

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA CONTRA
INCENDIO EN UNA EMPRESA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS
GASEOSAS"

PROYECTO DE GRADUACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentado por:

FREDDY XAVIER RICCIO MUÑOZ

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año

2015

AGRADECIMIENTO

A DIOS, Y A TODAS
LAS PERSONAS QUE
DE UNA U OTRA
MANERA AYUDARON
A LA REALIZACIÓN DE
ESTE PROYECTO, EN
ESPECIAL A MI
DIRECTOR ING.
ERNESTO MARTÍNEZ

DEDICATORIA

A DIOS

A MIS PADRES

A MI TIA BELLA

A MI ESPOSA LADY

A MI HIJA VALENTINA

A MIS FAMILIARES

Y A MIS AMIGOS

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Jorge Duque R.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Ernesto Martínez L.
DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Mario Patiño A.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

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

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

FREDDY XAVIER RICCIO MUÑOZ

RESUMEN

El presente proyecto de graduación tiene como objetivo principal diseñar un sistema de protección contra incendio en el que se cumpla con la misión principal de proteger al personal ante la presencia de una emergencia asociada con un incendio ya su vez también a los activos de la empresa. Adicional a estos objetivos también se suman los requerimientos legales que se debe cumplir para obtener los permisos de funcionamiento del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil.

En primera instancia se realizó una visita a la empresa para verificar el tipo de actividad que realizaba, áreas de trabajo, entorno, distribución de las áreas, etc.. Una vez realizada la inspección se eligió la metodología MESERI para la evaluación del riesgo de incendio presente en las instalaciones en condiciones iniciales. Ya con los resultados de la evaluación se empezó a realizar el diseño de la red hidráulica contra incendio tomando como referencia las normas internacionales NFPA, la elección de estas normas se las realiza debido a que el marco legal ecuatoriano indica que en ausencia de una ley local se elija una ley internacional, y realizando los cálculos hidráulicos se cumplió con el diseño apropiado de equipos y accesorios para poder combatir un posible incendio. Cuando ya se tuvo lista toda la

información se realizó un plan de trabajo para el montaje del sistema, eligiendo al personal más idóneo para la ejecución de los trabajos detallados en el proyecto.

Una vez realizada la implementación del Sistema Contra Incendio se redujo el nivel de riesgo en la empresa, teniendo ahora un Nivel Leve. En la parte final de este proyecto se encuentran las pruebas, inspecciones y mantenimiento que se le debe dar a todo el sistema para que se encuentre operativo en todo momento, esta parte es muy esencial ya que este sistema debe tener una disponibilidad debe ser del 100%, siempre listo para cualquier emergencia.

INDICE GENERAL

RESUMEN	i
INDICE GENERAL	iii
ABREVIATURAS.....	vi
SIMBOLOGÍA	vii
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INDICE DE TABLAS	xiii
INDICE DE APÉNDICES.....	xv
INDICE DE PLANOS	xvi
INTRODUCCIÓN	17
CAPÍTULO 1.....	19
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	19
1.1. Actividad y Ocupación de la Empresa	19
1.2. Misión de la Empresa	19
1.3. Visión de la Empresa.....	19
1.4. Organigrama de la Empresa	20
1.5. Descripción del área física.....	20
1.6. Descripción del Proceso de Producción.....	21
CAPÍTULO 2.....	23
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	23
2.1. Teoría del Fuego	23
2.1.1. Generalidades.....	23
2.1.2. El Calor	24
2.1.2.1. Tipos de Transferencia de Calor.....	32
2.1.3. El Fuego.....	43
2.1.3.1. Combustión	44
2.1.4. Métodos de Extinción	61

2.1.4.1.	Enfriamiento	62
2.1.4.2.	Aislamiento	65
2.1.4.3.	Ahogamiento	66
2.1.4.4.	Inhibición Química de la Llama	67
2.1.5.	Clasificación del Fuego	67
2.1.6.	Normas NFPA.....	71
CAPÍTULO 3.....		75
3.	ANÁLISIS DE RIESGO	75
3.1.	Metodología para evaluación	75
3.2.	Análisis por Departamento.....	97
3.3.	Mapa de Riesgos.....	101
CAPÍTULO 4.....		104
4.	DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO	104
4.1.	Aplicación de las Normas NFPA.....	106
4.2.	Elementos que forman parte del Sistema Contra Incendio	109
4.3.	Cálculos Hidráulicos	151
4.4.	Selección de equipos y materiales	180
CAPÍTULO 5.....		194
5.	MONTAJE Y CONSTRUCCIÓN.....	194
5.1.	Diagrama de Gantt.....	194
5.2.	Procedimiento de Montaje	195
5.3.	Pruebas Hidrostáticas.....	212
5.4.	Mantenimiento de los componentes del sistema	228
CAPÍTULO 6.....		234
6.	ANÁLISIS DE COSTOS	234
6.1.	Costos de Materiales	234
6.2.	Costos de Equipos	236
6.3.	Costos de Manufactura	236
CAPÍTULO 7.....		237

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	237
APÉNDICES.....	239
PLANOS	253
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIA.....	256

ABREVIATURAS

ASME	American Society Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
AWS	American Welding Society
AWWA	American Water Works Association, Inc
Cd	Coeficiente de contracción
CEMA	Canadian Electrical Manufactures Association
Cv	Coeficiente de flujo
GPM	Galones por minuto
HP	Horse power
MESERI	Método simplificado para la evaluación de riesgos de incendio
NEMA	National Electrical Manufactures Association
NFPA	National Fire Protection Association
NPSH	Presión de aspiración positiva neta
RPM	Revoluciones por minuto
ΔP	Pérdidas por fricción en psi/ft

SIMBOLOGÍA

A	Área
a	Radio
Ø	Diámetro
du/dy	Gradiente de velocidad
E	Rendimiento
F	Fuerza
f	Factor de fricción
ft	Esfuerzo de tensión permisible
fr	Esfuerzo de tensión permisible
Fy	Esfuerzo comercial de las placas de material
Fu	Esfuerzo último de las placas de material
g	Gravedad
G	Gravedad específica líquida (1.0 para el agua)
H	Energía total, altura presión total o cabezal (bomba); altura de Líquido (pies)
Hp	Potencia efectiva
h	Altura
hd	Altura de impulsión pies (m)
he	Pérdida de contracción brusca
hf	Pérdidas en tuberías
hl	Pérdidas en tuberías
hs	Altura de aspiración

hv	Altura de velocidad
hvd	Altura de velocidad de descarga pies (m)
hvs	Altura cinética de aspiración pies (m)
hp	Altura piezométrica (presión normal)
K	Coefficiente de resistencia o pérdida
KPa	Kilopondio de aire (absoluta)
L	Longitud
Le	Longitud equivalente
m	Flujo de masa
N	Velocidad
Ns	Velocidad específica
P	Presión
Pv	Presión de velocidad
Q	Caudal o flujo de volumen
Re	Número de Reynolds
°C	Grados centígrados
°F	Grados fahrenheit
Q	Flujo total en gpm en un tramo específico
d	Diámetro interno real de la tubería, en pulgadas
C	Coefficiente de fricción
P _f	Pérdida de presión debido a la fricción entre los puntos indicados
P _v	Pérdidas por fricción en psi/ft

h	Elevación en pies
P_e	Pérdidas por elevación en psi/ft
k	Factor de diseño para rociadores
m	Metros
m^2	Metros cuadrados
m^3	Metros cúbicos
gpm	Galones por minuto
ft	Pies
ft^2	Pies cuadrados
m/s	Metros por segundos
mm	Milímetros
psi	Libra por pulgada cuadrada
min	Minutos
t	Tiempo
UL	Underwriter Laboratories.Inc
V	Velocidad media del fluido; volumen
V_s	Volumen específico
v	velocidad
Z	Elevación
ρ	Densidad
γ	Peso específico
ζ	Tensión de cortadura
μ	Viscosidad absoluta

ν	Viscosidad cinemática
ϵ	Rugosidad
Δp	Caída de presión (Lbs. /pulgs ²)
η	Viscosidad de remolino
$\frac{\epsilon}{D}$	Rugosidad relativa

INDICE DE FIGURAS

Figura No. 1 Diagrama de Flujo de Fabricación.....	21
Figura No. 2 Estado de equilibrio.....	29
Figura No. 3 Flujo de calor por conducción	33
Figura No. 4 Flujo de calor en superficies cilíndricas y esféricas.....	36
Figura No. 5 Flujo de calor en pared compuesta	37
Figura No. 6 Espectro de radiación electromagnética	41
Figura No. 7 Radiación de una sustancia	41
Figura No. 8 Productos de la combustión	47
Figura No. 9 Fases de la combustión	52
Figura No. 10 Fase de arder sin llama.....	55
Figura No. 11 Triángulo y tetraedro del fuego	58
Figura No. 12 Combustibles sólidos	59
Figura No. 13 Combustibles líquidos y gaseosos	60
Figura No. 14 Demanda para rociadores.....	114
Figura No. 15 bocatoma tipo 1.....	124
Figura No. 16 bocatoma tipo 2.....	125
Figura No. 17 bocatoma tipo 3	126
Figura No. 18 válvula siamesa.....	130
Figura No. 19 partes de un rociador automático	136
Figura No. 20 rociadores básicos	136
Figura No. 21 rociadores almacenamiento	137
Figura No. 22 Rociadores Decorativos	137
Figura No. 23 rociadores cobertura extendida.....	138
Figura No. 24 rociadores institucionales	138
Figura No. 25 rociadores secos.....	139
Figura No. 26 Bomba Centrífuga Eje Horizontal.....	142
Figura No. 27 bomba centrífuga de eje vertical	144
Figura No. 28 verificación de alineación paralela y angular de conjunto bomba-motor.....	146
Figura No. 29 curva normalizada de presión – caudal para bombas de incendios horizontales y verticales.....	148
Figura No. 30 bomba jockey	150

Figura No. 31	Esquema de conexión de un sistema de tubería húmeda..	152
Figura No. 32	demanda para rociadores	153
Figura No. 33	Patrón de distribución.....	163
Figura No. 34	Cálculo de Longitud de tubería lineal	171
Figura No. 35	esquema gabinete contra incendio tipo 3.....	183
Figura No. 36	descarga de agua de un rociador de 1/2" y 17/32" de orificio nominal	185
Figura No. 37	extintor pqs tipo abc	189

INDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Puntos de inflamabilidad de combustibles.....	50
Tabla No. 2 Métodos de extinción y agentes extintores.....	71
Tabla No. 3 Altura del edificio	78
Tabla No. 4 Mayor sector de incendio	79
Tabla No. 5 Resistencia al fuego	80
Tabla No. 6 Falsos techos	80
Tabla No. 7 Distancia de los bomberos	81
Tabla No. 8 Accesibilidad al edificio.....	82
Tabla No. 9 Peligro de activación	84
Tabla No. 10 Carga de fuego.....	85
Tabla No. 11 Combustibilidad.....	85
Tabla No. 12 Orden y limpieza.....	86
Tabla No. 13 Altura de almacenamiento	87
Tabla No. 14 Factor de concentración	87
Tabla No. 15 Propagación vertical	88
Tabla No. 16 Propagación horizontal.....	89
Tabla No. 17 Destructibilidad por calor	91
Tabla No. 18 Destructibilidad por humo.....	91
Tabla No. 19 Destructibilidad por corrosión	92
Tabla No. 20 Destructibilidad por agua.....	93
Tabla No. 21 Elementos de protección	95
Tabla No. 22 Brigada interna	95
Tabla No. 23 Coeficiente de protección	97
Tabla No. 24 Abastecimiento de agua por clase de riesgos	111
Tabla No. 25 Reservas mínimas de agua.....	112
Tabla No. 26 Recomendación uso de tuberías.....	116
Tabla No. 27 Comparación de materiales de tubería.....	116
Tabla No. 28 Tipos de Extintores.....	132
Tabla No. 29 Tabla de área protegida + distancia máxima rociadores	156
Tabla No. 30 Inspección, prueba y mantenimiento de sistema de tuberías y mangueras.....	214
Tabla No. 31 Inspección, prueba y mantenimiento de rociadores	217

Tabla No. 32 Inspección, prueba y mantenimiento de tanques de almacenamiento de agua.....	218
Tabla No. 33 Inspección, prueba y mantenimiento de válvulas, componentes de válvulas y accesorios	220
Tabla No. 34 Inspección, prueba y mantenimiento de bomba	226

INDICE DE APÉNDICES

Apéndice No. 1 Organigrama de la empresa	20
Apéndice No. 2 Datos Técnicos del rociador	155
Apéndice No. 3 Factor de fricción en función del número de Reynold.....	169
Apéndice No. 4 Diagrama de Moody	170
Apéndice No. 5 Bomba Principal	181
Apéndice No. 6 Bomba auxiliar o Jockey.....	181
Apéndice No. 7 Diagrama de Gantt	194

INDICE DE PLANOS

Plano No. 1 Descripción del área física	20
Plano No. 2 Mapa de Riesgo	101
Plano No. 3 Red Hidráulica del Sistema Contra Incendio.....	180

INTRODUCCIÓN

Hoy en día las empresas a nivel nacional y a nivel mundial debido a la gran competencia que se genera día a día tienen enfocado todos los procesos hacia la producción con calidad, proteger el medio ambiente y tener un ambiente de trabajo seguro para el personal.

El proyecto de graduación se enfocó hacia las mejoras en la seguridad de los trabajadores, brindándole un mecanismo de mitigación y control de riesgos mediante el diseño de un sistema de protección contra incendios, el mismo que tiene como objetivo principal el salvaguardar los bienes materiales, las fuentes de producción y lo más importante a sus trabajadores.

Se consideró que el sistema contra incendio va a ser la primera respuesta que se va a tener cuando haya un conato de incendio ya que mientras esté actuando el sistema ya sea automáticamente (rociadores) o manualmente (gabinetes) los especialistas en extinción de incendios estarán arribando para iniciar con la extinción del fuego.

Fue primordial que se realice la instalación del sistema contra incendio ya que además de incumplir con la legislación ecuatoriana también se expone a un alto riesgo ya que durante los últimos años se ha aumentado el índice de incendios más que todo en el sector industrial, y gracias a la actuación del sistema de protección se ha podido controlar minimizando las pérdidas.

A medida que se desarrolla este proyecto se encontrará la metodología para el diseño de un sistema de protección contra el fuego, seleccionando las mejores alternativas y cumpliendo con la legislación ecuatoriana.

CAPÍTULO 1

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Este capítulo se dedica a la descripción de la empresa tema de estudio, en el mismo se encuentra información relacionada con las actividades principales, número de empleados, procesos productivos, etc.

1.1. Actividad y Ocupación de la Empresa

Es una empresa en amplia expansión en el mercado nacional dedicada a la producción de bebidas gaseosas, así como a la comercialización y distribución de dichas bebidas, su área de cobertura abarca toda la provincia del Guayas, Manabí y la Península.

1.2. Misión de la Empresa

Ofrecer productos de consumo masivo y servicios de calidad orientados a satisfacer a nuestros clientes y consumidores generando constantemente valor a nuestros accionistas y colaboradores

1.3. Visión de la Empresa

Fortalecer nuestra posición competitiva en el mercado y consolidarla como un grupo líder en la industria de consumo masivo en el país, generando un crecimiento consistente y rentable ofreciendo productos ganadores con servicios de calidad, creando valor a nuestros accionistas, empleados, proveedores, clientes y consumidores, contribuyendo al desarrollo de las comunidades a las cuales servimos.

1.4. Organigrama de la Empresa

Apéndice No. 1 Organigrama de la empresa

1.5. Descripción del área física

La empresa embotelladora consta de las siguientes áreas:

- Oficinas Administrativas
- Bodega de Materiales y Empaques
- Planta de Producción
- Equipos auxiliares de Producción
- Bodega de producto terminado
- Patio de maniobras

Plano No. 1 Descripción del área física

1.6. Descripción del Proceso de Producción

El proceso de producción es la fabricación de concentrado para bebidas gaseosas, el mismo que se utilizará posteriormente para la fabricación de las bebidas gaseosas con el sabor determinado.

Inicia con la producción de jarabe simple en sala de cocimiento, luego este jarabe es almacenado en tanques de acero inoxidable, en los mismos se agregan los preservantes, conservantes y sabores transformando en jarabe terminado, que al final pasa a ser la bebida.

Cuando a la bebida se le agrega calor y CO₂ se transforma en bebida gaseosa

Independientemente se realiza el tratamiento de aguas.

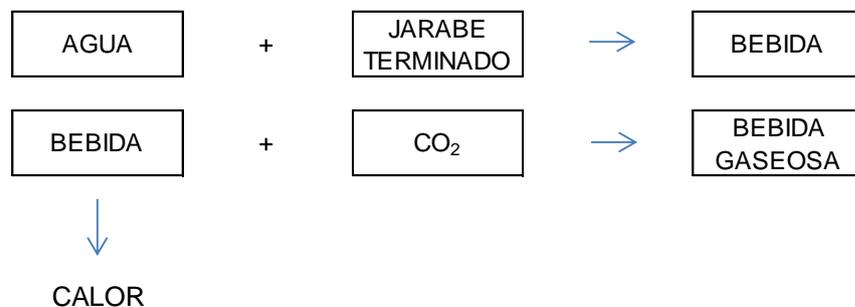


Figura No. 1 Diagrama de Flujo de Fabricación [Fuente:Información de empresa]

Una vez que se encuentra lista la bebida gaseosa se procede al empaclado para lo cual se tienen los siguientes equipos:

- Máquina alimentadora de envases
- Máquina enjuagadora
- Máquina llenadora
- Máquina tapadora automática
- Enfardadora
- Túnel de termo encogido

Luego que ha pasado por todo el proceso el producto sale arreglado y el operador se encarga del paletizado y cuando está listo el pallet con el arreglo ya definido, un operador de montacargas se encarga de llevarlo y almacenarlo en la bodega de producto terminado.

CAPÍTULO 2

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

En este capítulo se transcribirá los diferentes conceptos sobre las propiedades del fuego, tipos de combustión, métodos de extinción que ayudará para el desarrollo del proyecto.

2.1. Teoría del Fuego

2.1.1. Generalidades

Se llama fuego a la reacción química de oxidación violenta de una materia combustible, con desprendimiento de llamas, calor y gases. Es un proceso exotérmico. Las llamas son las partes del fuego que emiten luz visible.

Se señala también como una reacción química de oxidación rápido que es producida por la evolución de la energía en forma de luz y calor.

En la antigüedad clásica el fuego fue uno de los cuatro elementos clásicos junto con el agua, la tierra y el aire. Estos cuatro elementos representaban las cuatro formas conocidas de la materia y eran utilizados para explicar diferentes comportamientos de la naturaleza.

2.1.2. El Calor

Antes de estudiar la obtención del calor y el fuego con sus leyes y fórmulas debemos explicar la diferencia existente entre las magnitudes físicas Temperatura y Calor.

Todas las sustancias sean, sólidas, líquidas o gaseosas, pueden calentarse. Su estado de agregación (sólido, líquido o gaseoso) depende del grado de calentamiento.

Podemos tener:

Los alimentos y el agua se calientan en una casa o cocina de gas o eléctrica.

Para trabajar los metales se les calienta con llama o eléctricamente.

Los cojinetes mal lubricados de máquinas se calientan debido al rozamiento.

En estos casos se transforman diferentes formas de energía en calor. Por tanto se llega a la conclusión de que: el calor (cantidad de calor) es energía.

La unidad de calor es el Joule.

Para comprender que es el calor vamos a suponer que tenemos un cubo de hielo a una temperatura de -4°C . Se le calienta lentamente, o sea que se le suministra energía que se transforma en calor. El cubo de hielo se calienta hasta 0°C y se funde convirtiéndose en agua. Este punto se denomina punto de fusión. Si seguimos suministrando energía, después que el hielo se haya transformado totalmente en agua aumentará la temperatura hasta alcanzar un máximo de 100°C , con lo que habremos alcanzado el punto de ebullición. El agua se transforma en vapor.

Las moléculas de agua, que en estado sólido (hielo) se encuentran fijas en un punto, tienen una vibración propia. Como consecuencia del suministro de calor se intensifica esta vibración hasta que finalmente las moléculas se separan una de otras y abandonan sus lugares físicos. Sin embargo, siguen encontrándose confinadas en un determinado espacio. Si seguimos suministrando energía, la vibración sigue intensificándose hasta que finalmente, en el punto de ebullición, es tan fuerte que las moléculas se separan y se mueven libremente por el espacio en forma de vapor.

Por lo que se llega a la conclusión que el calor es la energía de vibración de partículas. La temperatura es una medida del estado térmico (estado de

vibración) y la unidad de medida son los grados. Si el calor es una vibración de las partículas y la temperatura una medida del estado de vibración, debe existir un estado en el que todo esté en reposo, que es el cero absoluto.

Entonces el calor es una manifestación de la energía provocada por el movimiento molecular. Al calentarse un cuerpo, aumenta la energía cinética de las moléculas, produciéndose choques más o menos violentos, según la cantidad de calor entregada.

Escalas de Temperatura

El físico sueco Andrés Celsius (1701-1744) llamaba al punto de fusión del hielo “cero grados” (0°C) y al punto de ebullición del agua “cien grados” (100°C). El cero absoluto de temperatura se encuentra en $-273,15^{\circ}\text{C}$.

