item	Actividad	Frecuencia
Caseta de bombas, rejilla de ventilación de calefacción	Inspección	Semanal
Sistema de bombas de incendio	Inspección	Semanal
Operación de la bomba (sin flujo)	Prueba	Semanal
Operación de la bomba (con flujo)	Prueba	Anual
Hidráulico	Mantenimiento	Anual
Transmisión mecánica	Mantenimiento	Anual
Sistema eléctrico	Mantenimiento	Variable
Regulador, diferentes componentes	Mantenimiento	Variable
Motor	Mantenimiento	Anual
Sistema de máquina diesel, diferentes componentes	Mantenimiento	Variable

Equipos Auxiliares

El equipo auxiliar del conjunto de bomba debe incluir lo siguiente:

- Accesorios de la bomba.

- Acople de eje de bomba
- Válvula automática de liberación de aire

- Indicadores de presión

- Válvula de alivio de circulación (no se usa en conjunto con propulsión de motor diesel con intercambiador de calor).

Dispositivos de prueba de las bombas.

- Válvulas de seguridad de la bomba y tubería (cuando la presión máxima de descarga de la bomba es mayor que la capacidad nominal de los componentes del sistema o el impulsor es de velocidad variable).
- Bomba mantenedora de presión (jockey) y accesorios
- Suministro de Agua a la Succión de la Bomba
- El suministro de succión para la bomba de incendio debe proveer el flujo requerido a una presión manométrica de cero bar o mayor en la brida de succión de la bomba para llenar la demanda del sistema.

Fuentes de Energía.

Las fuentes de energía para el impulsor de la bomba deben proveer la potencia de freno del impulsor para que la bomba satisfaga la demanda del sistema.

Impulsor.

El impulsor o motor de la bomba no se debe sobre cargar más allá de su capacidad nominal (incluyendo cualquier margen de factor de servicio) al entregar la potencia de freno necesaria.

Control.

Los controles automáticos y manuales para aplicar la fuente de energía al impulsor deben ser capaces de proporcionar esta operación para el tipo de bomba que se usa.

Inspección.

El objeto de la inspección será verificar que el equipo de la bomba aparece en condiciones de operación y está libre de daño físico.

Las siguientes observaciones visuales pertinentes deben hacerse semanalmente:

Condición de la caseta de bombas:

- El calor es adecuado, menos de 4,4 °C (40 °F)
- Las rejillas de ventilación están libres para operación

Condiciones del sistema de bombas:

- La succión y descarga de las bombas y válvulas de paso están totalmente abiertas.
- La tubería está libre de filtraciones
- La lectura del indicador de presiones de la línea de succión es normal
- La lectura del indicador de presión de la línea del sistema es normal
- El depósito de succión está lleno
- Los filtros de succión del foso húmedo están sin obstrucciones y en su lugar

Condiciones del sistema eléctrico:

- La luz piloto del regulador de encendido (poweron) está iluminada
- La luz piloto normal del conmutador de transferencia está iluminada
- La luz piloto de la fase de alarma está apagada o la luz piloto de la fase normal de rotación está encendida
- El nivel de aceite en la ventanilla indicadora está normal

Pruebas.

- Debe realizarse una prueba semanal de los equipos de bombas de incendio sin flujo de agua.
- Esta prueba debe conducirse iniciando la bomba automáticamente.
- La bomba eléctrica debe funcionar por un mínimo de 10 minutos.
- La bomba diesel debe funcionar por mínimo de 30 minutos.
- Debe permitirse que una válvula instalada para abrir como elemento de seguridad descargue agua. Se permite sustituir el temporizador automático de prueba semanal por el procedimiento de iniciación, partida o encendido.

Pruebas Semanales.

Durante la operación semanal de las bombas debe estar presente personal operador calificado. Deben hacerse las observaciones visuales o ajustes pertinentes especificados en la siguiente lista de verificación mientras la bomba está funcionando:

Procedimiento para el sistema de las bombas:

- Registrar las lecturas del indicador de presión de succión y descarga del sistema.
- Revisar los sellos, empaquetaduras de la bomba, para detectar descargas leves (goteo)
- Ajustar las tuercas de los sellos de empaquetaduras, si es necesario
- Detectar ruido o vibración inusual
- Revisar las cajas de empaquetaduras, cojinetes, o la caja de la bomba para detectar sobrecalentamiento
- Registrar la presión inicial de la bomba

Procedimiento para el sistema eléctrico:

- Observar el tiempo que toma el motor para acelerar a velocidad plena
- Registrar el tiempo que el regulador está en el primer paso (para arranque de voltaje o corriente reducida)
- Registrar el tiempo que la bomba funciona después de arrancar (para reguladores de parada automática)

Pruebas Anuales.