En 1716 el físico alemán Daniel Gabriel Fahrenheit (1686-1736) introdujo la escala Fahrenheit, al punto de congelación del agua asigna el valor de 32°F y al de ebullición el de 212°F , divide la escala en 180° .

Comparándola con la escala Celsius que divide ese intervalo en 100° da como resultado la ecuación (2.1)

$$^{\circ}\text{F} = 32^{\circ} + \frac{9}{5} ^{\circ}\text{C} \quad (2.1)$$

Paralelamente a la escala Celsius se introdujo la escala Kelvin de temperaturas, por el físico inglés Lord Kelvin of Largs (1824- 1907). En esta escala el cero no se encuentra en el punto de fusión del hielo sino en el cero absoluto. Con ello el punto de fusión del hielo está a 273,15 K y el punto de ebullición del agua está en 373,15 K.

Intensidad de calor y cantidad de calor

El calor es susceptible de medir; lo que se efectúa teniendo en cuenta dos magnitudes fundamentales: intensidad de calor y cantidad de calor.

La intensidad de calor está relacionada con la velocidad del movimiento molecular estableciéndose para medirla una práctica que da una idea del grado o nivel de calor que tiene un cuerpo determinado. Arbitrariamente se fijan parámetros comparativos que permiten determinar dicho nivel de calor, al que se denomina temperatura.

La cantidad de calor de un cuerpo representa la suma de las energías térmicas de todas las moléculas que lo componen. Es decir que, mientras la

cantidad de calor o temperatura indica el grado de movimiento molecular o el nivel de calor de un cuerpo, esta magnitud señala su contenido total de calor.

La ecuación calorimétrica

La experiencia pone de manifiesto que la cantidad de calor tomada (o cedida) por un cuerpo es directamente proporcional a su masa y al aumento (o disminución) de temperatura que experimenta. La expresión matemática de esta relación corresponde a la ecuación calorimétrica (2.2)

$$Q = C_e m (T_f - T_i) \quad (2.2)$$

Donde,

Q representa el calor cedido o absorbido.

m representa la masa del cuerpo.

T_f y T_i representan las temperaturas final e inicial respectivamente.

La letra C_e representa la constante de proporcionalidad correspondiente y su valor es característico del tipo de sustancia que constituye el cuerpo en cuestión. Dicha constante se denomina calor específico.

Cuando dos cuerpos A y B que tienen diferentes temperaturas se ponen en contacto térmico, después de un cierto tiempo, alcanzan la condición de equilibrio en la que ambos cuerpos están a la misma temperatura.

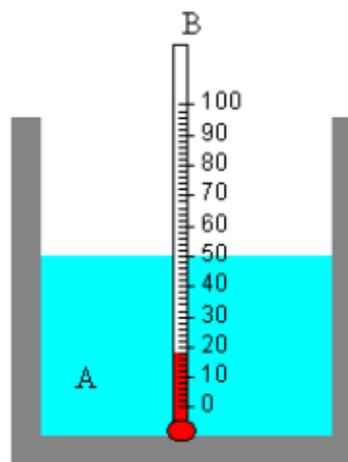


Figura No. 2 Estado de equilibrio [1]

Supongamos que la temperatura del cuerpo A es mayor que la del cuerpo B, $T_A > T_B$. Observaremos que la temperatura de B se eleva hasta que se hace casi igual a la de A. en el proceso inverso, si el objeto B tiene una temperatura $T_B > T_A$, el cuerpo A eleva un poco su temperatura hasta que ambas se igualan.

Cuando un sistema de masa grande se pone en contacto con un sistema de masa pequeña que está a diferente temperatura, la temperatura de equilibrio resultante está próxima a la del sistema grande.

Decimos que una cantidad de calor ΔQ se transfiere desde el sistema de mayor temperatura al sistema de menor temperatura como se puede apreciar en la ecuación (2.3)

La cantidad de calor transferida es proporcional al cambio de temperatura ΔT . La constante de proporcionalidad C se denomina capacidad calorífica del sistema.

$$\Delta Q = C \cdot \Delta T \quad (2.3)$$

Si los cuerpos A y B son los componentes de un sistema aislado, el cuerpo que está a mayor temperatura transfiere calor al cuerpo que está a menos temperatura hasta que ambas se igualan.

Si $T_A > T_B$,

El cuerpo A cede calor: $\Delta Q_A = C_A \cdot (T - T_A)$, entonces $\Delta Q_A < 0$.

El cuerpo B recibe calor: $\Delta Q_B = C_B \cdot (T - T_B)$, entonces $\Delta Q_B > 0$.

Como $\Delta Q_A + \Delta Q_B = 0$

La temperatura de equilibrio, se obtiene de la ecuación (2.4)

$$T = \frac{C_A T_A + C_B T_B}{C_A + C_B} \quad (2.4)$$

La capacidad calorífica de la unidad de masa se denomina calor específico c .

$$C = mc$$

La fórmula para la transferencia de calor entre los cuerpos se expresa en términos de la masa m , del calor específico c y del cambio de temperatura. se representa en la ecuación (2.5)

$$\Delta Q = mc(T_f - T_i) \quad (2.5)$$

Donde T_f es la temperatura final y T_i es la temperatura inicial.

El calor específico es la cantidad de calor que hay que suministrar a un gramo de una sustancia para que eleve en un grado centígrado su temperatura.

Joule demostró la equivalencia entre calor y trabajo $1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$. Por razones históricas la unidad de calor no es la misma que la del trabajo, el calor se suele expresar en calorías.

El calor específico del agua es $c = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$, hay que suministrar una caloría para que un gramo de agua eleve su temperatura en un grado centígrado.

2.1.2.1. Tipos de Transferencia de Calor

Conducción

Es el mecanismo de transferencia de energía que tiene lugar mediante el intercambio de energía cinética entre las partículas de dos sistemas en contacto directo, o de dos partes de un mismo sistema a distinta temperatura. Es, por tanto, una transferencia de energía desde una partícula a otra a través de un medio material, pero sin desplazamiento de éste.

Puede ocurrir en sólidos y fluidos, siendo los sólidos metálicos los mejores conductores del calor.

Consideraremos únicamente la conducción en régimen estacionario y en medios homogéneos, de forma que dicha conducción ocurra en una sola dirección. El ejemplo típico es la conducción de calor a través de una superficie sólida, cuyas superficies se encuentran a distintas temperaturas.

Ley de Fourier

El flujo de calor por conducción es directamente proporcional al área de la superficie de contacto entre los sistemas y al gradiente de temperaturas, es decir, a la variación de temperatura por unidad de longitud.

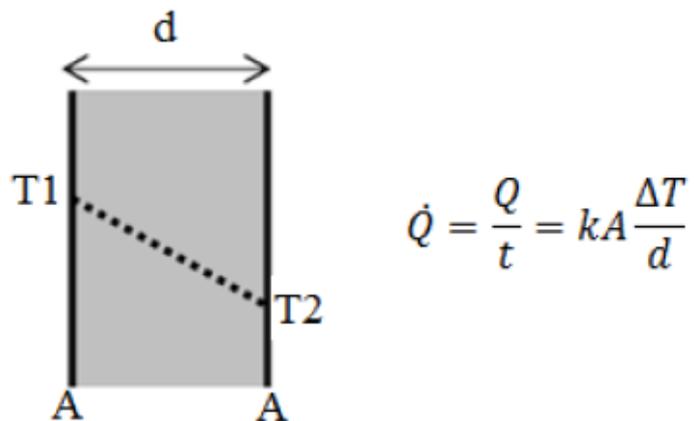


Figura No. 3 Flujo de calor por conducción [1]

$$\Delta T = |T1 - T2|$$

$A = \text{Área de la superficie}$

$d = \text{distancia recorrida}$

$k = \text{conductividad térmica}$

Conductividad térmica

La conductividad térmica es una propiedad física del medio que representa la mayor o menor facilidad que posee para transmitir calor por conducción

Su unidad de medida es $\frac{W}{mK}$

Depende del material del que esté hecho el medio a través del que se conduce el calor. En los gases también depende de la temperatura.

En general, los sólidos son mejores conductores de calor que los líquidos, y estos mejores que los gases.

Se consideran sustancias aislantes las que tiene una conductividad inferior a

$0,06 \frac{W}{mK}$

Los metales tendrán una conductividad térmica alta, mientras que existirán materiales aislantes (corcho blanco, madera) con una baja conductividad térmica. Esto explica el hecho de que al tocar un metal lo notemos más “frio” que un trozo de madera aunque ambos tengan la misma temperatura. De la misma forma, notamos más fría el agua que el aire que nos rodea, aun cuando ambos estén a la misma temperatura.

Resistencia térmica

Cuando se superponen superficies de distinto material, con distinto gradiente de temperaturas y áreas diferentes, conviene definir los términos de conductancia y resistencia térmica.

La resistencia térmica (equivalente a la resistencia en electricidad) indica la dificultad que presenta un trozo de material de espesor determinado al paso del calor representada en la ecuación (2.6)

$$R = \frac{d}{k} \left(\frac{\text{Km}^2}{\text{W}} \right) \quad (2.6)$$

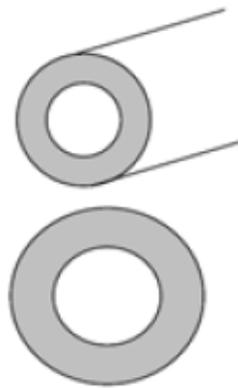
La conductancia térmica será la inversa de la resistencia: $\frac{1}{R}$, y se medirá en

$$\frac{\text{W}}{\text{Km}^2}$$

Flujo de calor por conducción en distintas superficies:

- En una pared plana, A será el área de la pared y d su espesor.
- En una pared cilíndrica y esférica:
 - d será la diferencia entre los radios externo e interno, $d = r_2 - r_1$

- Como las superficies son distintas se calcula un área media logarítmica:



$$A_{cilin} = \frac{2\pi Ld}{\ln(r_2/r_1)}$$

$$A_{esf} = 4\pi r_2 r_1$$

Figura No. 4 Flujo de calor en superficies cilíndricas y esféricas
[Fuente: Beitha Leyton]

Pared compuesta

- Consideramos varias paredes (planas, cilíndricas de longitud L o esféricas) en serie, de igual área pero de distinto material y espesor.
- Se cumple que el flujo de calor a través de cada superficie debe ser el mismo, y entonces:

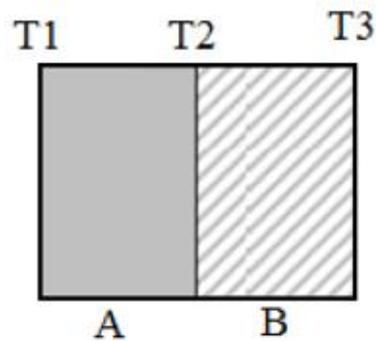


Figura No. 5 Flujo de calor en pared compuesta [1]

Convección

Convección es el mecanismo de transmisión de calor que tiene lugar como resultado del movimiento de un fluido. Se trata, por tanto, de un transporte simultáneo de masa y energía, que requiere la existencia de un fluido.

La convección es forzada cuando el movimiento del fluido está provocado por una causa externa, como un ventilador o una bomba.

La convección es natural o libre cuando es debida a la diferencia de densidad entre las zonas del fluido que se mantienen a distinta temperatura. Esta es la que da lugar, por ejemplo, a las corrientes de aire. En el caso del agua que se está congelando, el movimiento de convección, unido a la dilatación

anómala del agua, hace que se congele primero sólo la superficie. En el caso del cuerpo humano, la sangre actúa como fluido convectivo, que transmite el calor desde el interior del cuerpo hasta su superficie.

El mecanismo de convección se utiliza mucho en los sistemas de calefacción, como el de radiadores de agua caliente.

Ley de enfriamiento de Newton

El flujo de calor por convección entre una superficie sólida y un fluido en contacto se representa mediante la ecuación (2.7)

$$\dot{Q} = \frac{Q}{t} = hA\Delta T \quad (2.7)$$

Siendo ΔT la diferencia de temperatura entre la superficie y el fluido (en valor absoluto), A el área de contacto y h el coeficiente convectivo o coeficiente superficial de transmisión de calor.

Coeficiente convectivo

Su unidad es: $\frac{W}{m^2K}$

No es una propiedad física del material, sino del proceso de convección, ya que depende mucho de las características del fluido y del tipo de flujo que se establezca (laminar o turbulento), de la naturaleza y posición de la superficie sólida.

Radiación

Es una transmisión (emisión y recepción) de energía por medio de ondas electromagnéticas.

No necesita de medio material, es decir, se propaga incluso en el vacío.

Está caracterizada por una determinada longitud de onda, por ejemplo:

- Radiación ultravioleta: 0,01 a 0,38 μm
- Radiación visible: 0,38 a 0,79 μm
- Radiación infrarroja: 0,79 a 1 μm

Las sustancias pueden emitir radiación en distintas longitudes de onda y, por otra parte, ser atravesadas o no por radiaciones de determinadas longitudes de onda. El ejemplo más claro es el de la radiación que proviene del Sol y calienta la Tierra.

Todos los objetos emiten energía radiante en una mezcla de longitudes de onda y, por otra parte, están expuestos a la radiación que les llega de los demás objetos.

La emisión y recepción de radiación depende de la naturaleza de la sustancia, de su temperatura, del estado de su superficie y, en los gases, de su presión y del espesor de la muestra.

Los cuerpos a baja temperatura emiten ondas largas, es decir, emiten microondas o radiación infrarroja. Los cuerpos a mayor temperatura llegan a emitir luz visible o radiación ultravioleta (ondas cortas).

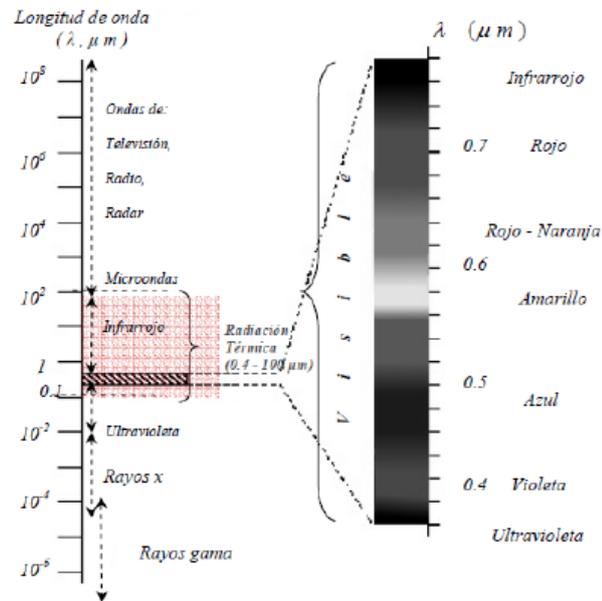


Figura No. 6 Espectro de radiación electromagnética [1]

Cuando la radiación incide sobre una sustancia, parte de la energía es absorbida, aumentando la energía interna de dicha sustancia, y el resto es reflejado o transmitido.

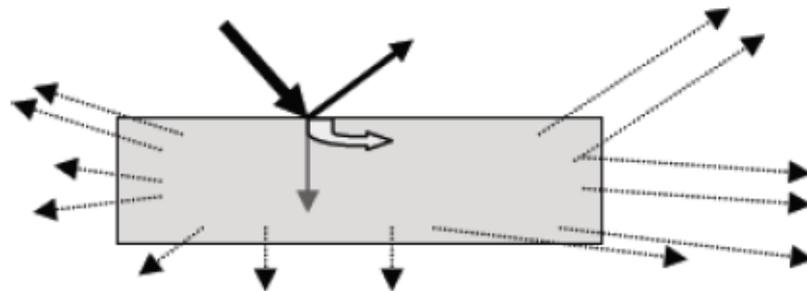


Figura No. 7 Radiación de una sustancia [1]

En los sólidos la parte absorbida se transmite rápidamente hacia su interior, por lo que sólo intervienen el fenómeno una capa superficial. En los gases y en algunos líquidos la absorción es mucho menor, y entonces interviene todo su volumen.

Las plantas se comportan de igual manera que el resto de materiales frente a la radiación solar. Así, por ejemplo, las hojas del manzano absorben el 80% de la radiación que les llega, reflejando un 10% y transmitiendo el otro 10%.

Ley de Stefan-Boltzmann

El flujo de energía radiante, o potencia radiante, emitido por un cuerpo viene dado por la ecuación (2.8)

$$\dot{E} = \frac{E}{t} = \varepsilon \sigma A T^4 \quad (2.8)$$

Donde, A es el área de la superficie del cuerpo, T es la temperatura y σ es la constante de Stefan-Boltzmann, $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$, y finalmente ε es una propiedad del material del que está hecho la sustancia, denominada emisividad, cuyo valor varía entre 0 y 1. La emisividad e un cuerpo depende

la cantidad de radiación que puede absorber. Es decir, un cuerpo que absorbe mucha radiación emitirá también mucha radiación.

Se define como cuerpo negro, como aquel es capaz de absorber toda la energía radiante que incide sobre él y su emisividad será la unidad, $\varepsilon = 1$. Por el contrario, un cuerpo fuertemente reflectante tendrá una emisividad nula, y será un mal emisor y receptor de energía radiante (por ejemplo, las paredes internas de los termos son muy reflectantes, para disminuir las pérdidas de calor por radiación).

2.1.3. El Fuego

Los primeros químicos creían que el fuego se causaba por la liberación de una sustancia, el flogisto, que se encontraba en todos los combustibles naturales. Pero las observaciones realizadas desde finales del siglo XVIII revelaron un ingrediente decididamente menos misterioso: el oxígeno. El fuego es una reacción química que libera luz y calor. Su visión señala normalmente el encuentro entre un material combustible y el oxígeno, aunque otros elementos químicos también pueden provocar llamas.

Por lo tanto podemos definir el fuego como resultado de una combinación química de un material combustible con el oxígeno en presencia del calor. Normalmente éste proceso se encuentra acompañado por la generación de luz, humo y calor, aunque hay materiales tales como el hidrógeno y el alcohol en los cuales es imposible distinguir las llamas a la luz del día.

El incendio es en cambio la consecuencia directa del fuego, ya que a un incendio se lo define como un fuego que no se puede controlar en el tiempo ni en el espacio fácilmente.

2.1.3.1. Combustión

Es una reacción exotérmica auto-alimentante que abarca un combustible en fase condensada, en fase gaseosa, o en ambas fases la oxidación del combustible por el oxígeno atmosférico y la emisión de la luz. Es un proceso químico-físico mediante el cual una sustancia que se denomina combustible bajo ciertas condiciones especiales, cede electrones (se oxida a otra llamada Comburente o agente oxidante con generación de energía), es la oxidación rápida de una materia. Se dice también que es la oxidación rápida de un combustible combinado con el agente comburente desprendiendo luz, llama y calor.

Podemos definir algunos términos:

- **Ignición**, constituye el fenómeno que inicia la combustión. La ignición producida al introducir una pequeña llama externa, chipa o brasa incandescente.
- **Calor de Combustión**, es la cantidad de calor emitido durante la completa oxidación de una sustancia.
- **Calentamiento Espontáneo**, es el proceso de aumento de temperatura de un material dado, sin que para ello extraiga calor del medio ambiente y tiene por resultado la ignición espontánea o la combustión espontánea.
- **Calor por Disolución**, es el que se desprende al disolverse una sustancia en un líquido.
- **Límites de inflamabilidad**, son los límites, máximo y mínimo, de la concentración de un combustible dentro de un medio oxidante para entrar en combustión.
- **Punto de inflamación**, es la temperatura más baja que necesita un líquido contenido en un recipiente abierto, para emitir vapores en proporción suficiente para permitir la combustión.

- **Materiales Estables**, son aquellos, que normalmente, no experimentan cambios en su composición química, aunque estén expuestos al agua, aire, calor, presión y golpes.
- **Materiales Inestables**, estos expuestos al aire, agua, calor, presión y golpes se polimerizan, se descomponen, condensan o reaccionan por sí mismos.

Componentes Básicos de la Combustión

Un incendio es el resultado de una reacción química de oxidación-reducción fuertemente exotérmica que recibe el nombre de combustión:



Para que se produzca el incendio se precisa de la concurrencia de tres factores, que se han dado en llamar triángulo de fuego: combustible, comburente y fuente de calor.

Actualmente se habla más que de triángulo de fuego, de tetraedro de fuego, al introducir un cuarto factor, el de reacción en cadena.

Productos de la combustión

Como consecuencia de la combustión se desprende una serie de productos derivados de ella, entre los productos más importantes destacamos:

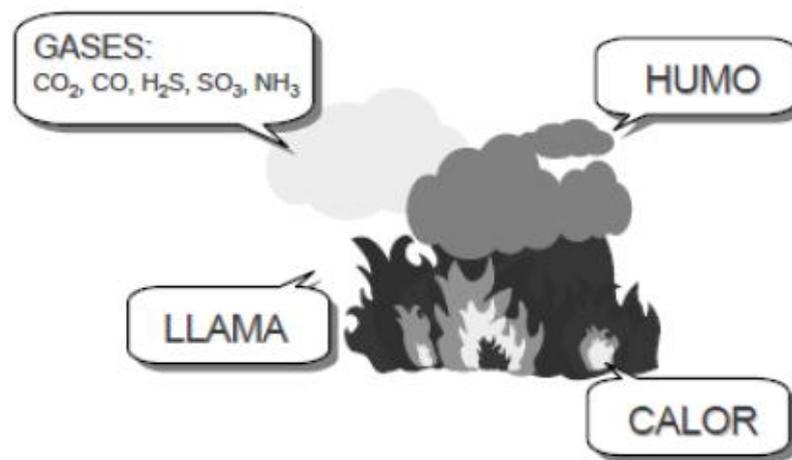


Figura No. 8 Productos de la combustión [1]

- **Gases**, los llamamos a los productos que se vaporizan en la combustión. Los combustibles más comunes contienen carbono que, al arder, forman dióxido de carbono (CO_2) y monóxido de carbono (CO). La composición química del combustible es la que determina los gases que se forman al arder. En la mayoría de los combustibles el

carbono puede quemarse en su totalidad mediante la aportación adecuada de oxígeno, lo que denominas combustión completa.

El monóxido de carbono es el más tóxico de todos los gases procedentes de la combustión y es el mayor causante de muertes por fuego porque es el más abundante.

Concentraciones ligeras de CO por mucho tiempo son tan nocivas como una concentración alta por muy poco tiempo. Se caracteriza porque es incoloro e insípido y un poco más ligero que el aire. El sulfuro de hidrógeno o ácido sulfúrico es otro gas que podemos encontrar como consecuencia de un fuego que se produce al arder sustancias orgánicas que contienen azufre. Es incoloro, con fuerte sabor a huevos podridos y es altamente tóxico.

- **Llama**, es el cuerpo visible y luminoso de un gas en combustión, que aumenta su temperatura y se hace menos luminoso cuando se aumenta la cantidad de oxígeno aportado.
- **Calor**, es una forma de energía cuya medida es la temperatura en grados y que nos muestra la intensidad de calor. Para el profesional contra incendios, el calor es ese producto de la combustión que

propaga el fuego, es también el causante directo de quemaduras, estados de deshidratación, agotamiento y daños en las vías respiratorias.

- **Humo**, es el producto visible de la combustión incompleta. El humo que podemos encontrar en cualquier fuego es una mezcla de oxígeno, dióxido de carbono, algo de monóxido de carbono, partículas finas de hollín y carbón y una mezcla heterogénea de productos que desprenden el material de combustión.

En el interior de un espacio el humo se hace cada vez más denso reduciendo la visibilidad mientras no se lleva a cabo una buena ventilación.

Fases de la Combustión

Podemos definir algunos términos utilizados en este proceso:

- **Punto de inflamabilidad**, es la temperatura más baja necesaria a la que un combustible comienza a desprender vapores.

Tabla No. 1 Puntos de inflamabilidad de combustibles

Gasolina	-43° Centígrados
Alcohol Butílico	-38° Centígrados
Alcohol Etilico	12° Centígrados
Alcohol metílico	11° Centígrados
Benceno	20 Centígrados
Hexano	-28 Centígrados
Nafta de petróleo	-2° Centígrados
Kerosén	65 ° a 85° centígrados
Gasoil	150° Centígrados
Tolueno	9° Centígrados

- **Punto de incendio**, es la temperatura más baja a la que un combustible contenido en un medio oxidante, emite o desprende vapores con suficiente velocidad para propiciar una combustión combinada.
- **Temperatura de ignición**, es la temperatura más baja necesaria para que una mezcla entre en combustión debido a la acción de una fuente de calor o ignición.
- **Temperatura de auto-ignición**, es la temperatura más baja necesaria para que una mezcla de combustible-aire contenido en cualquier

espacio entre en combustión sin haber estado en contacto directo con una fuente de calor o de ignición.

Los incendios estructurales comienzan típicamente con la ignición, por diferentes causas posibles, de algún material combustible, presente en uno de los espacios. A partir de ese momento, se produce inicialmente un lento incremento de la temperatura en el local afectado, en la medida en que el incipiente incendio, que está en su fase de crecimiento y propagación de las llamas, encuentra cantidades suficientes de materiales combustibles fácilmente inflamables. El paulatino incremento de la temperatura en el lugar facilita la ignición de cantidades cada vez mayores de materiales combustibles, hasta alcanzar un punto en que se produce el así llamado “flash over” o “combustión brusca generalizada”, definida como la “transición súbita al estado de combustión generalizada de toda la superficie del conjunto de los materiales combustibles incluidos dentro de un recinto”.

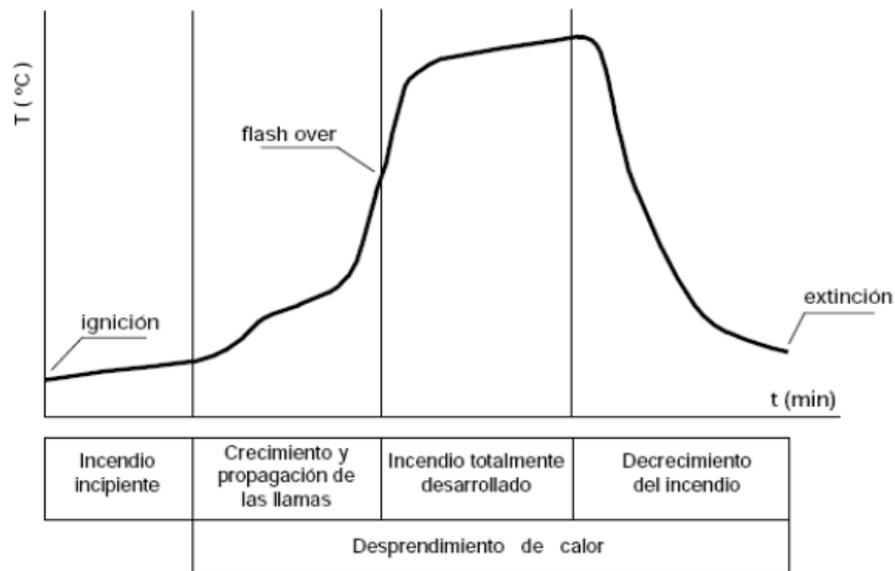


Figura No. 9 Fases de la combustión [1]

A partir del flash over se llega rápidamente a un estado aproximado de equilibrio termodinámico del incendio, en que la cantidad de calor producido por unidad de tiempo es aproximadamente igual al calor desprendido por unidad de tiempo, debido a la convección, la radiación y la conducción, incluyendo la energía acumulada por calentamiento de los elementos constructivos y los materiales depositados en el interior del local. En esta fase, el incendio se ha desarrollado totalmente y la temperatura en el recinto permanece aproximadamente constante. Si se están realizando tareas de apagado de incendio, con agua, el calor latente de vaporización de los volúmenes de agua volcados por unidad de tiempo, incide en el balance

termodinámico, disminuyendo la temperatura del incendio, con lo cual se logra disminuir la intensidad y la duración del mismo.

Transcurrido algún tiempo, la energía producida por el incendio empieza a decrecer y ya no alcanza a igualar las pérdidas de calor debidas a los fenómenos mencionados en el párrafo anterior: el incendio entró en su fase de decrecimiento, con la disminución de la temperatura en el local, hasta la extinción total.

Podemos decir que en el fuego se habla de tres fases progresivas que son:

- **Fase de inicio**, en esta fase, debido a que la cantidad de oxígeno no se ha reducido todavía, los productos de la combustión que se forman son vapor de agua, dióxido de carbono, monóxido de carbono y otros gases. Además, comienza a generarse calor, con una temperatura que puede estar en el orden de 35°C a 400°C.

Esta etapa se caracteriza por:

- Oxígeno abundante.
- Temperatura no se ha elevado.
- La corriente térmica sube acumulándose en los puntos más altos. Se respira con facilidad.
-

- La ventilación no es problema, se comienza a producir algo de vapor.
- **Fase de desarrollo total**, se caracteriza porque el fuego arde con libertad. En esta fase el fuego se alimenta con un aire rico en oxígeno aportado por corrientes de convección (elevación de gases calientes a la zona superior). La temperatura alcanzada en esas zonas es muy alta (400°C a 550°C) por lo que no se puede respirar y es necesario la utilización de equipos autónomos de respiración.

Esta etapa se caracteriza por:

- El fuego avanza prendiendo todo el combustible que se encuentra a su paso.
- Se comienza a agotar el suministro de oxígeno.
- El calor se acumula en zonas superiores.
- Se respira con dificultad por lo que se hace aconsejable el uso de equipos autónomos.
- La ventilación no es estrictamente necesaria.
- Existe una gran producción de vapor.

- **Fase de arder sin llama**, en esta fase, las llamas pueden dejar de existir si el área de contención es cerrada con hermeticidad suficiente. En este caso, la combustión está reducida a brasas incandescentes. La habitación se llena de humo y gases ocasionados por la combustión, con presión suficiente para empezar a salir por las grietas del edificio. El fuego continúa ardiendo sin llama, llenando la habitación de humo haciéndose una atmósfera para el ser humano. La producción de calor es muy elevada, con temperatura de 550°C a 1100°C.

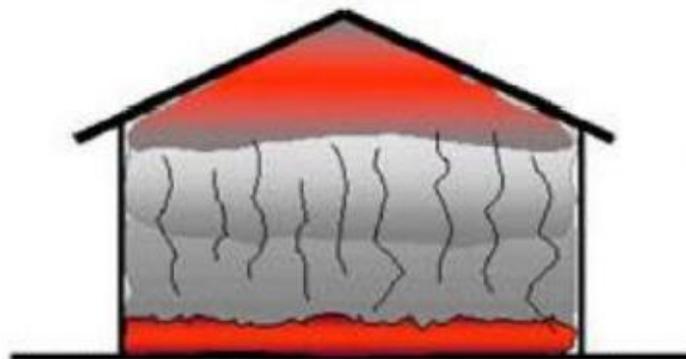


Figura No. 10 Fase de arder sin llama [1]

Esta etapa se caracteriza por:

- El suministro de oxígeno es menor que el que el fuego necesita.
- La temperatura se hace muy alta en todo el edificio.

- No es posible respirar normalmente y se requiere ventilación.
- La falta de oxígeno puede originar explosión de humo.

Tipos de Combustión

El fuego es consecuencia del calor y la luz que se producen durante las reacciones químicas, denominadas estas de combustión. En la mayoría de los fuegos, la reacción de combustión se basa en el oxígeno del aire, al reaccionar éste con un material inflamable, tal como la madera, la ropa, el papel, el petróleo o los solventes, los cuales entran en la clasificación química de compuestos orgánicos.

Una reacción de combustión muy simple es la que ocurre entre el gas metano, CH_4 , y el oxígeno, para dar bióxido de carbono, CO_2 y agua. Esto es una reacción completa y muestra que una molécula (unidad) de metano, requiere de dos moléculas (unidades) de oxígeno para dar una combustión completa, si la reacción se realiza sin el oxígeno suficiente, se dice que es incompleta. La combustión incompleta de compuestos orgánicos producirá monóxido de carbono y partículas de carbono, las que con pequeños fragmentos de material no quemado, causan humo. La formación de bióxido

de carbono en la atmósfera hará más difícil la respiración. La mayoría de las personas que mueren en incendios, mueren a consecuencia del efecto tóxico del humo y de los gases calientes, y no como consecuencia directa de las quemaduras.

La combustión de la gasolina en el motor de un automóvil constituye un buen ejemplo de una reacción de combustión incompleta, el monóxido de carbono, el bióxido de carbono, el agua y el humo, todos son emitidos por el tubo de escape, depositándose una buena cantidad de carbono u hollín. Para lograr que la mezcla de aire y gasolina se enciendan se debe contar con una bujía eficaz como fuente de ignición.

Triangulo y Tetraedro del Fuego

El fuego no puede existir sin la conjunción simultánea del Combustible (material que arde), comburente (oxígeno del aire) y de la energía de activación (calor). Si falta alguno de estos elementos, la combustión no es posible. A cada uno de estos elementos se los representa como lados de un triángulo, llamado Triángulo del Fuego, que es la representación de una combustión sin llama o incandescente. Existe otro factor, "reacción en

cadena”, que interviene de manera decisiva en el incendio. Si se interrumpe la transmisión de calor de unas partículas a otras del combustible, no será posible la continuación del incendio, por lo que ampliando el concepto de Triángulo del Fuego a otro similar con cuatro factores obtendremos el Tetraedro del Fuego, que representa una combustión con llama.

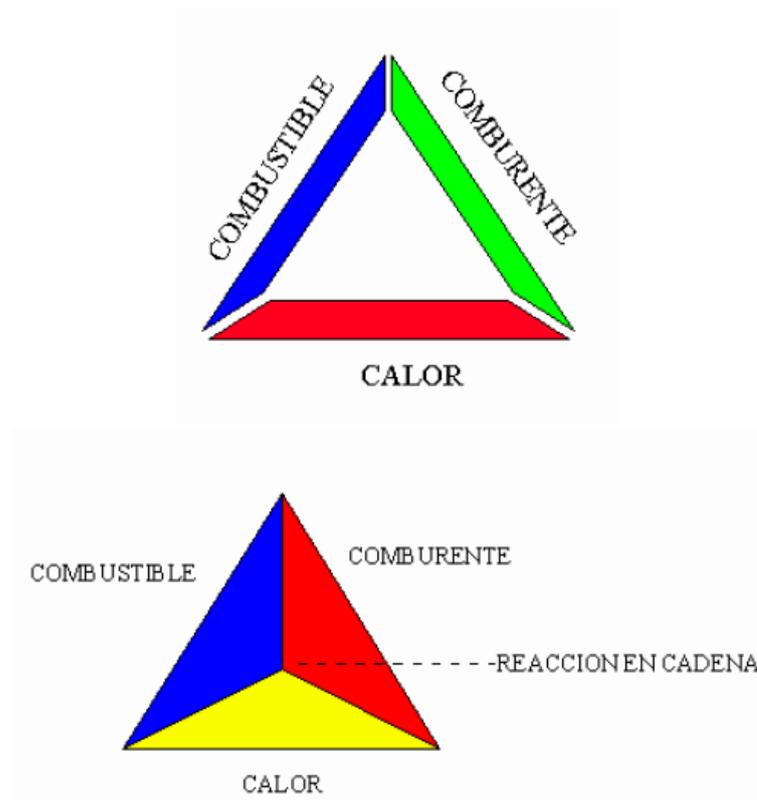


Figura No. 11 Triángulo y tetraedro del fuego [1]

Combustible

Básicamente, podemos decir que un combustible es toda sustancia que, bajo ciertas condiciones, resulta capaz de arder. Podemos clasificar los combustibles como:

- **Combustibles sólidos**, los más combustibles son de naturaleza celulósica. Cuando el material se halla subdividido, el peligro de iniciación y/o propagación de un incendio es mucho más grande.



Figura No. 12 Combustibles sólidos [1]

- **Combustibles líquidos**, son muy usados en distintas actividades, y su empleo negligente o inadecuado provoca muchos incendios. Los líquidos no arden, los que lo hacen los vapores que se desprenden de

ellos. Tales vapores son, por lo general, más pesados que el aire, y pueden entrar en ignición a considerable distancia de la fuente de emisión

- **Combustibles gaseosos**, arden en una atmósfera de aire o de oxígeno. Sin embargo, un gas no inflamable como el cloro puede entrar en ignición en un ambiente de hidrógeno. Existen dos clases de gases no combustibles: los que actúan como comburentes (que posibilitan la combustión) y los que tienden a suprimirla. Los gases comburentes contienen distintas proporciones de oxígeno, y los que suprimen la combustión reciben el nombre de gases inertes.



Figura No. 13 Combustibles líquidos y gaseosos [1]

Oxígeno, el aire que respiramos está compuesto de 21% de oxígeno. El fuego requiere una atmósfera de por lo menos 16% de oxígeno. El oxígeno es un carburante, es decir activa la combustión. En la mayoría de los casos el agente oxidante será el oxígeno que se encuentra en el aire; sin embargo, el uso del término agente oxidante a explicar cómo algunos compuestos como el nitrato de sodio y el cloruro de potasio, que liberan su propio oxígeno durante el proceso de combustión, pueden arder en un ambiente sin oxígeno.

2.1.4. Métodos de Extinción

Los métodos de extinción del incendio están íntimamente relacionados con los componentes del tetraedro del fuego porque, generalmente por medio de ellos se tratar de eliminar o disminuir la acción de algunos de los componentes del tetraedro que representa una unión e interacción de elementos que dependen uno de otro y que al faltar uno de ellos debilita o elimina totalmente las condiciones que justifican la existencia de un incendio.

A continuación nos referimos a cada uno de los métodos de extinción:

2.1.4.1. Enfriamiento

Consiste en la reducción de la temperatura de los vapores combustibles y gases, mediante la aplicación directa del agua al fuego.

Este método se constituye en el más simple y efectivo en combustibles comunes, tales como la madera, el papel y la ropa.

La forma de la aplicación varía de acuerdo a las características del incendio, cuando se atiende un incendio con éste método debemos advertir que resulta sumamente peligroso aplicar el agua en áreas en las que se esté desarrollando un circuito ya que ésta es altamente conductora de la electricidad, hecho característico que pondría en peligro a la persona que aplica el agua.

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

Lo más efectivo es descargar agua de manera que se absorba el máximo calor. El agua absorbe el máximo de calor cuando se transforma en vapor y

esto se consigue con mayor facilidad si se aplica pulverizada en vez de un chorro compacto.

Se dispone de bastante información sobre los factores que afectan a la velocidad de absorción de calor y a la vaporización de las gotas de agua. Debido a que estos factores no pueden controlarse estrechamente en la mayoría de los casos, no pueden utilizarse para cálculos exactos en el momento de un incendio.

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

1. La velocidad de transmisión de calor es proporcional a la superficie expuesta de un líquido. Para un volumen dado de agua la superficie aumenta drásticamente si el agua se convierte en gotas.
2. La velocidad de transmisión de calor depende de la diferencia de temperatura entre el agua y el material en combustión o el aire que le rodea.
3. La velocidad de transmisión de calor depende del contenido en vapor de aire, especialmente en cuanto a la propagación del fuego.

4. La capacidad de absorción de calor de agua depende de la distancia recorrida y de su velocidad en la zona de combustión. (En este factor debe tenerse en cuenta la necesidad de descarga de un volumen adecuado de agua sobre el fuego).

Cuando la velocidad de absorción de calor por el agua se acerca al desprendimiento total de calor del fuego, el incendio empieza a estar controlado. Cuando la velocidad de absorción de calor del agua es superior al desprendimiento de calor, ya se tiene la extinción. Otros factores a tener en cuenta para el control y la extinción del fuego son la pérdida de calor por aberturas y a través de las paredes, suelos y techos.

Tamaño de gota: Los cálculos demuestran que el diámetro óptimo para la gota del agua es de 0,01 a 0,04 plg. (0,3 a 1,0 mm), y que los mejores resultados se obtienen cuando las gotas son de tamaño uniforme. Actualmente no hay ningún dispositivo de descarga capaz de producir gotas totalmente uniformes, aunque muchos dispositivos de descarga expulsan gotas que son bastantes iguales en una amplia gama de presiones. La gota deberá ser suficientemente grande para poder alcanzar el punto de combustión a pesar de la resistencia del aire, la fuerza opuesta de la

gravidad, y cualquier corriente de aire y penacho de la llama. Cuando las gotas de agua son demasiadas pequeñas, pueden verse desviadas por el penacho o evaporarse antes de llegar a la base del fuego.

Mejorar los materiales combustibles es, a menudo, un método empleado para prevenir la ignición de materiales que aún no han quemado. Si los combustibles absorben agua, tardarán más tiempo en arder debido a que el agua deberá evaporarse antes de que se calienten lo suficiente para quemarse.

2.1.4.2. Aislamiento

Consiste en trasladar el material que está quemando hacia un lugar seguro, donde no peligre ni prenda otros materiales.

Puede realizarse de diversas formas, uno de los ejemplos más comunes, en los incendios forestales, es la práctica de formar una brecha con una niveladora en el trayecto del incendio para impedir su extensión.

Los incendios en lugares donde se encuentran colocados materiales uno sobre otro (carbón, leña, pulpa de madera) se pueden controlar

generalmente moviendo la pila de materiales fuera de la zona de fuego. Se han controlado los incendios de los tanques grandes de almacenamiento de aceite o combustibles inflamables trasvasando el líquido del tanque incendiado a un tanque vacío. Esta maniobra la debe realizar únicamente una persona con experiencia en extinción.

2.1.4.3. Ahogamiento

Consiste en desplazar o eliminar el oxígeno. La cantidad de disolución de oxígeno para detener la combustión varía mucho de acuerdo con la clase de material que se esté quemando, por ejemplo, los gases ordinarios de los hidrocarburos y sus vapores no arden cuando el nivel de oxígeno está por debajo del 15%.

Un método que se utiliza comúnmente para extinguir un incendio por medio del ahogamiento o sofocación es el de inundar por completo el área de incendio por medio de dióxido de carbono o con algún gas inerte, como el que contienen los extintores.

Dos ejemplos en los que se aplica éste método son:

- Rodar sobre sí mismo cuando la ropa se incendia.

- Cubrir con una manta o pedazo de tela, el material que se incendia.