Debe hacerse una prueba anual de cada equipo de bomba a flujo mínimo, nominal, y máximo de la bomba de incendio, controlando la cantidad de agua descargada por medio de dispositivos de prueba aprobados.

Si las fuentes de succión disponibles no permiten el flujo a 150 por ciento de la capacidad nominal de la bomba, se permite operar la bomba a la descarga máxima permisible.

Tabla No.14 Inspección, Prueba y Mantenimiento de Bombas de Incendios. NFPA.

Llenar Según el caso	Inspección visual	Revisión	Cambio	Limpieza	Prueba	Frecuencia
Equipo de Bombas						
1. Lubricar los cojinetes			X			Anual
2. Revisar el juego de la extremidad del eje		X				Anual
3. Verificar exactitud de indicadores de presión y detectores		X	X			anual (cambiar o recalibrar cuando estén 5% des calibrados)
4. Revisar alineación de acoples		X				Anual
5. Filtros de succión de foso húmedo		X		X		Después de cada operación de la bomba
Transmisión Mecánica						
1. Lubricar acoples			X			Anual
2. Lubricar engranajes en ángulo recto			X			Anual
Sistema Eléctrico						
1. Ejercitar el interruptor y cortacircuitos				X		Mensual
2. Disparar el cortocircuitó (si existe el mecanismo)				X		Anual
3. Accionar los medios manuales de arranque				X		Semi-anual
4. Inspeccionar y accionar los medios manuales de arranque de emergencia (sin energía)	X			X		Anual
5. Ajustar las conexiones eléctricas si es necesario		X				Anual
6. lubricar las piezas móviles (excepto los arranques y relés)		X				Anual
7. Calibrar la graduación del interruptor automático de presión		X				Anual
8. Engrasar los cojinetes del motor			X			Anual

4.1.3 Sistema de Columna y Manguera.

La norma NFPA 25 establece que se debe realizar la inspección, prueba y mantenimiento en un sistema de columna y manguera, el cual se describe en la tabla No. 13

Tabla No.15 Inspección, Prueba y Mantenimiento de Bombas de Incendios. NFPA.

Item	Actividad	Frecuencia
Válvulas de control	Inspección	Semanal/mensual
Dispositivos de control de presión	Inspección	Trimestral
Tuberías	Inspección	Trimestral
Conexiones de mangueras	Inspección	Trimestral
Gabinetes	Inspección	Anual
Mangueras	Inspección	Anual
Dispositivos de almacenamiento de mangueras	Prueba	Anual
Dispositivo de alarma	Prueba	Trimestral
Boquilla de mangueras	Prueba	Anual
Dispositivo de almacenamiento de mangueras	Prueba	Anual
Mangueras	Prueba	5 años/3 años
Válvulas de control de presión	Prueba	5 años
Válvulas reductora de presión	Prueba	5 años
Prueba hidrostática	Prueba	5 años
Prueba de flujo	Prueba	5 años
Prueba de desagüe principal	Prueba	Anual
Conexiones de mangueras	Mantenimiento	Anual
Válvulas (todo los tipos)	Mantenimiento	Anual

Debe realizarse una prueba de flujo cada 5 años en la conexión de mangueras hidráulicamente más remota de cada zona del sistema de columna para verificar que el suministro de agua continúa proporcionando la presión de diseño requerida.

Las conexiones de Manguera, deben después de cada uso, limpiarse, escurrirse y secarse completamente antes de ponerlas en servicio. Las mangueras que han estado expuestas a materiales peligrosos deben desecharse de manera apropiada o se deben descontaminar por un método aprobado para el contaminante y según recomendación del fabricante. Los equipos que no pasan las estipulaciones de inspección de los requisitos de pruebas deben ser reparados y probados de nuevo o reemplazarse.