2.1.4.4. Inhibición Química de la Llama

Algunos agentes extintores, tales como el polvo químico seco y el halon, interrumpen la producción de la llama en la reacción química, resultando en una rápida extinción. Este método de extinción es efectivo sólo en combustibles líquidos y gases ya que ellos no pueden arder en la forma de fuego latente. Si se desea la extinción de materiales en fase latente, se requiere contar con capacidad adicional para enfriamiento.

2.1.5. Clasificación del Fuego

El fuego ha sido clasificado en cuatro tipos básicos, cada uno de ellos identificado por una letra del alfabeto, a saber: A, B, C y D. Dicha clasificación permite identificarlos y asumir las medidas de prevención y combate más adecuadas.

A continuación vamos a detallar un poco de cada uno:

- **Tipo A**, son aquellos que se inician a partir de materiales que contienen carbono, y pueden ser: madera, papel, basura, tela, algunos tipos de plástico, etc.

La extinción de este tipo de fuego suele realizarse con agua, extintores con base en polvo químico seco y gas halon. Existen otros tipos de extintores, pero los mencionados son los más comunes.

Este tipo de fuego se representa con la letra "A" dentro de un triángulo color verde.



- **Tipo B**, se originan a partir de algunos líquidos o sólidos inflamables, que pueden ser solubles en agua o insolubles en ella. Ejemplo de esto puede ser el etanol, metanol, gasolina, alcohol y los gases derivados del petróleo, propano o butano y natural o metano.

Los extintores que se emplean para combatirlos son aquellos que contienen bióxido de carbono o bien los polvos químicos secos, espuma química y líquidos vaporizantes.

Este tipo de fuego se representa con la letra “B” dentro de un cuadrado color rojo.

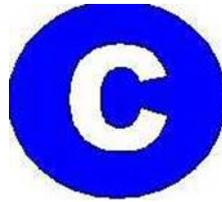


- **Tipo C**, se producen a partir de la corriente eléctrica y su mecanismo no es una combustión sino una ignición.

El suceso más frecuente son los llamados cortocircuitos en las líneas de transporte eléctrico o en sus tableros de control y los chispazos originados por la energía estática.

Para el combate de este tipo de fuego se recomienda el empleo de extintores con base en polvo químico, de monóxido de carbono y gas halon. Debe tomarse nota de que en este fuego no debe utilizarse agua o espuma porque subsiste el peligro de una descarga eléctrica de magnitud desconocida al no haberse interrumpido la corriente eléctrica.

Este tipo de fuego se representa con la letra “C” dentro de un círculo color azul.



- **Tipo D**, Se trata del producido por algunos metales al entrar en contacto con el agua bajo ciertas condiciones físicas y químicas. Algunos de estos metales serían: sodio, potasio, magnesio, etc.

Cuando se produce fuego de este tipo deben utilizarse extintores de polvo químico seco. En ciertas condiciones pueden emplearse tierra o arenas secas y nunca agua o extintores que contengan bióxido de carbono, líquidos vaporizantes o de espuma, ya que pueden dar lugar a reacciones exotérmicas.

Este tipo de fuego se representa con la letra "D" dentro de una estrella de 5puntas color amarillo.

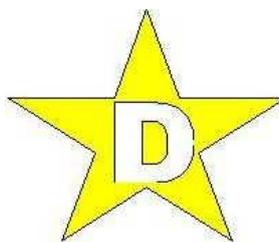


Tabla No. 2 Métodos de extinción y agentes extintores

CLASES DE FUEGO	MÉTODOS DE EXTINCIÓN				AGENTES EXTINTORES						
	ENFRIAM.	SOFOCACN.	ASLAMIENTO	I.R.C.	PQS.	CO ₂	AGUA	A. LIG.	ESPUMA	HALON	PURPK.
TIPO "A"	1	3	2	2	2	3	1	1	1	3	-
TIPO "B"	3	1	2	3	1	2	3	2	2	2	-
TIPO "C"	X	1	1	2	2	1	-	-	-	1	-
TIPO "D"	X	1	2	1	3	-	-	-	-	2	1
AGTE. EXT. TIPO.					ABC	BC	A	AB	AB	BC	D

1. EFECTIVO 2. PUEDE UTILIZARSE 3. PUEDE NO SER EFECTIVO X. NO UTILIZAR AGENTES ACUOSOS

I.R.C. = Inhibir Reacción en Cadena P.Q.S. = Polvo Químico Seco A. Lig. = Agua Ligero Purple K = Bicarbonato de Potasio

2.1.6. Normas NFPA

La NFPA (National Fire Protection Association) es una organización establecida en los 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 National Fire Codes recomiendan las prácticas seguras desarrolladas por personal experto en el control de incendios.

La NFPA se formó en 1896 por la iniciativa de un grupo de representantes de compañías de seguros, con el propósito de normalizar el nuevo y creciente mercado de sistemas de extinción de incendio basado en rociadores automáticos (sprinklers en inglés). El ámbito de aplicación de la NFPA, creó la influencia necesaria para la inclusión de estos sistemas en todos los aspectos de diseño de edificios y en su construcción.

En sus inicios la organización estuvo conformada casi exclusivamente por representantes de las compañías de seguros, con escasa representación de sectores industriales. Esto cambió en 1904 para permitir que las industrias, otras personas y sectores participasen activamente en el desarrollo de las normas promulgadas por la NFPA. El primer departamento de bomberos en estar representado en la NFPA, fue el de la ciudad de Nueva York en 1905.

Hoy en día, la NFPA, incluye a representantes de muchos departamentos de bomberos, de las compañías de seguros, de la industria manufacturera, asociaciones, sindicatos, organizaciones comerciales, e incluso de particulares.

Normas NFPA de uso común

- NFPA 10 - Extintores Portátiles
- NFPA 11 - Norma para espumas de baja, media y alta expansión
- NFPA 13 - Instalación de Sistemas de Rociadores y estándares de fabricación
- NFPA 15 - Sistemas fijos aspersores de agua
- NFPA 20 - Instalación de bombas estacionarias
- NFPA 25 - Inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de protección a base de agua
- NFPA 30 - Código de líquidos inflamables y combustibles
- NFPA 70 - Código Eléctrico Nacional (NEC)
- NFPA 70B - Prácticas Recomendadas de Mantenimiento para Equipo Eléctrico
- NFPA 70E - Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo
- NFPA 72 - Código Nacional de Alarmas
- NFPA 77 - Seguridad con Electricidad Estática
- NFPA 101 - Código de Seguridad Humana, el Fuego en Estructuras y Edificios

- NFPA 402 - Guía para las operaciones de rescate y combate de incendios en aeronaves
- NFPA 600 - Recomendaciones para la organización de Brigadas contra incendio
- NFPA 921 - Guía para la Investigación de Incendios y Explosiones
- NFPA 704 - Clasificación de Productos Químicos y Sustancias Peligrosas
- NFPA 1001 - Calificación profesional de bomberos.
- NFPA 8501 - Estándar para la operación de calderas de un solo quemador

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS DE RIESGO

En este capítulo se realiza el análisis de riesgo de las instalaciones para verificar el nivel de riesgo que se está manejando en la planta. Se inicia con la empezar con la selección de la metodología a usarse y luego a realizar el análisis.

3.1. Metodología para evaluación

Para el análisis de riesgos se elige el método usado comúnmente por los especialistas en seguridad para la identificación de riesgos de incendio, este método es conocido como MESERI (Método simplificado para la evaluación de riesgos de incendio).

En este método se conjugan, las características propias de las instalaciones y medios de protección, de cara a obtener una cualificación del riesgo ponderada por otros factores.

Hay que considerar que la opinión sobre la bondad o no del riesgo es subjetiva dependiendo naturalmente, de la experiencia del evaluador. En muchos casos esto obliga a utilizar con profusión la colaboración de los técnicos expertos.

El método contempla dos bloques diferenciados de factores:

1. Factores propios de las instalaciones

1.1. Construcción

1.2. Situación

1.3. Procesos

1.4. Concentración

1.5. Propagabilidad

1.6. Destruibilidad

2. Factores de protección

2.1. Extintores (EXT)

2.2. Bocas de incendio equipadas (BIE)

2.3. Columnas hidrantes exteriores (CHE)

2.4. Detectores automáticos de incendios (DET)

2.5. Rociadores automáticos (ROC)

2.6. Instalaciones fijas especiales (IFE)

Cada uno de los factores de riesgo se subdivide a su vez teniendo en cuenta los aspectos más importantes a considerar.

A cada uno de ellos se le aplica un coeficiente dependiendo de que propicien o no el riesgo de incendio, desde cero en el caso más desfavorable, hasta diez en el caso más favorable.

FACTORES PROPIOS DE LAS INSTALACIONES

Construcción

Se consideran las características físicas de las instalaciones como son:

- Altura
- Mayor sector de incendio
- Características de las paredes para la resistencia al fuego
- Falsos techos

A continuación se va a indicar la forma de calificar cada uno de estos factores dependiendo las características.

Altura del edificio

Se entiende por altura del edificio la diferencia de cotas entre el piso de la planta baja o el último sótano y el forjado o cerchas que soportan la cubierta.

Tabla No. 3 Altura del edificio

Número de pisos	Altura	Coficiente
1 ó 2	menor que 6 m	3
3, 4 ó 5	entre 6 y 12 m	2
6, 7, 8 ó 9	entre 15 y 20 m	1
10 ó más	más de 30 m	0

Entre el coeficiente correspondiente a número de pisos y el de la altura del edificio se tomará el menor.

Si el edificio tiene distintas altura y la parte más alta ocupa más del 25% de la superficie en planta de todo el conjunto se tomará el coeficiente a esta altura.

Si es inferior al 25% se tomará el resto del edificio.

Mayor sector de incendio

Se entiende por sector de incendio la zona del edificio limitada por elementos resistentes al fuego, 120 minutos. En caso de que sea un edificio aislado se tomará su superficie total, aunque los cerramientos tengan resistencia inferior.

Tabla No. 4 Mayor sector de incendio

Superficie mayor sector de incendio	Coeficiente
de 0 a 500 m ²	5
de 501 a 1500 m ²	4
de 1501 a 2500 m ²	3
de 2501 a 3500 m ²	2
de 3501 a 4500 m ²	1
mas de 4500 m ²	0

Resistencia al fuego

Se refiere a la estructura del edificio, se entiende como resistente al fuego, una estructura de hormigón. Una estructura metálica será considerada como no combustible y, finalmente, combustible si es distinta de la dos anteriores.

Si la estructura es mixta se tomará un coeficiente intermedio entre los dos dados en la tabla

Tabla No. 5 Resistencia al fuego

Resistente al fuego	Coeficiente
Resistente al fuego (hormigón)	10
No combustible	5
Combustible	0

Falsos techos

Se entiende como tal a los recubrimientos de la parte superior de la estructura, especialmente en naves industriales, colocados como aislante térmico, acústico o decoración.

Se consideran incombustibles los clasificados como M.0 y M.1 y con clasificación superior se consideran combustibles

Tabla No. 6 Falsos techos

Falsos techos	Coeficiente
Sin falsos techos	5
Con falsos techos incombustibles	3
Con falsos techos combustibles	0

Factores de situación

Se consideran los que dependen de la ubicación de los bomberos y la accesibilidad del edificio

Distancia de los bomberos

Se tomará, preferentemente, el coeficiente correspondiente al tiempo de respuesta de los bomberos, utilizándose la distancia al cuartel únicamente a título orientativo.

Tabla No. 7 Distancia de los bomberos

Distancia de bomberos		Coeficiente
Distancia	Tiempo	
Menor de 5 km	5 min	10
Entre 5 y 10 km	5 y 10 min	8
Entre 10 y 15 km	10 y 15 min	6
Entre 15 y 25 km	15 y 25 min	2
Más de 25 km	Más de 25 min	0

Accesibilidad del edificio

Se clasificarán de acuerdo con la anchura de la vía de acceso, siempre que cumpla una de las otras dos condiciones de la misma fila o superior. Si no, se rebajará al inmediato inferior.

Tabla No. 8 Accesibilidad al edificio

Accesibilidad a edificios	Anchura vía de acceso	Fachadas	Distancia entre puertas	Coeficiente
Buena	Mayor a 4 m	3	Menor a 25 m	5
Media	Entre 2 y 4 m	2	Menor a 25 m	3
Mala	Menor a 2 m	1	Mayor a 25 m	1
Muy mala	No existe	0	Mayor a 25 m	0

Ejemplos:

- a) Vía de acceso 3 m de ancho. Tres fachadas. Más de 25 m de distancia entre puertas. Accesibilidad media. Cumple con la condición de anchura entre 2 y 4 m y además hay tres fachadas al exterior (fila inferior a la media), coeficiente 3.

- b) Anchura de vía de acceso 3 m. Una fachada al exterior. Distancia entre puertas 18 m. Accesibilidad media. Cumple con la condición de anchura y distancia menor de 25 m, coeficiente 3.

- c) Anchura vía de acceso 3 m. Una fachada al exterior. Distancia entre puertas mayores de 25 m. Accesibilidad mala. Las otras dos condiciones están en filas inferiores a la media, coeficiente 1.

Factores de procesos

Son los que dependen de las características propias de los procesos de fabricación que se realizan y los productos utilizados.

Peligro de activación

Intenta recoger la posibilidad del inicio de un incendio. Hay que considerar fundamentalmente el factor humano, que con imprudencia puede activar la combustión de algunos productos.

Otros factores son los relativos a las fuentes de energía de riesgo:

- Instalación eléctrica: Centro de transformación, redes de distribución de energía, mantenimiento de las instalaciones, protecciones y dimensionado correcto.
- Calderas de vapor y de agua caliente: Distribución de combustible y estado de mantenimiento de los quemadores.
- Puntos específicos peligrosos: Operaciones a llama abierta, con soldaduras y sección de barnizados.

Tabla No. 9 Peligro de activación

Peligro de activación	Coficiente
Bajo	10
Medio	5
Alto	0

Carga de fuego

Es el peso en madera por unidad de superficie (kg/m^2) capaz de desarrollar una cantidad de calor equivalente a la de los materiales contenidos en el sector de incendio.

Tabla No. 10 Carga de fuego

Carga de fuego	Coefficiente
Baja $Q < 100$	10
Media $100 < Q < 200$	5
Alta $Q > 200$	0

Combustibilidad

Se entenderá como combustibilidad la facilidad con que los materiales reaccionan en un fuego. Si se cuenta con una calificación mediante ensayo se utilizará esta como guía, caso contrario se utilizará el criterio técnico del evaluador.

Cuando las materias primas o productos terminados sean M.0 y M.1 la combustibilidad se considerará baja. Si son M.2 y M.3, media y si son M.4 y M.5 será alta.

Tabla No. 11 Combustibilidad

Combustibilidad	Coefficiente
Bajo	5
Medio	3
Alto	0

Orden y limpieza

El criterio para la aplicación de este coeficiente debe ser crecientemente subjetivo.

Se entenderá alto cuando existan y se respetan zonas delimitadas para almacenamiento, los productos estén apilados correctamente en un lugar adecuado, no exista suciedad, ni desperdicios o recortes repartidos por la nave indiscriminadamente.

Tabla No. 12 Orden y limpieza

Orden y limpieza	Coeficiente
Bajo	0
Medio	5
Alto	10

Almacenamiento en altura

Se ha hecho una simplificación en el factor de almacenamiento, considerándose únicamente la altura, por entenderse que una mala distribución en superficie puede asumirse como falta de orden en el apartado anterior.

Tabla No. 13 Altura de almacenamiento

Altura de almacenamiento	Coeficiente
h < 2m	3
2m < h < 4m	2
h < 6m	0

Factor de concentración

Representa el valor en U\$/m² del contenido de las instalaciones a evaluar.

Es necesario tenerlo en cuenta ya que las protecciones deben ser superiores en caso de concentraciones altas de capital.

Tabla No. 14 Factor de concentración

Factor de concentración	Coeficiente
Menor de 1000 U\$/m ²	3
Entre 1000 y 2500 U\$/m ²	2
Mas de 2500 U\$/m ²	0

Factores de Propagabilidad

Se entenderá como la facilidad para propagarse el fuego dentro del sector de incendio. Es necesario tener en cuenta la disposición de los productos y

existencias, la forma de almacenamiento y los espacios libres de productos combustibles.

En vertical

Se reflejará la posible transmisión del fuego entre pisos, atendiendo a una adecuada separación y distribución.

Tabla No. 15 Propagación vertical

Propagación vertical	Coficiente
Baja	5
Media	3
Alta	0

Ejemplos:

- En un edificio con una sola planta no hay posibilidad de comunicación a otros. El coeficiente será 5
- Un edificio de dos plantas comunicadas por escaleras sin puertas contrafuegos en el que por problema de congestión se almacenan latas de barniz en la escalera. El coeficiente será 0.

- En un taller de carpintería de madera, de varias plantas, sin puertas contrafuegos entre las plantas. El coeficiente será 3.

En horizontal

Se medirá la propagación del fuego en horizontal, atendiendo también a la calidad y distribución de los materiales.

Tabla No. 16 Propagación horizontal

Propagación horizontal	Coeficiente
Baja	5
Media	3
Alta	0

Ejemplos

- Un taller metalúrgico, limpio, en el que los aceites de mantenimiento se almacenan en recinto aislado. El coeficiente será 5.
- Una nave de espumación de plásticos en molde abierto, sin pasillos de separación entre los productos y con falso techo de porexpan. EL coeficiente será 0.

- En una fábrica de calzado, con líneas independientes de montaje, separadas 5 metros, en condiciones adecuadas de limpieza. El coeficiente será 3.

Factores de Destructibilidad

Se estudiará la influencia de los efectos producidos en un incendio, sobre las mercancías y maquinaria existentes. Si el efecto es francamente negativo se aplica el coeficiente mínimo. Si no afecta el contenido se aplicará el máximo.

Calor

Se reflejará la influencia del aumento de temperatura en la maquinaria y existencias. Este coeficiente difícilmente será 10, ya que el calor afecta generalmente al contenido de las instalaciones.

- Baja: cuando las existencias no se destruyan por el calor y no exista maquinaria de precisión que pueda deteriorarse por dilataciones.
- Media: cuando las existencias se degradan por el calor sin destruirse y la maquinaria es escasa.

- Alta: cuando los productos se destruyan por el calor.

Tabla No. 17 Destructibilidad por calor

Destructibilidad por calor	Coficiente
Baja	10
Media	5
Alta	0

Humo

Se estudiarán los daños por humo a la maquinaria y materiales existencias.

- Baja: cuando el humo afecta poco a los productos, bien porque no se prevé su producción, bien porque que la recuperación posterior será fácil.
- Media: cuando el humo afecta parcialmente a los productos o se prevé escasa formación de humo.
- Alta: cuando el humo destruye totalmente los productos.

Tabla No. 18 Destructibilidad por humo

Destructibilidad por humo	Coficiente
Baja	10
Media	5
Alta	0

Corrosión

Se tiene en cuenta la destrucción del edificio, maquinaria y existencias a consecuencia de gases oxidantes desprendidos en la combustión. Un producto que debe tenerse especialmente en cuenta es el CIH producido en la descomposición del PVC.

- Baja: cuando no se prevé la formación de gases corrosivos o los productos no se destruyen por oxidación
- Media: cuando se prevé la formación de gases de combustión oxidantes que no afectarán a las existencias ni en forma importante al edificio.
- Alta: cuando se prevé la formación de gases oxidantes que afectarán al edificio y la maquinaria de forma importante.

Tabla No. 19 Destructibilidad por corrosión

Destructibilidad por corrosión	Coefficiente
Baja	10
Media	5
Alta	0

Agua

Es importante considerar la destructibilidad por agua ya que será el elemento fundamental para la extinción del incendio.

- Alta: cuando los productos y maquinaria se destruyen totalmente.
- Media: cuando algunos productos o existencias sufran daños irreparables y otros no.
- Baja: Cuando el agua no afecte a los productos.

Tabla No. 20 Destructibilidad por agua

Destructibilidad por agua	Coficiente
Baja	10
Media	5
Alta	0

FACTORES DE PROTECCIÓN

La existencia de medios de protección adecuados se considera en este método de evaluación fundamental para la clasificación del riesgo. Tanto es así que, con una protección total, la calificación nunca sería inferior a 5.

Naturalmente, un método simplificado en el que se pretende gran agilidad, debe reducir la amplia gama de medidas de protección de incendios al mínimo imprescindible, por lo que únicamente se considerarán las más usuales.

Los coeficientes a aplicar se han calculado de acuerdo con las medidas de protección existentes en las instalaciones y atendiendo a la existencia o no de vigilancia permanente. Se entiende como vigilancia la operativa permanente de una persona durante los siete días de la semana a lo largo de todo el año.

Este vigilante debe estar convenientemente adiestrado en el manejo del material de extinción y disponer de un plan de alarma.

Se ha considerado también, la existencia o no de medios tan importantes como la protección parcial de puntos peligrosos, con instalaciones fijas (IFE), sistema fijo de CO₂, halón (o agentes extintores) y polvo y la disponibilidad de brigadas contra incendios (BCI).

Tabla No. 21 Elementos de protección

Elementos y sistemas de protección contra incendios	Sin Vigilancia (SV)	Con Vigilancia (CV)
Extintores portátiles (EXT)	1	2
Bocas de incendio equipadas (BIE)	2	4
Columnas hidrantes exteriores (CHE)	2	4
Detección automática (DET)	0	4
Rociadores automáticos (ROC)	5	8
Extinción por agentes gaseosos (IFE)	2	4

Cuando el edificio o planta analizados posea personal especialmente entrenado para actuar en el caso de incendios, con el equipamiento necesario para su función y adecuados elementos de protección personal, el coeficiente B asociado adoptará los siguientes valores:

Tabla No. 22 Brigada interna

Brigada interna	Coeficiente
Si existe brigada	1
No existe brigada	0

METODO DE CÁLCULO

Para facilitar la determinación de los coeficientes y el proceso de evaluación, los datos requeridos e han ordenado en una planilla, la que, después de completarse lleva el siguiente cálculo numérico.

Subtotal X: Suma de todos los coeficientes correspondientes a los 18 primeros factores en los que aún no se han considerado los medios de protección.

Subtotal Y: Suman de los coeficientes correspondientes a los medios de protección existentes.

Coeficiente B: Es el coeficiente que evalúa la existencia de una brigada interna contra incendio.

El coeficiente de protección frente al incendio (P), se calculará aplicando la ecuación (3.1)

$$P = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{26} + B \quad (3.1)$$

El valor de P ofrece la evaluación numérica objeto del método, de tal forma que, para una evaluación cualitativa:

Tabla No. 23 Coeficiente de protección

Valor de P	Categoría
0 a 2	Riesgo muy grave
2,1 a 4	Riesgo grave
4,1 a 6	Riesgo medio
6,1 a 8	Riesgo Leve
8,1 a 10	Riesgo Muy Leve

El riesgo se considera aceptable cuando $P \geq 5$.

3.2. Análisis por Departamento

Actualmente la empresa cuenta con áreas sectorizadas las cuales son mencionadas a continuación:

- Oficinas administrativas
- Bodega de insumos y archivos
- Bodega de envases
- Área de envasado
- Bodega de materia prima y producto terminado

Para la facilidad de análisis de riesgo, por la configuración y similitud de los galpones se va a considerar a las áreas de producción y bodegas como una sola área en la cual vamos a realizar el análisis respectivo.

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO			
Empresa: Embotelladora de bebidas gaseosas		Situación: Análisis de riesgo de incendio	
Concepto	Coefficiente	Puntos	
CONSTRUCCIÓN			Concepto
Nº de pisos	Altura		
1 o 2	menor de 6 m	3	
3, 4 o 5	entre 6 y 15 m	2	3
6, 7, 8 o 9	entre 15 y 27 m	1	
10 o mas	mas de 30 m	0	
Superficie mayor sector de incendios			
de 0 a 500 m2		5	
de 501 a 1500 m2		4	
de 1501 a 2500 m2		3	0
de 2501 a 3500 m2		2	
de 3501 a 4500 m2		1	
mas de 4500 m2		0	
Resistencia al fuego			
Resistencia al fuego (hormigón)		10	5
No combustible		5	
Combustible		0	
Falsos techos			
Sin falsos techos		5	5
Con falsos techos incombustibles		3	
Con falsos techos combustibles		0	
FACTORES DE SITUACIÓN			Concepto
Distancia de los bomberos			
menor de 5 km	5 minutos	10	
entre 5 y 10 km	5 y 10 minutos	8	8
entre 10 y 15 km	10 y 15 minutos	6	
entre 15 y 25 km	15 y 25 minutos	2	
mas de 25 km	25 min	0	
Accesibilidad a los edificios			
Buena		5	5
Media		3	
Mala		1	
Muy mal		0	
PROCESOS			Concepto
Peligro de activación			
Bajo		10	5
Medio		5	
Alto		0	
Carga térmica			
Baja	Q<100 Mcal/m2	10	5
Media	100<Q< 200 Mcal/m2	5	
Alta	Q>200 Mcal/m2	0	
Combustibilidad			
Baja	M.0 y M.1	5	3
Media	M.2 y M.3	3	
Alta	M.4 y M.5	0	
Orden y limpieza			
Bajo		0	5
Medio		5	
Alto		10	
Almacenamiento en altura			
menor de 2 m		3	0
entre 2 y 4 m		2	
mas de 6 m		0	
			Factor de concentración
			Menor de 1000 U\$/m2
			Entre 1000 y 2500 U\$/m2
			Mas de 2500 U\$/m2
			3
			2
			0
PROPAGABILIDAD			Concepto
			Vertical
			Baja
			Media
			Alta
			5
			3
			0
			Horizontal
			Baja
			Media
			Alta
			5
			3
			0
DESTRUCTIBILIDAD			Concepto
			Por calor
			Baja
			Media
			Alta
			10
			5
			0
			Por humo
			Baja
			Media
			Alta
			10
			5
			0
			Por corrosión
			Baja
			Media
			Alta
			10
			5
			0
			Por agua
			Baja
			Media
			Alta
			10
			5
			0
SUBTOTAL (X)			75
			Concepto
			SV
			CV
			Puntos
			1
			2
			1
			2
			4
			0
			2
			4
			4
			0
			5
			8
			0
			2
			4
			0
SUBTOTAL (Y)			5
Conclusión:			
$P = \frac{5X}{129} + \frac{5Y}{26} + B$			3,87
OBSERVACIONES			
Luego del análisis respectivo se concluye que la empresa tiene un riesgo grave de incendio			

Tal como se puede observar mejorando los ítems correspondientes al subtotal Y podemos disminuir considerablemente el riesgo.

Por lo que el objetivo luego de realizar el análisis de riesgo debe ser el diseño de un sistema contra incendio.

3.3. Mapa de Riesgos

En el plano se ha dividido por zonas para identificar los riesgos que están presentes, ver Plano 2 para la identificación de riesgos:

Plano No. 2 Mapa de Riesgo

Zona 1

En esta área se encuentran las oficinas administrativas en la que tenemos presente un riesgo físico que es el incendio por la cantidad de material combustible.

También se tiene riesgo de incendio por las conexiones eléctricas que aunque son de voltaje relativamente bajo no deja de ser un riesgo.

Zona 2

En esta zona se encuentran los tableros eléctricos y tableros de distribución aquí se considera un riesgo de incendio por las conexiones eléctricas presentes, aunque no existe riesgo de propagación por estar en un cuarto encerrado.

Zona 3

En esta zona se encuentra mucha carga combustible, como lo son cajas de cartón, material de papelería, publicidad, plástico, bodega de cartones.

Aquí se considera un alto riesgo de propagación del fuego.

Zona 4

En esta zona se considera un riesgo por existir una pequeña caldera que aunque maneja poca cantidad de combustible hay que tener mucha atención en los medios de contención en caso de un conato de incendio.

Zona 5

Para esta zona se tiene una bodega de almacenamiento de botellas vacías en la que se tiene un riesgo leve de incendio por la acumulación de plástico.

Zona 6

En esta zona existe un riesgo muy bajo de incendio ya que se encuentran tanques de fabricación y almacenamiento de concentrados, el riesgo leve de incendio es causado por las conexiones eléctricas.

Zona 7

En esta zona se encuentra la planta de envasado que cuenta con máquinas de empacado automático y hornos termo-encogible, el riesgo de incendio es bajo ya que son equipos que en su gran mayoría son alimentados por aire comprimido y en cuanto a la parte eléctrica se manejan voltajes muy bajos que son para control.

Zona 8 y Zona 9

Por ser similares en aspectos en ambas zonas se consideran los mismos riesgos, aquí se almacena todo el producto que está listo para ser entregado a los clientes. Si bien al ser zonas de almacenamiento los riesgos de incendio son muy bajos, en caso de producirse uno, lo primero que se tiene que proteger es la producción que con mucho esfuerzo se ha logrado hacer, por esto esta zona es muy importante para la protección.

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO

En este capítulo se va a realizar todos los cálculos para el diseño de toda la red principal y derivados para el sistema hidráulico tomando en consideración todos los conocimientos de mecánica de fluidos.

Un sistema de protección contra incendio incluye todos los dispositivos y mecanismos para la detección y control de un incendio. El sistema tiene dos objetivos principales: salvar vidas y proteger los bienes materiales.

El tipo más común es el que se basa en el uso de agua, el cual debe suministrarse de una manera óptima en flujo y presión para que puedan activarse los elementos designados para la protección.

Hay muchos beneficios para el uso de agua como agente de extinción pero principalmente se escoge por precio y disponibilidad.

Otros beneficios es que no es tóxica, puede almacenarse a presión y temperaturas normales, su punto de ebullición es en 100°C , está muy por

debajo de los 250 – 450 °C que es la temperatura de pirólisis de la mayoría de los sólidos combustibles, por lo que el enfriamiento por evaporación de la superficie de pirólisis resulta muy eficaz.

Sin embargo, el agua no es un agente extintor perfecto. Se congela a los 0 °C, conduce la electricidad y puede estropear algunos bienes de modo irreversible, aunque en muchos casos se pueden recuperar. El agua puede no resultar eficaz en incendios de líquidos inflamables, sobre todo los insolubles en agua y que flotan en la misma, como los hidrocarburos. El agua no es compatible con ciertos metales calientes o ciertos productos químicos. Por eso, en los incendios de estos materiales son preferibles otros agentes extintores, como la espuma acuosa, los gases inertes, los halones y polvos químicos secos.

Los dos modos más corrientes de aplicar el agua a un fuego son mediante un chorro continuo o pulverizado, con una manguera o pulverizándola a través de rociadores automáticos.

El agua a utilizarse debe ser limpia, dulce o salada siempre y cuando se consideren características químicas para seleccionar los equipos y materiales a utilizarse.

Se pueden considerar los siguientes tipos de fuentes de abastecimiento con sus condiciones de uso:

4.1. Aplicación de las Normas NFPA

Para el diseño del sistema contra incendio se va a aplicar la normativa que aplica mediante el uso de las normas NFPA, entre las cuales a medida que se vaya avanzando con el cálculo se las irá mencionando, entre las principales se tiene:

- NFPA 10 - Extintores Portátiles
- NFPA 13 - Instalación de Sistemas de Rociadores y estándares de fabricación
- NFPA 20 - Instalación de bombas estacionarias

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

La clasificación de las ocupaciones no deberá pretender ser una clasificación general de los riesgos de ocupación.

Ocupaciones de riesgo ligero.

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

Ocupaciones de riesgo ordinario:

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

- **Riesgo ordinario (Grupo 2):** Las ocupaciones de riesgo ordinario (grupo 2) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es de moderada a alta, donde las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor moderado no superan los 12 pies (3,66 m), y las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor no superan los 8 pies (2,4 m).

Ocupaciones de riesgo extra.

- **Ocupaciones de riesgo extra (Grupo 1):** Las ocupaciones de riesgo extra (grupo 1) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos son muy altas y hay presentes polvos, pelusas y otros materiales, que introducen la probabilidad de incendios que se desarrollan rápidamente con elevados índices de calor pero con poco o ningún líquido inflamable o combustible.
- **Ocupaciones de riesgo extra (Grupo 2):** Las ocupaciones de riesgo extra (grupo 2) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones con cantidades desde moderada hasta

considerables de líquidos inflamables o combustibles, u ocupaciones donde el escudados de los combustibles es extenso.

4.2. Elementos que forman parte del Sistema Contra Incendio

En este punto conoceremos y mencionaremos un breve resumen de todos los elementos que forman parte de un sistema contra incendio

Reserva de agua

Estos serán de uso exclusivo para el sistema contra incendios, en caso que tenga un uso compartido las tomas de salida para los otros usos deberán estar ubicadas por encima del nivel máximo de la reserva de agua.

Se pueden tener reservas de agua construidas bajo superficie, sobre superficie, elevados y de presión. Entre estos están de los que se succiona agua por medio de equipos de bombeo, y los que distribuyen agua por gravedad,

Cálculo de la reserva de agua

El cálculo de la reserva de agua para cualquier Sistema Contra Incendios está dado por varios factores los cuales dependen principalmente del tipo de protección a instalar y de la clasificación que la edificación tenga según el riesgo por la actividad que realice.

Se debe disponer de una adecuada Reserva de Agua para que cualquiera que sea el tipo de protección instalada funcione en el caso de un siniestro.

Es de importancia tener en cuenta que la reserva destinada para el uso exclusivo del Sistema Contra Incendio, no deberá ser utilizada para ningún otro propósito.

Los suministros mínimos de agua para cualquier sistema combinado de protección contra incendios dado por Bocatomas de Incendio y Sistema de Rociadores Automáticos, que es la protección más aplicada en nuestro medio para cualquier tipo de edificación común, viene dada por la siguiente tabla:

ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CLASES DE RIESGOS

Tabla No. 24 Abastecimiento de agua por clase de riesgos

Clasificación del Riesgo	Rociadores GPM	Mangueras Interiores		Combinación de Mangueras Interiores y Exteriores		Duración en minutos
		GP M	litros/min	GP M	litros/min	
Ligero	Ver densidad en las curvas	100	380	100	378	30
Ordinario G1		100	380	250	946	60 – 90
Ordinario G2		100	380	250	946	60 – 90
Extra G1		100	380	500	1.892	90 – 120
Extra G2		100	380	1000	3.375	120

1 GPM = 3,785 l/min

RESERVAS MÍNIMAS REQUERIDAS DE AGUA POTABLE

Tabla No. 25 Reservas mínimas de agua

Tipo de protección	Tipo de Riesgo		
	Riesgo Ligerο	Riesgo Ordinario	Riesgo Extra
Protección con Bocatomas de Incendio	45 m ³	68 m ³	---
Protección con Rociadores Automáticos	34 m ³	51 m ³	170 m ³
Protección Combinada (Bocatomas y Rociadores)	80 m ³	120 m ³	250 m ³

Reserva para Bocatomas de Incendio

La Mínima reserva calculada para el Sistema Contra Incendios, está dada a partir de la consideración del número de Bocatomas de Incendio funcionando simultáneamente, es decir, dependiendo del tipo de Riesgo en la edificación se determinará el tipo de Bocatomas de Incendio a usar, los cuales están detallados más adelante.

El tiempo determinado como mínimo para la reserva de agua está dado en función del tiempo de respuesta del Cuerpo de Bomberos de la ciudad que en función constante está dado por 60 minutos según las normas internacionales, aunque para el caso de considerarse como un Tipo de Riesgo Extra el tiempo será de 90 minutos como mínimo.

Es recomendable la consideración de dos Bocatomas de Incendio en el Sistema Contra Incendio actuando en simultáneo para el cálculo de la reserva de agua.

Reserva para Sistema de Rociadores Automáticos

El cálculo de la reserva de agua se llega a determinar asimismo por el tipo de Riesgo asignado a la edificación y se determina en función de una densidad de aplicación la cual relaciona el área a proteger con el sistema de rociadores.

Usualmente, su valor fluctúa entre 0.1 gpm/ft² (4.1 l/min/m²) y 0.60 gpm/ft² (24.6 l/min/m²)

Cabe acotar que en una misma edificación se pueden tener más de una clasificación por su riesgo, en estos casos se calculará la demanda de cada Riesgo por separado y se tomará la mayor de ellas para los cálculos respectivos.

Del gráfico se puede observar que al seleccionar un área, sobre la cual estará calculado el Sistema de Rociadores Automáticos, se puede obtener una densidad de aplicación la cual viene dada en galones por minuto y por pie cuadrado (gpm/ft²).

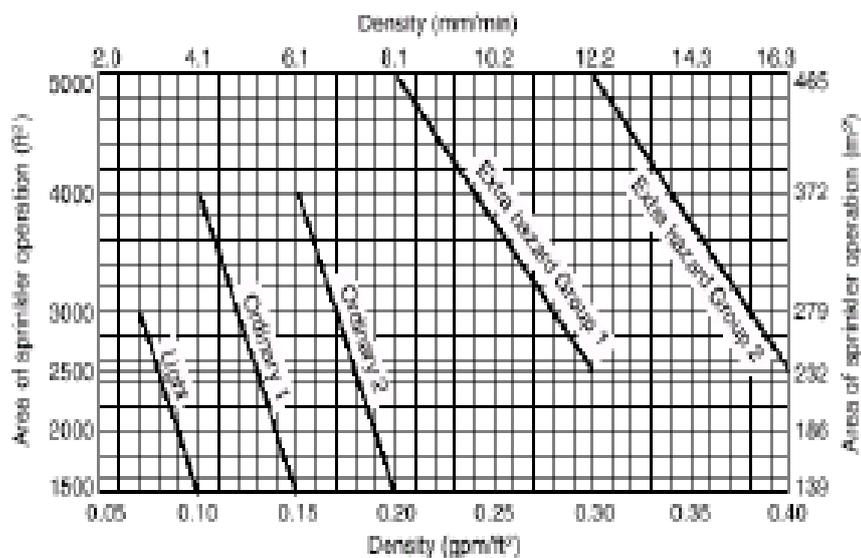


Figura No. 14 Demanda para rociadores [4]

Tuberías y accesorios

El método para transportar el agua necesaria para el combate de incendio en caso de un siniestro se lo realiza a través del tendido de tuberías desde la fuente de captación de agua hasta los equipos o aparatos de disposición de la misma.

Las tuberías para el Sistema Contra Incendio se calculan de forma que puedan soportar la presión y puedan distribuir el agua en su cantidad necesaria hasta el punto de utilización.

Los tipos de tuberías generalmente usados en el Sistema Contra Incendio son de Hierro y Acero, incluso se acostumbra a usar materiales como PVC en las situaciones donde se prevén serios problemas de corrosión

Necesariamente las tuberías usadas para la instalación del Sistema Contra Incendio deben soportar presiones mínimas de trabajo de por lo menos 175 PSI, por lo que se recomienda el uso de las siguientes tuberías las cuales tienen su norma de fabricación en la tabla siguiente:

Tabla No. 26 Recomendación uso de tuberías

Material	Norma Aplicable
Hierro Negro (con costura y sin costura)	ASTM A795
Acero (con costura y sin costura)	ASTM A53
Hierro Dúctil	AWWA C600
Hierro Galvanizado	ASTM 120

Tabla No. 27 Comparación de materiales de tubería

Material	Ventajas	Desventajas
Hierro Negro	Costo moderado Disponibles en varios tamaños	Instalación de costo considerable Se oxida Aspereza interior ocasiona caída de presión
Hierro Galvanizado	Materiales de costo moderado Disponibles en	Instalación de costo considerable Se oxida en las uniones

	<p>varios tamaños</p> <p>En ocasiones anticorrosivo</p>	<p>Aspereza interior ocasiona sedimentación y caída de presión</p> <p>Sólo la superficie externa suele estar protegida</p>
Cobre	<p>No se oxidan</p> <p>Uniformidad de la superficie interior</p> <p>Reduce la caída de presión</p>	<p>Susceptible a ciclos térmicos</p> <p>Su instalación exige uso de soplete</p>
Acero	<p>No se oxidan</p> <p>Uniformidad de la superficie interior</p> <p>Reduce la caída de presión</p>	<p>Instalación de gasto considerable</p> <p>Material costoso</p>

Uniones

- **Uniones soldadas.-** Todas las tuberías metálicas podrán ser unidas entre sí con soldadura. Las juntas soldadas seguirán métodos ajustados a la norma AWS D10.9.
- **Uniones roscadas.-** Las tuberías también podrán ser unidas por medio de roscas. Las roscas cumplirán con las normas ANSI/ASME B1.20.1.
- **Uniones bridadas.-** las tuberías podrán unirse también mediante bridas soldadas a los extremos de la tubería o accesorios. El proceso de soldado de las bridas a la tubería o accesorio seguirá el proceso de la norma AWS D10.9.
- **Uniones ranuradas.-** El sistema de unión de tuberías y accesorios por este método es el más versátil que se encuentra en la actualidad y el más fiable de todos los anteriores. Se podrá utilizar este tipo de junta sobre todo en áreas donde está prohibido soldar.

Accesorios

Se dispone de una extensa variedad de accesorios para lograr que el sistema que se está instalando llegue a todos los lugares deseados, teniendo en cuenta dejar en su recorrido la respectiva toma de agua.

Los accesorios del Sistema Contra Incendio deben ser de construcción certificada, y su calidad de construcción y eficiencia ser aprobadas, por lo tanto, deben exhibir en su carcasa o en la placa las siglas UL, ULC o FM.

Los accesorios deben ser diseñados para soportar las presiones y caudales de agua que va a generar la estación de bombeo.

ACCESORIOS MÁS EMPLEADOS EN LOS SISTEMAS CONTRA INCENDIO

- Codo ranurado 90°



- Codo ranurado 45°



- Tee Mecánica ranurada o Tee de Derivación



- Acople ranurado



- Válvula cheque ranurado



- Reducción ranurada



- Abrazadera Tipo pera UL/FM



- Detector de Flujo



- Válvula de Compuerta UL/FM



- Rociadores y Escudos



- Brida ranurada UL/FM



Bocatomas de incendio, siamesas y extintores

La necesidad de colocar gabinetes de Incendio para la lucha contra el fuego en edificaciones se hace indispensable, puesto que se vuelve imperiosa la necesidad de que en caso de algún siniestro, extinguirlo de inmediato.

Incluso en edificaciones que cuentan con un Sistema Automatizado de Rociadores, se hace necesaria la colocación de Bocatomas de Incendio ya que sirven de complemento y respaldo de los Rociadores Automáticos.

Se dice que la primera arma de combate en caso de algún siniestro siempre será el extintor, seguidamente de las Bocatomas de Incendio en caso de que

no se lo pueda controlar; y si no es extinguido el fuego mediante los dos primeros en caso de tenerlos se activarán los rociadores automáticos, los cuales en su gran mayoría, siempre resultan efectivos.