4.2 Análisis de Costos.

Una vez obtenido con que capacidades va a trabajar el sistema de protección contra incendios, se procede a realizar el análisis de costo del sistema a implementar. En el anexo 2 se presenta en detalle el análisis de costos unitario, así como también el presupuesto referencial del proyecto de remodelación de la edificación para que pueda operar el hotel Nuhouse.

Costo total de implementación.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL
IMPLEMENTACION SISTEMA CONTRA INCENDIOS				
RED DE TUBERIA CONTRA INCENDIOS	U	1.00	9.751.90	9.751.90
GABINETE CONTRA INCENDIOS	U	2.00	451.50	903.00
ROCIADORES CONTRA INCENDIOS	U	120.00	56.31	6.757.20
SISTEMA DE PRESURIZACION CONTRA INCENDIOS	U	1.00	14.233.18	14.233.18
	TOTAL:			31.645.28

4.3 Conclusiones.

- Es de vital importancia concientizar a las personas de los peligros a los que están expuestos en su lugar de trabajo y reconocer los recursos con los que se cuenta para mitigar su impacto.
- Aunque es posible evitar incendios en cualquier edificio, éstos ocurren de uno o otro modo. Algunas razones son errores humanos, premeditación, fallas en instalaciones eléctricas, mal mantenimiento del equipo de calefacción, y fenómenos naturales, como los rayos.
- Los edificios se deben diseñar de modo que reduzca al mínimo la probabilidad de un incendio y que, en tal caso, se proteja la vida humana y que se limiten los daños a la propiedad.
- Se debe disponer de medios para la pronta extinción de cualquier incendio, principalmente con rociadores automáticos, pero también a través de la acción de personal capacitado.
- Los rociadores automáticos aseguran una protección eficaz en cualquier tipo de edificio, son muy seguros y sólo se activan en caso de necesidad. Controlan los incendios, salvan vidas y bienes. No estropean el mobiliario, puesto que únicamente efectúan el riego sobre instalaciones y artículos ya dañados.
- Los costos que se generan por la implementación de la red hídrica en el hotel Nuhouse, respecto al costo total de la obra de remodelación es de apenas el 1.92% de incremento como se lo demuestra en el anexo No.2, valor que no pueden ser relacionados con el valor implícito de la vida de cada uno de los usuarios, por lo tanto la inversión total tiene un costo beneficio indeterminado que sumado a su aplicación es de beneficio infinito.

- La implementación de la red hídrica en las instalaciones del hotel nuhouse, permite reducir el riesgo ante un conato de incendio otorgando así seguridad tanto en la vida humana y propiedad.

4.4 Recomendaciones

- Se debe realizar capacitaciones periódicas a la brigada contra incendios del hotel, esto los familiariza y mejora la capacidad de respuesta en caso de algún incendio.
- Se debe proporcionar instrucciones a los ocupantes acerca de las medidas de seguridad, como permanecer en su sitio, acudir a zonas de refugio establecidas o evacuar el edificio.
- Un programa de inspección periódica, prueba y mantenimiento debe ser realizado por medio de personal capacitado a través de entrenamiento y experiencia, puesto que al realizar correctamente estos programas los equipos se mantendrán en excelentes condiciones y algún defecto o daño puede ser descubierto y solucionado.
- Los profesionales deben estar actualizando sus conocimientos en materia de prevención y conocer la normativa actual vigente en materia de prevención contra incendios, para que de esta manera puedan realizar su proyección y asesoramiento adecuado al usuario.

BIBLIOGRAFÍA

Juan M. SuayBelengrer (2010). Manual de instalaciones contra incendios. El fuego. Agentes Extintores. Cálculo Hidráulico. Madrid, España.

Luis Armando Díaz Infante (2010). Curso de edificación. México D.F.

Frederick S. Merritt (2000). Enciclopedia de la construcción. México D.F.

Ministerio de inclusión social y económica. Reglamento de Prevención , Mitigación y Protección Contra Incendios, 2009.

NFPA 13, Norma para la Instalación de Sistemas Rociadores, Edición 2007.

NFPA 14, Norma para la Instalación de Tubería Vertical y Manguera, Edición 2007.

NFPA 20, Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias contra Incendios, Edición 2007.

ANEXOS