A continuación se citan los tres tipos de Bocatomas que se emplean en los Sistemas Contra Incendios:

Tipo 1.- Este tipo de sistemas está compuesto por Bocatomas de Incendio que consta con conexiones para mangueras de 2 ½" de diámetro, es decir que en su interior tienen una válvula del tipo angular de 2 ½" de diámetro.

Este tipo de Bocatoma deberá ser capaz de proporcionar un caudal de 150 GPM a una presión mínima de 60 Psi y son utilizados en edificaciones con calificaciones de Riesgo Tipo Ordinario y Extra.

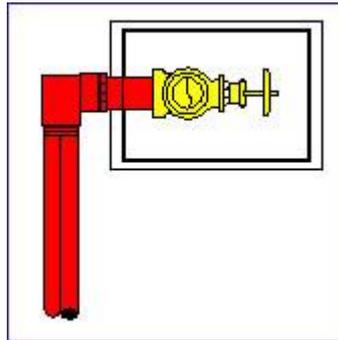


Figura No. 15 bocatoma tipo 1 [11]

Tipo 2.- Están compuestos por Bocatomas de Incendio que constan con conexiones para mangueras de 1 ½" de diámetro. Estos sistemas están pensados para que cualquier ocupante de la edificación pueda dar un primer combate al fuego. Este tipo de Bocatoma deberá ser capaz de proporcionar un caudal de 100 GPM a una presión mínima de 60 Psi y son utilizados en edificaciones con calificaciones de Riesgo Tipo Ligero.

Actualmente no son muy recomendables puesto que se espera en caso de un incendio es que todos evacuen el edificio y que nadie combata el fuego a

menos que se encuentre entrenado o forme parte de una brigada contra incendio.

Este Sistema consta de una manguera de 1 ½" de diámetro de 30 metros de largo, con la cual se puede lograr un primer combate al fuego.

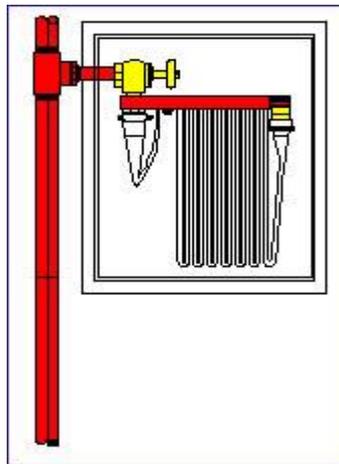


Figura No. 16 bocatoma tipo 2 [11]

Tipo 3.- Son una combinación de los dos anteriores, ya que en su interior consta de 2 tomas fijas de agua, es decir, tienen una toma de 1 ½" conectada a una manguera de 1 ½" de diámetro de 30 metros de largo y otra toma fija de 2 ½" de diámetro con la cual se podrán conectar el Cuerpo de Bomberos con sus mangueras. Este tipo de Bocatoma deberá ser capaz de

proporcionar un caudal de 250 GPM a una presión mínima de 60 Psi y son utilizados en edificaciones con calificaciones de Riego Tipo Ordinario y Extra.

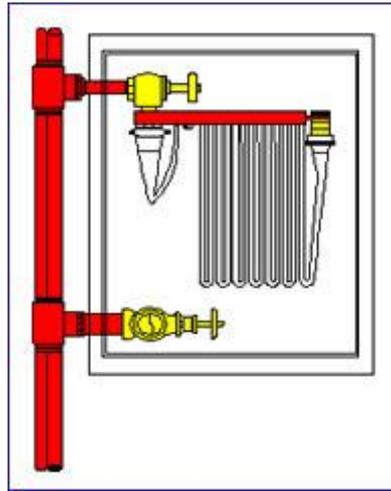


Figura No. 17 bocatoma tipo 3 [11]

Los componentes de una Bocatoma de Incendios equipada son:

- Cajetín metálico con puerta de vidrio colapsable.
- Válvula de Bronce del tipo angular (1 ½" y/o 2 ½")
- Manguera de lona con chaqueta sencilla de 1 ½" de diámetro con acoples, longitud = 30 metros
- Soporte de manguera
- Pitón
- Extintor PQS 10 lbs

- Hacha

Las Bocatomas de Incendio por lo general constan en su interior con una manguera de lona forrada con una longitud de 30 metros, por lo que se pueden ubicar las bocatomas de incendio no más de 60 metros lineales de separación. Aunque una manguera de 30 metros puede cubrir un radio de acción de 45 metros, por lo que el chorro de agua a una presión mínima de 60 Psi deberá cubrir 15 metros de longitud. Es recomendable instalar las bocatomas de incendio siempre en los accesos principales y/o salidas de escape, nunca se deberán encontrar obstruidos por ningún objeto que dificulte su operación o que los esté tapando a la vista.

Se verificarán cada tres meses a medida de mantenimiento lo siguiente:

- Accesibilidad y señalización de la totalidad de las bocatomas de incendios equipadas.
- Buen estado, mediante inspección visual de todos los elementos constitutivos, procediendo a desenrollar o desplegar la manguera en toda su extensión.

- Existencia de presión adecuada en la red, mediante lectura del manómetro.

Cada cinco años se efectuarán las siguientes operaciones de verificación, sobre la totalidad de las bocatomas de incendio equipadas:

- Desmontaje de la manguera y ensayo de ésta en lugar adecuado, comprobando el correcto funcionamiento en las diversas posiciones de la boquilla, así como la efectividad del sistema de cierre. Adicional se comprobará la estanqueidad de la manguera a la presión de trabajo, así como de las juntas de los racores.
- Comparación de la indicación del manómetro con la de otro de referencia acoplado en el racor de conexión de la manguera.
- Cada cinco años la manguera deberá ser sometida a una presión de prueba de 15 kg/cm^2 (1.47 kPa).

Siamesa

En los instantes en que un fuego deja de ser tal para convertirse en un incendio, empiezan a funcionar y activarse automáticamente los dispositivos ubicados de manera estratégica para el control del siniestro, a su vez el

Cuerpo de Bomberos puede bombear agua hacia los sistemas de combate contra el fuego mediante unas conexiones especiales para tales casos llamadas Siamesas.

El Cuerpo de Bomberos podrá conectarse desde su carro bomba hasta la conexión siamesa mediante mangueras, ya que la conexión siamesa tiene sus extremos roscados estandarizados con un diámetro de 2 ½" lo cual hace un fácil empalme entre la conexión y la copla de las mangueras.

Las conexiones para el Cuerpo de Bomberos deben ser de los tipos aprobados, ubicados en lugares de fácil y rápido acceso, a la vista del público y bien señalizados para una ágil y pronta actuación de los bomberos en caso de un siniestro.

Este tipo de conexiones son ubicadas en la fachada frontal del edificio, puesto que se espera que el Cuerpo de Bomberos llegue y se conecte de manera inmediata a la siamesa.

Cada siamesa debe estar provista de una válvula de retención (Válvula Cheque) pero no de compuerta, porque puede encontrarse cerrada en caso de un incendio lo que impediría el ingreso del agua. Por lo general se provee una tubería de 4" de diámetro que sirva de conexión entre la toma siamesa y el resto del Sistema de Protección Contra Incendios.



Figura No. 18 válvula siamesa [11]

Extintores

Los extintores son aparatos portátiles que contienen un agente extinguidor que al ser accionado lo emana bajo presión permitiendo dirigirlo hacia el

fuego. El extintor es el primer elemento que se usa en los primeros minutos de iniciación de un fuego.

Clasificación de Extintores

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

- Extintor de Incendio Operado por Cartuchos o Cilindro.
- Extintor de Incendios no Recargable.
- Extintores de Incendio Portátil
- Extintor de incendios recargables
- Extintores residenciales automáticos.
- Extintores auto expelentes
- Extintor presurizado
- Extintores de neblina de agua
- Extintor de incendios tipo de agua
- Extintor sobre Ruedas

Aplicación en Sistemas Contra Incendio

En el cuadro siguiente se muestra la aplicación de cada uno de los tipos de extintores en función de las clases de fuego:

TIPOS DE EXTINTORES QUE SE DEBEN USAR SEGÚN LA CLASE DE FUEGO

Tabla No. 28 Tipos de Extintores

	A Agua	AB Espuma	ABC Polvo Químico	BC Dióxido de Carbono	ABC Halón
Sólidos	SI	SI	SI	NO	SI
Líquidos	NO	SI	SI	SI	SI
Eléctricos	NO	NO	SI	SI	SI
Metales	NO	NO	NO	NO	NO
Grasas	NO	NO	NO	NO	NO

Rociadores Automáticos

Los rociadores automáticos son dispositivos termosensibles diseñados para reaccionar a temperaturas predeterminadas produciendo en forma automática la liberación de un chorro de agua que se distribuye en formas y

cantidades específicas sobre áreas designadas; los rociadores automáticos distribuyen agua automáticamente agua sobre un fuego para extinguirlo totalmente o para impedir su propagación en caso de que su foco inicial estuviera fuera de su alcance o si el fuego fuese de un tipo que no se puede extinguir por medio del agua que se descarga por los rociadores.

El agua llega a los rociadores desde los equipos de bombeo a través de un sistema de tuberías, los rociadores están distribuidos a intervalos regulares sobre las áreas que se desean proteger.

Este tipo de protección contra incendios se lo comenzó a desarrollar a finales del siglo XIX, pero el desarrollo de los mismos ha aumentado su eficacia gracias a las experiencias adquiridas y a ensayos de laboratorio.

Los sistemas de los rociadores automáticos son uno de los medios descubiertos más fiables para el combate del fuego en caso de un incendio desde su aparición hace más de 100 años que se lleva utilizando.

Los principales objetivos de usar rociadores automáticos son:

- Detectan el fuego, puesto que se accionan debido al aumento de temperatura del ambiente característico de un incendio.
-

- Control, el agua entra a apagar inmediatamente cuando se produce el fuego en forma automática.
- Están presentes en todos los lugares de la edificación, están colocados en lugares donde no siempre puede haber personas, por razones de difícil acceso o por seguridad.
- El daño producido por el agua es mínimo, por la forma en que operan los rociadores el agua es distribuida solo sobre el área donde se encuentra el fuego, evitando el daño de materiales por el uso del agua en lugares innecesarios.

De acuerdo a la National Fire Protection Association (NFPA) “Los rociadores automáticos son el medio más efectivo para controlar incendios en las edificaciones”. La combinación del mejor agente extintor (el agua) y el mejor sistema de distribución y acción disponible es el motivo por el cual el sistema de rociadores debe ser tomado muy en cuenta, planificados y diseñados desde otro punto de vista, con referencia específica a las necesidades totales de protección para la vida humana, los edificios o su contenido.

Se han conocido tres tipos de rociadores automáticos, clasificados así por el tipo de dispositivo para impedir el paso del agua:

- Rociadores de enlace fusible
- Rociadores de Ampolla
- Rociadores de Discos Bimetálicos

El comúnmente usado en la actualidad es el rociador de ampolla el cual tiene un mecanismo bien sencillo que consiste en un bulbo que contiene cierto líquido, pero el bulbo de vidrio no está totalmente lleno del líquido, dentro queda una burbuja la cual se comprime al expandirse el líquido a causa del calor, y al desaparecer la burbuja la presión interior aumenta rápidamente hasta que el bulbo de vidrio se rompe y permite el paso del agua.

Generalmente y dependiendo del diseño del rociador, estos traen a su vez un deflector en su parte superior, el cual está encargado de distribuir el agua en toda el área calculada para su uso.

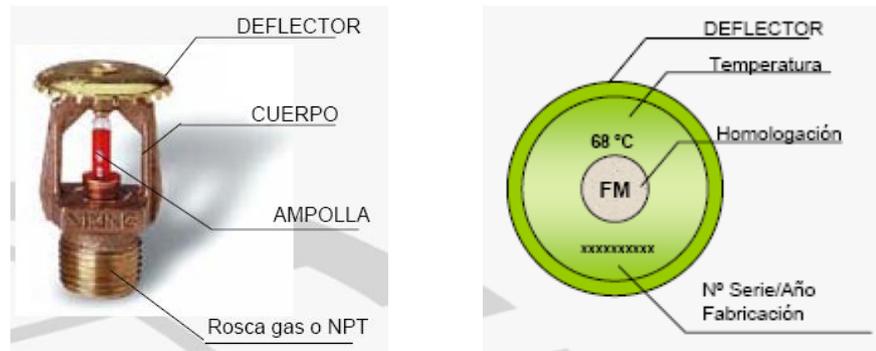


Figura No. 19 partes de un rociador automático [12]

De acuerdo a la posición en la cual se va a ubicar al rociador automático para que distribuya el agua en el área predeterminada, se los puede clasificar en tres grandes grupos:

- Rociadores Tipo Pendent
- Rociadores Tipo Upright
- Rociadores Tipo Horizontal

Clasificación de los Rociadores Automáticos por sus usos:

Rociadores Básicos



Figura No. 20 rociadores básicos [12]

Rociadores Almacenamiento



Figura No. 21 rociadores almacenamiento [12]

Rociadores Decorativos



Figura No. 22 Rociadores Decorativos [12]

Rociadores de Cobertura Extendida

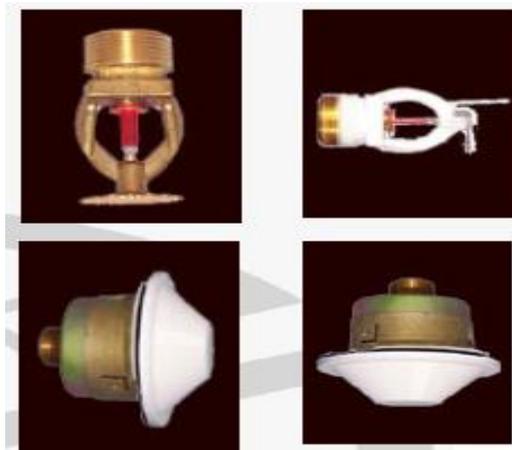


Figura No. 23 rociadores cobertura extendida [12]

Rociadores Institucionales



Figura No. 24 rociadores institucionales [12]

Rociadores Secos



Figura No. 25 rociadores secos [12]

Clases y Selección de Bombas Contra Incendio

Las bombas contra incendios se emplean frecuentemente para complementar la aportación de los sistemas de conducción pública, depósitos de gravedad, depósitos a presión etc. No se recomienda su uso como único medio de suministrar agua a los sistemas privados de protección contra el fuego.

Después de haber pasado algunas innovaciones en los diferentes tipos de bombas contra incendio con el fin de mejorar su aplicación y garantizar su uso, se llegó a las bombas de incendio centrifugas que por su solidez, fiabilidad, fácil mantenimiento y características hidráulicas, así como por la variedad de formas de accionamiento (motores eléctricos, motores de combustión interna y turbinas de vapor) están dominando el campo de aplicación por el momento.

Clases de Bombas

Existen bombas de incendios verticales y horizontales de tipo aprobado, con capacidades nominales de hasta 4000 galones por minuto ($15\text{m}^3/\text{min}$). Las presiones nominales varían desde 40 a 200 lbs./pulg.² (2.8 a 14 Kgs/m²) en las horizontales y entre 75 a 280 lbs./pulg.² (5.3 a 19 Kgs/cm²) en las bombas de turbinas verticales.

La Norma NFPA 20 es “Para instalación de Bombas de Incendio Centrifugas”

Los dos componentes principales de las bombas centrifugas son el disco llamado “impulsor o rodete” y la carcasa dentro de la que se guía. El principio

del funcionamiento es la conversión de la energía cinética en energía de velocidad y de presión.

La energía del motor (eléctrico, combustión interna o de turbina de vapor) se transmite directamente a la bomba por su eje haciendo rodar al rodete a gran velocidad.

Los pasos de conversión de energía varían según el tipo de bombas.

- De flujo radial la presión se forma principalmente por la acción de la fuerza centrífuga. Normalmente el líquido entra en el rodete por el centro y fluye Radialmente hacia la periferia.
- De flujo mixto la presión se forma parcialmente por la fuerza centrífuga y parcialmente por la elevación de las paletas sobre el líquido. El caudal entra axialmente y se descarga en dirección axial y radial.
- De flujo axial o propulsor la mayor parte de la presión se forma por la acción de impulsión o de elevación de las paletas sobre el líquido. El caudal entra axialmente y se descarga casi axialmente.

Centrifugas de Eje Horizontal

La bomba centrífuga con difusor de caracol, de doble aspiración y de una sola etapa, de eje horizontal es el tipo más comúnmente empleada por el servicio de protección de incendios. En estas bombas el flujo de agua tras entrar por el orificio de aspiración y pasar por el interior de la carcasa o caja se divide y entra por ambos lados del rodete a través de una abertura llamada oído de la bomba. La rotación del rodete conduce el agua por fuerza centrífuga desde el oído hacia el borde y a través del caracol hasta la descarga.



Figura No. 26 Bomba Centrífuga Eje Horizontal [12]

Se recomienda que las bombas de incendio tomen el agua de depósitos cubiertos no subterráneos de agua potable.

Un almacenamiento deberá ser suficiente para abastecer la demanda que se establezca por un periodo esperado y la carga disponible desde un suministro de agua deberá ser calculada con base en el flujo del 150% de la capacidad nominal. Esta carga deberá ser la indicada por una prueba de flujo.

Se debe proveer flujo suficiente de agua para prevenir que la bomba se sobrecaliente cuando se opere sin descarga. La válvula de alivio de circulación no deberá estar puesta junto a la caja de empaque o a los drenes de borde para goteo.

Una bomba contra incendio deberá ser seleccionada en el rango de funcionamiento desde el 90% hasta el 150% de su capacidad nominal.

Tipo Turbinas de Eje Vertical

Las bombas verticales de tipo turbinas se empleaban originalmente para elevar agua de pozos profundos. Como bombas de incendios, se

recomiendan para aquellos casos en que las bombas horizontales trabajarían con altura de aspiración.

Una característica valiosa de las bombas verticales es su capacidad de trabajar sin necesidad de cebado. Las bombas verticales pueden emplearse para bombear agua de arroyos, lagunas y pozos, etc.

No se recomienda para el servicio de incendio, la aspiración de agua de pozos, aunque es aceptable cuando la adecuación y fiabilidad del pozo y toda la instalación está hecho en conformidad con la Norma NFPA 20.

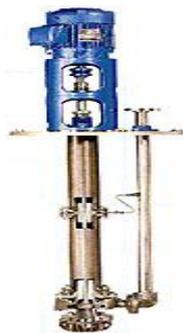


Figura No. 27 bomba centrífuga de eje vertical [12]

Selección de Bombas

Analizados los fundamentos teóricos y aplicando las recomendaciones de la Norma NFPA 20 sobre “Bombas Estacionarias para Sistemas Contra Incendio”, enumeraremos varias consideraciones que sirven para seleccionar las bombas a usarse en el control de riesgo contra incendio.

Las bombas centrifugas sean eléctricas o a diesel, sirven para bombear desde un reservorio de agua donde existe una carga estática positiva.

Las bombas certificadas pueden tener diferentes curvas de capacidad de carga para una nominación dada. La carga de cierre se nominará desde un mínimo (0%) hasta un máximo de 150% de la carga nominal, la carga se nominará para un mínimo de 65% hasta un máximo justo debajo de la carga nominal.

Los acoplamientos flexibles se utilizan para compensar los cambios de temperatura y para permitir el movimiento de los extremos de los ejes conectados sin interferir uno con otro.

Es importante verificar la alineación de la unidad al momento de su instalación para evitar: tensiones de las tuberías que distorsionen o muevan la unidad, desgaste de los rodamientos, movimiento de la estructura del edificio debido a cargas variables u otras causas.

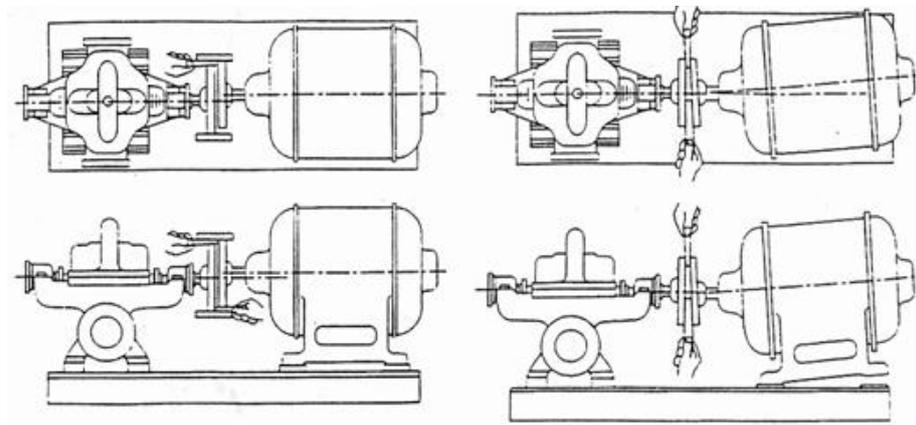


Figura No. 28 verificación de alineación paralela y angular de conjunto bomba-motor [12]

Referente a las tuberías de succión y accesorios sobre tierra estos deben ser de acero, en zonas de agua corrosiva la tubería debe ser galvanizada o pintada en su interior ante de usarla. La tubería de succión debe ser de tal dimensión que con la tubería funcionando a 150% de su capacidad nominal, la velocidad en esa sección de la tubería de succión se localice dentro de los 10 diámetros de tubería corriente por encima de la brida de succión de la bomba y que no sobrepase los 15 pies/sg.

En la tubería de succión deberá instalarse una válvula de compuerta certificada OS&Y, no deberá instalarse una válvula mariposa en la tubería de succión dentro de los 50 pies (16m) corrientes por encima de la brida de succión de la bomba.

Bomba Eléctrica Principal

Las bombas de incendios de eje horizontal eléctrico deben instalarse de forma que funcionen con presión de aspiración positiva, especialmente con arranque automático o manual a distancia.

Con el fin de seleccionar la bomba eléctrica se debe proceder a obtener datos de cálculos hidráulicos, de acuerdo a disposición del sistema contra incendios como son:

- Cabezal (H), en pies (m).
- Caudal (Q), en gpm (m^3/sg).
- Presión de aspiración positiva neta (NPSH), en pies (m).
- Potencia (HP), en Kw

Una curva característica de la bomba entregada por el proveedor, para confirmar los datos técnicos sobre la bomba.

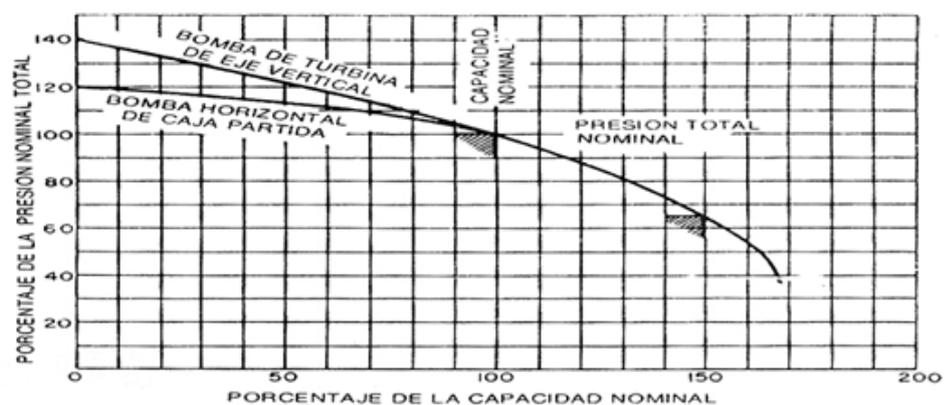


Figura No. 29 curva normalizada de presión – caudal para bombas de incendios horizontales y verticales [12]

Bomba Jockey

Respecto a estas bombas a quienes también se las llama bombas sostenedoras de presión o de relleno por la función que ejecutan, tienen capacidades nominales no menores que cualquier rango de goteo. Deberán tener presión de descarga suficiente para mantener la presión deseada en el sistema de protección de incendio.

No utilizar la bomba contra incendio primaria como una bomba sostenedora de presión.

Utilizar tubería de acero para las tuberías de succión y descarga de la bomba Jockey.

Una bomba Jockey generalmente se requiere para bombas controladas automáticamente.

Las bombas Jockey o sostenedora de presión deberán utilizarse en donde se deseen mantener una presión uniforme o relativamente más alta en el sistema de protección contra incendio.

Una bomba Jockey debe rellenar el rango de goteo permisible dentro de de 10 minutos o 1gpm (3.8 litros/min.) o más.

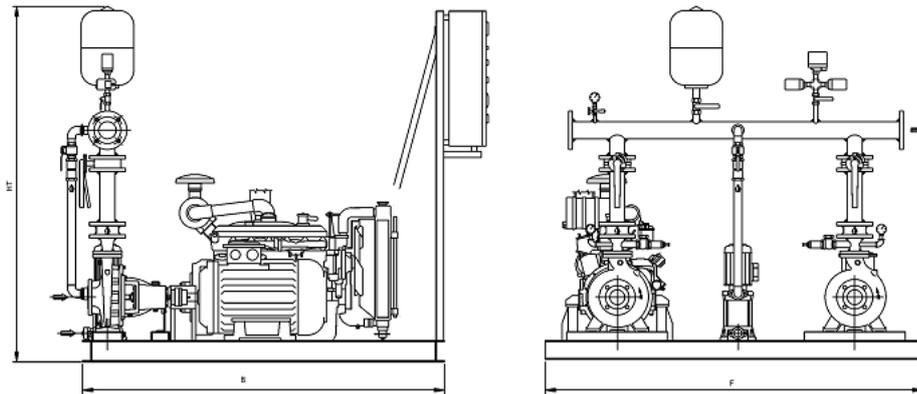


Figura No. 30 bomba jockey [12]

4.3. Cálculos Hidráulicos

Tal como se puede observar y basándonos en el análisis realizado en el capítulo anterior se está frente a una empresa de ocupación de riesgo ordinario tipo 2.

El Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, ente regulador para las normas de prevención y seguridad contra incendios recomienda un sistema de protección mixto, el mismo que está compuesto de una parte hidráulica (bocatomas y rociadores automáticos) y otra a base de extintores (manuales).

Para el tema de rociadores automáticos, se selecciona el sistema de tubería húmeda, que consiste en un sistema de rociadores cerrados en los cuales las tuberías que lo contienen están llenas de agua a presión. Una vez que el elemento que actúa como fusible se acciona, el agua contenida en los elementos es descargada a presión actuando sobre el área protegida.

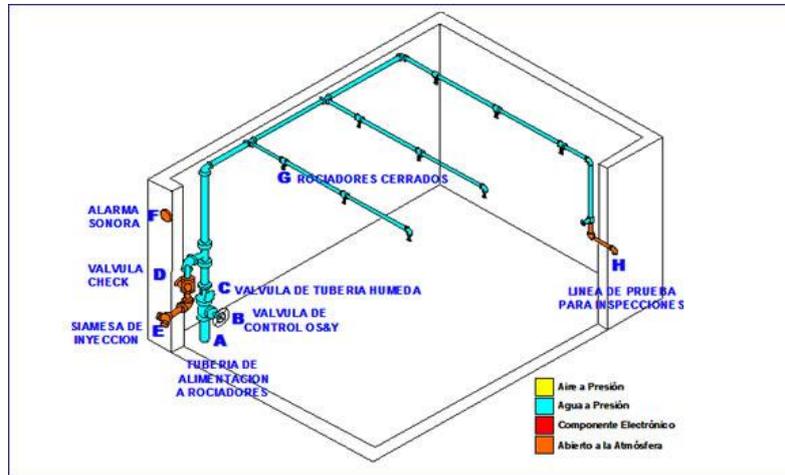


Figura No. 31 Esquema de conexión de un sistema de tubería húmeda [4]

Determinación de Caudal requerido y cálculo de cabezal dinámico total.

Como primer paso se tiene que calcular el caudal necesario del área que se tiene que proteger.

El caudal que se requiere será el necesario para abastecer el sistema de rociadores más el caudal de una bocatoma contra incendio equipado.

Densidad y área de diseño

En el área establecida como la de más riesgo se consideró donde se almacena mucho material combustible (cartón, papel, madera) la misma tiene un área establecida de 412 m² (4435 ft²) y el tipo de riesgo establecido en el análisis de riesgo (riesgo ordinario tipo 2) se procede a realizar el cálculo de la densidad de aplicación expresada en galones por minuto por pie cuadrado (gpm/ft²), este valor fluctúa usualmente entre 0,1 gpm/ft² y 0,60 gpm/ft².

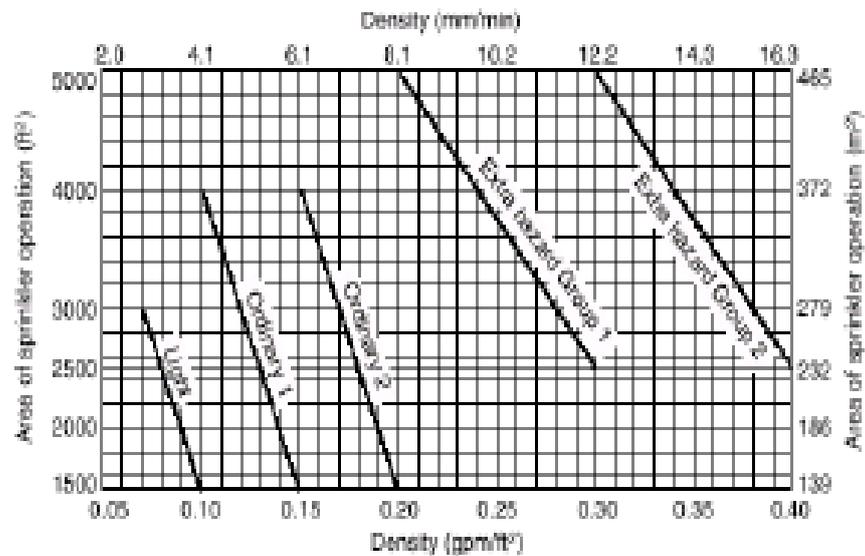


Figura No. 32 demanda para rociadores [4]

Para la curva del grupo riesgo ordinario tipo 2 se obtiene que el caudal de agua necesaria en la red de rociadores automáticos se puede calcular utilizando la ecuación (4.1)

$$Q = A \times \rho \quad (4.1)$$

Donde:

Q = caudal necesario en la red de rociadores (gpm)

A = área de operación de los sprinklers (m² ó ft²) = 4435 ft²

ρ = densidad (gpm/ft²)

Basándose en la curva tenemos el valor de 0,1413 gpm

$$Q = 4435 \text{ ft}^2 \times 0,1413 \text{ gpm}$$

$$Q = 987,23 \text{ gpm}$$

Para el cálculo del caudal que pasa por un rociador se parte de la ecuación (4.2) usada para el cálculo de caudal que pasa por orificios y tubos cortos:

$$Q = k\sqrt{P} \quad (4.2)$$

Se elige un rociador tipo colgante con diámetro 1/2" y según la norma NFPA 13 en el capítulo 2 indica que el factor k para este tipo de rociadores fluctúa entre 5.3 y 5.8. En los datos técnicos del rociador, remitirse al:

Apéndice No. 2 Datos Técnicos del rociador

se indica que el factor k es igual 5.6, para el caso de la presión se tiene que normalmente para la acción eficaz del caudal de un rociador debe tener una presión mínima de 7 psi. Por lo consiguiente reemplazando en la ecuación (4.2)

$$Q = 5.6 \sqrt{7}$$

$$Q = 14.81 \text{ gpm}$$

Con los datos obtenidos se procede a calcular el número de rociadores necesarios para proteger el área designada, el cálculo se lo realiza en base al tipo de riesgo que en este caso corresponde a Riesgo Ordinario.

Según la norma NFPA 13 en el capítulo 4 indica que el área protegida por un rociador normal colgante para un riesgo ordinario es de 130 ft² (12 m²). En la Tabla siguiente además de encontrar el área protegida indica la distancia

máxima entre rociadores que para el caso de riesgo ordinario es 15 ft (4,6 m).

Tabla No. 29 Tabla de área protegida + distancia máxima rociadores

Tabla 4-6.2 Área Protegida y Espaciamiento Máximo (Rociadores Normales Montantes y Rociadores Normales Pendientes)

Tipo de Construcción	Riesgo Leve		Riesgo ordinario		Riesgo Extra		Almacenamiento en Pilas Altas	
	Área Protegida	Espaciamiento (máx.)	Área Protegida	Espaciamiento (máx.)	Área Protegida	Espaciamiento (máx.)	Área Protegida	Espaciamiento (máx.)
	pies ²	pies	pies ²	pies	pies ²	pies	pies ²	pies
No combustible obstruida y sin obstrucciones, y combustible sin obstrucciones	225	15	130	15	100	12	100	12
Combustible obstruida	168	15	130	15	100	12	100	12

Para unidades SI: 1 pie² = 0.0929 m²; 1 pie = 0.3048 m

Calculo de número de rociadores por áreas

En este punto se va a calcular el número de rociadores por área, para el diseño la red y por cuestiones geométricas se escoge la distancia entre rociador de 3,5 m. para todos los cálculos.

Bodega de insumos y archivos

Usando la ecuación (4.3)

$$\# \text{ rociadores a instalarse} = \frac{\text{área de operación}}{\text{área protegida}} \quad (4.3)$$

$$\text{Área de operación} = 412 \text{ m}^2$$

$$\text{Área protegida} = 12 \text{ m}^2$$

$$\# \text{ rociadores a instalarse} = \frac{412 \text{ m}^2}{12 \text{ m}^2}$$

$$\# \text{ rociadores a instalarse} = 34$$

Para la bodega de insumos y archivos se necesitan como mínimo 34 rociadores.

Ahora se va a calcular cuántos rociadores se necesitan por ramal con la ecuación (4.4)

$$\# \text{ rociadores por ramal} = \frac{1.2\sqrt{A}}{S} \quad (4.4)$$

Donde:

A = área de operación (m²)

S = distancia máxima entre rociadores (m)

$$\# \text{ rociadores por ramal} = \frac{1.2\sqrt{412 \text{ m}^2}}{3,5 \text{ m}}$$

$$\# \text{ rociadores por ramal} = 7$$

El diseño va a contar con 5 ramales y cada ramal va a contener 7 rociadores automáticos, distanciados 3,5 m para cubrir la necesidad de 34 rociadores como mínimo

Bodega de Envases

Usando la fórmula:

$$\# \text{ rociadores a instalarse} = \frac{\text{área de operación}}{\text{área protegida}}$$

$$\text{Área de operación} = 420 \text{ m}^2$$

$$\text{Área protegida} = 12 \text{ m}^2$$

$$\# \text{ rociadores a instalarse} = \frac{420 \text{ m}^2}{12 \text{ m}^2}$$

$$\# \text{ rociadores a instalarse} = 35$$

Para la bodega de envases se necesitan como mínimo 35 rociadores.

Ahora se va a calcular cuántos rociadores se necesitan por ramal con la siguiente fórmula:

$$\# \text{ rociadores por ramal} = \frac{1.2\sqrt{A}}{S}$$

Donde:

A = área de operación (m²)

S = distancia máxima entre rociadores (m)

$$\# \text{ rociadores por ramal} = \frac{1.2\sqrt{412 \text{ m}^2}}{3,5 \text{ m}}$$

$$\# \text{ rociadores por ramal} = 7$$

Según las condiciones geométricas del área la misma tendrá 4 ramales de 9 rociadores por ramal para completar la cantidad de 36 rociadores, uno más del mínimo calculado.

Área de envasado

Usando la fórmula:

$$\# \text{ rociadores a instalarse} = \frac{\text{área de operación}}{\text{área protegida}}$$

Área de operación = 360 m²

Área protegida = 12 m²

$$\# \text{ rociadores a instalarse} = \frac{360 \text{ m}^2}{12 \text{ m}^2}$$

$$\# \text{ rociadores a instalarse} = 30$$

Para el área de envasado se necesitan como mínimo 30 rociadores.

Ahora se va a calcular cuántos rociadores se necesitan por ramal con la siguiente fórmula:

$$\# \text{ rociadores por ramal} = \frac{1.2\sqrt{A}}{S}$$

Donde:

A = área de operación (m²)

S = distancia máxima entre rociadores (m)

$$\# \text{ rociadores por ramal} = \frac{1.2\sqrt{360 \text{ m}^2}}{3,5 \text{ m}}$$

$$\# \text{ rociadores por ramal} = 6$$

Según las condiciones geométricas del área la misma tendrá 5 ramales de 6 rociadores por ramal para completar la cantidad de 30 rociadores.

Bodega de Materia Prima y producto Terminado

Usando la fórmula:

$$\# \text{ rociadores a instalarse} = \frac{\text{área de operación}}{\text{área protegida}}$$

$$\text{Área de operación} = 352 \text{ m}^2$$

$$\text{Área protegida} = 12 \text{ m}^2$$

$$\# \text{ rociadores a instalarse} = \frac{352 \text{ m}^2}{12 \text{ m}^2}$$

$$\# \text{ rociadores a instalarse} = 30$$

Para parte de la bodega se necesitan como mínimo 30 rociadores.

Ahora se va a calcular cuántos rociadores se necesitan por ramal con la siguiente fórmula:

$$\# \text{ rociadores por ramal} = \frac{1.2\sqrt{A}}{S}$$

Donde:

A = área de operación (m²)

S = distancia máxima entre rociadores (m)

$$\# \text{ rociadores por ramal} = \frac{1.2\sqrt{352 \text{ m}^2}}{3,5 \text{ m}}$$

$$\# \text{ rociadores por ramal} = 6$$

Según las condiciones geométricas del área la misma tendrá 5 ramales de 6 rociadores por ramal para completar la cantidad de 30 rociadores.

Para la segunda parte de la bodega de materia prima y producto terminado se tienen los siguientes datos:

Área de operación = 720 m²

Área protegida = 12 m²

$$\# \text{ rociadores a instalarse} = \frac{760 \text{ m}^2}{12 \text{ m}^2}$$

$$\# \text{ rociadores a instalarse} = 63$$

Para parte de la bodega se necesitan como mínimo 63 rociadores.

Debido a la forma rectangular donde un lado es mucho mayor que otro se basó en las mismas distancias calculadas en los ítem anteriores, quedando lo siguiente:

rociadores por ramal = 16

de ramales = 4

Por lo tanto para ésta área se tiene 64 rociadores.

En la figura siguiente se puede apreciar el patrón de distribución de un rociador colgante.

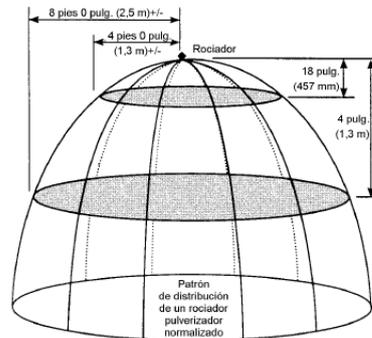


Figura 4-5.5.1.1 Patrón de distribución típico de un rociador deflector normal.

Figura No. 33 Patrón de distribución [4]

A continuación se va a calcular el caudal total requerido de la bomba a instalar, como dato preliminar tenemos que mencionar que en la mayoría de incendio que se tiene registro, el número de rociadores automáticos funcionando simultáneamente ha sido de un máximo de ocho.

Adicional se realiza el cálculo de que se encuentre funcionando un gabinete contra incendio, en este caso se seleccionó un gabinete tipo III el que su consumo es de 150 gpm, se escogió este dato porque una manguera de 1 ½" tiene ese consumo, valiéndose del criterio de que la brigada sólo actúa como apoyo hasta que lleguen los bomberos, una vez que lleguen el trabajo lo realizan con sus equipos.

Por lo que se tiene:

Caudal necesario para abastecer 8 rociadores	118,48 gpm
Caudal necesario para un gabinete Tipo 3	150,00 gpm
Caudal Total requerido	268,48 gpm

Por lo que se escoge una bomba que entregue un caudal de 250 galones por minuto.

Cálculo de la potencia del motor de la bomba considerando el Gabinete más lejano

Para el cálculo de la potencia del motor de la bomba se va a considerar el gabinete más alejado de la bomba contra incendio, se va a aplicar la ecuación

(4.5)

$$P_{teórica} = H_B \times \rho \times g \times Q_T \quad (4.5)$$

Donde:

H_B = altura dinámica (carga de trabajo de la bomba)

ρ = densidad del agua

g = coeficiente de gravedad

Q_T = caudal

Con esta fórmula obtendremos la Potencia teórica, considerando que en funcionamiento se tienen rangos de eficiencia, se tendría que calcular la potencia real usando la ecuación (4.6)

$$P_{real} = \frac{P_{teórica}}{\%} \quad (4.6)$$

Donde:

% = eficiencia

Para determinar el caudal (Q_T) y la altura dinámica o carga de trabajo de la bomba (H_B).

Se considerará el caudal obtenido por una manguera por el número de mangueras requeridas para la atención de la emergencia mediante la ecuación (4.7)

$$Q_T = \text{caudal de manguera} \times \# \text{mangueras requeridas} \quad (4.7)$$

$$Q_T = 150 \text{ gpm} \times 1$$

$$Q_T = 150 \text{ gpm}$$

$$Q_T = 0.00945 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Para determinar la altura dinámica se empleará la ecuación (4.8)

$$H_B = h_{f_{total}} + \left[\left[\frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 \right] - \left[\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 \right] \right] \quad (4.8)$$

Donde:

$h_{f_{total}}$ = pérdida de carga (m)

P_2 = presión en la salida de manguera = 65 psi = 448155.3 N/m²

V_2 = velocidad de flujo de agua a la salida de la manguera

Z_2 = altura de gabinetes respecto a la bomba = 1,6 m

P_1 = presión en el nivel de toma de agua en la cisterna = 0 psi

V_1 = velocidad de flujo de agua en la cisterna = 0 m/seg

Z_1 = altura toma de agua en cisterna respecto a bomba = -3 m

ρ = densidad del agua = 1000 kg/m³

g = coeficiente de gravedad = 9.8 m/seg²

Para la aplicación de la fórmula se requiere determinar la velocidad del flujo de agua a la salida (se considera el gabinete más alejado de la bomba) [V_2] y la pérdida de de carga en el recorrido del agua por la tubería [h_{ftotal}].

Para calcular la velocidad de flujo de agua a la salida de la manguera se empleará la ecuación (4.9)

$$Q = A \times V_2 \quad (4.9)$$

Donde:

Q = caudal en el extremo de la manguera (m³/seg)

A = sección interna de la tubería (m²)

Ø = diámetro interno de la tubería (m) = 62,68 mm = 0,0627 m

$$V_2 = \frac{Q}{\frac{\pi \phi^2}{4}} = \frac{0.00945}{\frac{\pi}{4} \times (0.0627)^2} = 3.06 \frac{m}{seg}$$

Para el cálculo de la pérdida de carga en el recorrido seleccionado se empleará la ecuación (4.10)

$$h_{f_{total}} = \frac{(f \times L_{eq} \times V_2^2)}{2 \phi g} \quad (4.10)$$

Donde:

f = coeficiente de fricción

L_{eq} = longitud equivalente (m)

Ø = diámetro interior real de la tubería (m)

V₂ = velocidad de flujo de agua en la tubería (m/seg)

g = coeficiente de gravedad (m/seg²)

Para el cálculo de la pérdida, se tendrá que hacer el cálculo previo del coeficiente de fricción de la tubería y la longitud equivalente de la tubería de agua.

Para el cálculo del coeficiente de fricción (f) se lo determinará a través del nanograma “*Factor de fricción en función del número de Reynolds con Rugosidad Relativa como parámetro*”, necesitando previamente conocer el número de Reynolds (N_{RE}) y la rugosidad relativa (E/D) de la tubería.

Apéndice No. 3 Factor de fricción en función del número de Reynold

Para calcular el número de Reynolds se utilizará la ecuación (4.11)

$$N_{RE} = \frac{\emptyset \times V_2 \times \rho}{\mu} \quad (4.11)$$

Donde:

\emptyset = diámetro interior real de la tubería (m)

V_2 = velocidad del agua en la tubería (m/seg)

ρ = densidad del agua (kg/m^3)

μ = viscosidad = 0.001 (kg/m.s)

$$N_{RE} = \frac{0.0627m \times 3.06 \frac{m}{seg} \times 1000 \frac{kg}{m^3}}{0.001 \frac{kg}{m \cdot seg}}$$

$$N_{RE} = 191899.74$$

$$N_{RE} = 1.92 \times 10^5$$

Para el caso de la rugosidad relativa (E/D) se determinará a partir del nanograma “*Rugosidad Relativa en función del diámetro para tubos de varios materiales*”, si se considera que para el caso de que el suministro de agua sea a través de tuberías de acero comercial se tiene lo siguiente:

$$\left(\frac{E}{D}\right) \cong 0.0008$$

Con los datos ya calculados haciendo uso del Diagrama de Moody para determinar el coeficiente de fricción se tiene que:

$$f = 0.021$$

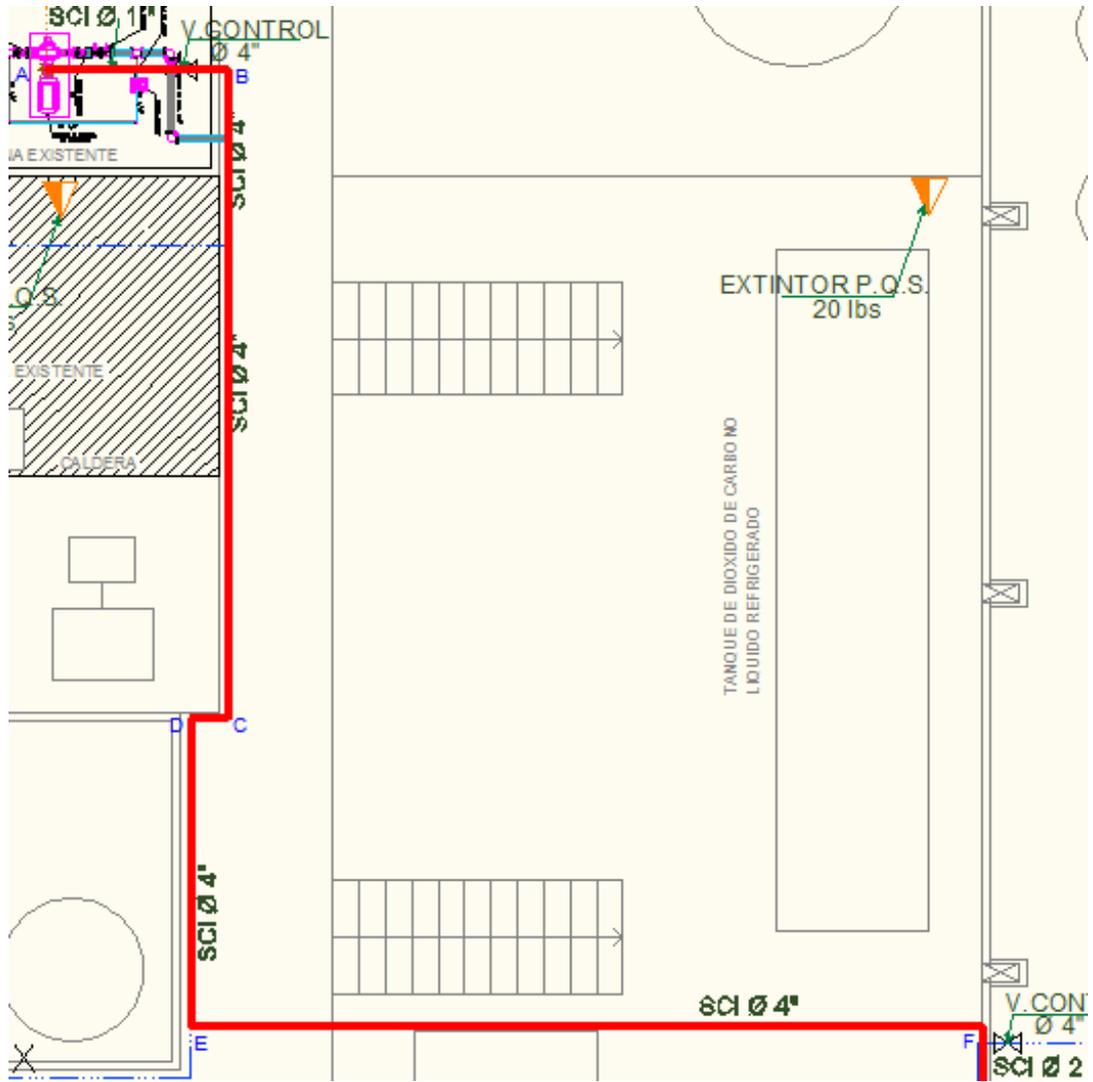
Ver

Apéndice No. 4 Diagrama de Moody

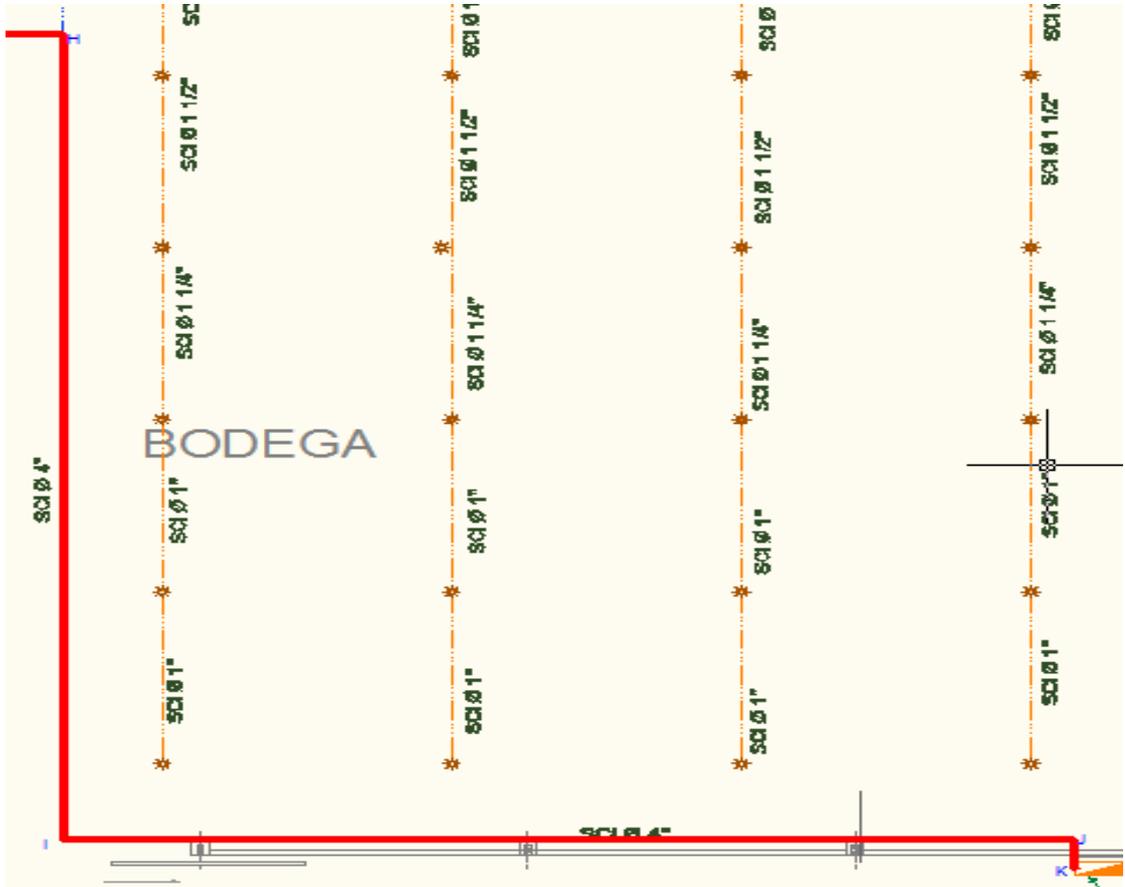
Para el cálculo de la longitud equivalente de la tubería se tiene que considerar la longitud total de la tubería lineal y la longitud equivalente de los accesorios que participan en la línea de suministro de agua.

$$L_{eq} = L + L_{eq\ acc}$$

Figura No. 34 Cálculo de Longitud de tubería lineal







Donde:

Tramo	Distancia (mm)
Salida de la bomba	7.000
AB	3.860
BC	7.750
CD	480
DE	5.560
EF	11.860
FG	14.250
GH	23.260
HI	1.623
IJ	16.140
JK	580
Bajante al cajetin	3.420
Total	95.783

$L = \text{longitud de tubería lineal} = 95.78 \text{ m}$

Accesorio	Cantidad	L_{eq} (ft)	$L_{eqtotal}$ (ft)
Codo 4" x 90°	11	10	110
Tee 4" x 90°	7	20	140
Tee 2 1/2"	1	12	12
Longitud equivalente de accesorios			262 (79,86 m)

$$L_{eq} = 95.78 \text{ m} + 79,86 \text{ m}$$

$$L_{eq} = 175,64 \text{ m}$$

Con estos datos se determinará la pérdida de carga total $h_{f_{total}}$

$$h_{f_{total}} = \frac{(f \times L_{eq} \times V_2^2)}{2\phi g}$$

$$h_{f_{total}} = \frac{(0.021 \times 175.64 \times 3.06^2)}{2 \times 0.0627 \times 9.8}$$

$$h_{f_{total}} = 28.10 \text{ m}$$

Utilizando la fórmula para el cálculo de la altura dinámica o carga de trabajo de la bomba (H_B) se tiene lo siguiente:

$$H_B = h_{f_{total}} + \frac{P_2}{\rho \times g} + \frac{V_2^2}{2 \times g} + z_2 - z_1$$

Reemplazando los siguientes datos:

$$h_{f_{total}} = 28.10 \text{ m}$$

$$P_2 = 448155.5 \text{ N/m}^2$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9.8 \text{ m/seg}^2$$

$$V_2 = 3.06 \text{ m/seg}$$

$$Z_2 = 1.6 \text{ m}$$

$$Z_1 = -3.0 \text{ m}$$

$$H_B = 28.10 \text{ m} + \left(\frac{448155.5 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{seg}^2}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}} \right) + \left(\frac{(3.06 \frac{\text{m}}{\text{seg}})^2}{2 \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}} \right) + (1.6\text{m} - (-3.0\text{m}))$$

$$H_B = 78.91 \text{ m}$$

$$H_B = 112,22 \text{ psi}$$

Cálculo de la Potencia del motor de la Bomba

$$P_{teórica} = H_B \times \rho \times g \times Q_T$$

$$P_{teórica} = 78.91\text{m} \times 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2} \times 0.01577 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$$

$$P_{teórica} = 12193.68 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{seg}^3}$$

Considerando la equivalencia de 1HP=745W

$$HP = \frac{12193.68}{745} = 16.36$$

Como se había mencionado anteriormente dimensionamos un 60% de eficiencia

Potencia real del motor de la Bomba:

$$HP_{real} = \frac{16.36}{0.60} = 27.28$$

Dimensionamiento de la Red de Tuberías

En el diseño de la red de distribución deberán tenerse en cuenta los siguientes requerimientos:

El dimensionamiento de la red principal de tuberías será el resultado del cálculo hidráulico correspondiente, considerando como caudal de diseño el requerido en la sección, o bloque con mayor demanda. En el cálculo hidráulico, normalmente se utiliza una combinación de los métodos de Darcy-Weibach y Hazen-Williams, con $C= 120$ para tuberías de acero comercial.

La velocidad del agua en las tuberías principales de la red de distribución, no será mayor de 3 m/s (10 pie/s).

La tubería principal de la red no será de diámetro inferior a 102.3 mm (4 plg).

Las tuberías principales de la red de agua contra incendios, se instalarán a 800 mm del nivel del terreno, convenientemente soportados y anclados de acuerdo a normas y prácticas aprobadas de ingeniería.

La máxima presión de trabajo admisible en cualquier punto de la red, no será mayor de 0,5 kg/cm² (150 psi). En este sentido y en función de la curva

característica de la bomba, se requerirá el uso de válvulas de recirculación y/o alivio en la descarga de las bombas, que impidan la sobre presurización del sistema en caso de bajo caudal.

Las tuberías serán de acero al carbono, según ASTM A-53 Gr. B, SCH 40 como mínimo.

Se deberá prestar especial atención a la protección del sistema de tuberías frente a la corrosión, tanto interna como externa.

En la red de agua contra incendio, podrán instalarse manómetros ubicados en sitios estratégicos, con el fin de facilitar en cualquier momento la rápida comprobación de la presión en el sistema.

Las tuberías de la red de agua contra incendio se pintarán de color rojo de seguridad

Bomba Jockey

La bomba jockey debe mantener la presión deseada en el sistema, se ha determinado que su capacidad variará entre el 1 al 5% con respecto a la

capacidad de la bomba principal, por lo tanto el caudal de la bomba jockey se calcula con la ecuación (4.12)

$$Q = 3\% Q_{Bomba} \quad (4.12)$$

$$Q = 3\% (250 \text{ gpm})$$

$$Q = 7,5 \text{ gpm}$$

La presión de la bomba jockey se considera 10 psi más que la presión de la bomba principal, por lo tanto la presión será de 120 psi.

Plano No. 3 Red Hidráulica del Sistema Contra Incendio

4.4. Selección de equipos y materiales

Bomba Principal

En los cálculos realizados se determinó un caudal necesario para el sistema contra incendios de 250 GPM, se toma en cuenta que las bombas contra incendios están diseñadas para satisfacer un 150% del caudal total requerido.

La bomba seleccionada para el sistema contra incendio, conociendo que se cuenta con una cisterna como reservorio de agua, es una bomba eléctrica de turbina vertical, listada por UL y aprobada por FM y en consideración con la norma NFPA panfleto 20.

Las características de la bomba seleccionada se encuentran en el

Apéndice No. 5 Bomba Principal

Bomba Jockey

La unidad de bombeo tiene las siguientes características detalladas en el

Apéndice No. 6 Bomba auxiliar o Jockey

ACCESORIOS

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

- Distribuidor de mangueras con una conexión de 2 ½”.
- Una Válvula con tapa y cadena de 2 ½”

Tuberías y accesorios

Para la instalación se va a seleccionar tubería de acero ASTM A53.

Uniones

Se selecciona las uniones de tipo ranuradas ya que son las más fáciles para el montaje del sistema.

De igual manera para todos los accesorios presenten en el sistema se los escogerán ranurados, salvo en lugares donde sea más fácil colocar accesorios para soldar.

Gabinetes contra incendio

Para la selección de gabinetes contra incendio se considera los de tipo III, el que cuenta con una manguera para sistema contra incendio trabajando a una presión de 65 psi, estos gabinetes se encuentra en las áreas perimetrales de la empresa, se consideró sitios estratégicos para el combate en caso de un conato de incendio.

En el diseño se consideró la ubicación de 3 gabinetes contra incendio.

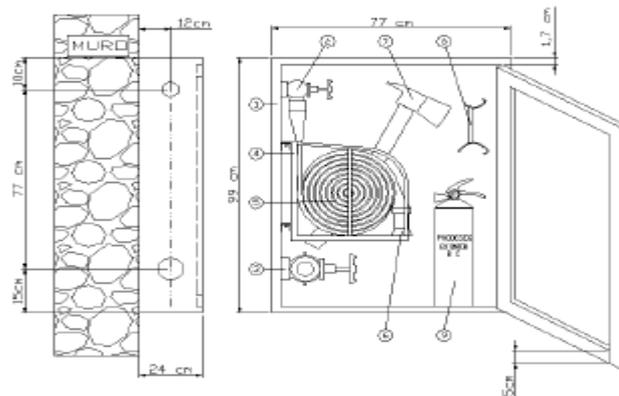


Figura No. 35 esquema gabinete contra incendio tipo 3 [12]

EQUIPOS Y ACCESORIOS DE UN GABIENTE CONTRA INCENDIO

- Gabinete para equipo contra incendio fabricado en lámina cold rolled cal 0.20 de 75 x 75 x 25 cm (alto – ancho – fondo) de sobreponer, terminado en pintura electrostática roja, con vidrio.
- Válvula angular tipo globo en bronce de 1 ½” x 1 ½” NPT x NH (hembra – macho).
- Válvula angular tipo globo en bronce de 2 ½” x 2 ½” NPT x NH (hembra – macho).

- Tramo de manguera de 1 ½" x 100 pies (30metros) acoplada, compuesta de un tejido exterior 100% poliéster y un tubo interior en caucho sintético, presión de servicio 150 psi, presión de prueba 300 psi, presión de rotura 500 psi, cumple norma de fabricación y mantenimiento NFPA 1961 y 1962.
- Boquilla de chorro y niebla de 1 ½" en policarbonato, certificada "UL".
- Extintor de polvo químico seco ABC de 10 libras de capacidad.

Se seleccionan los gabinetes tipo III porque de este tipo se utilizan en las empresa de riesgo ordinario y extra.

Rociadores

Se considera normalmente que la presión para obtener una acción eficaz de un rociador es de 48 kPa (7 psi). Para el sistema se selecciona un rociador abierto estándar con un diámetro de rosca ½", tipo NPT, con una constante de 5.6 y una presión de salida de 10 psi, el caudal de cada rociador será mínimo 14.81 gpm.

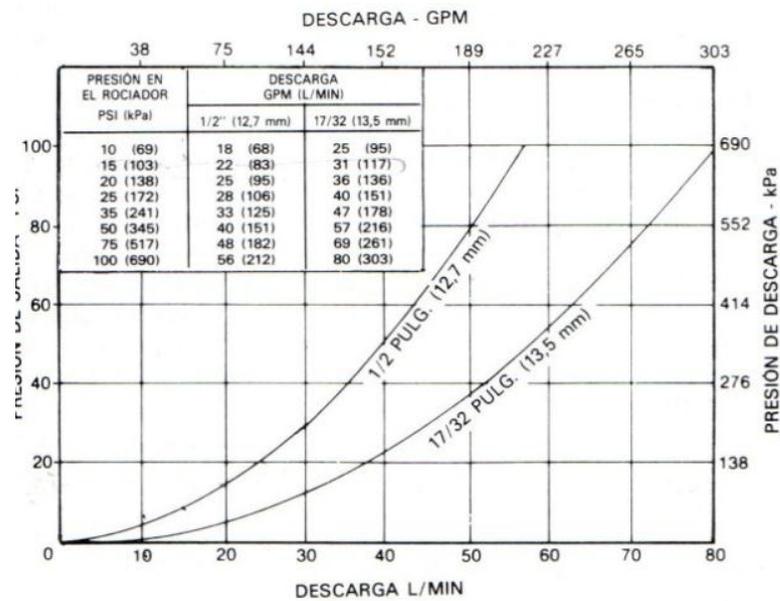


Figura No. 36 descarga de agua de un rociador de 1/2" y 17/32" de orificio nominal [4]

Extintores

Antes de la elección de un extintor es importante saber:

- La naturaleza de los combustibles presentes.
- Las condiciones ambientales del lugar donde va a situarse el extintor.
- Quién utilizará el extintor.
-

- Si existen sustancias químicas, en la zona, que puedan reaccionar negativamente con el agente extintor.

Cuando se elija entre distintos extintores, debe considerarse:

- Si es eficaz contra los riesgos específicos presentes.
- Si resulta fácil de manejar.
- El mantenimiento que requiere.
- El potencial usuario del extintor no debe salir lesionado por haber elegido en plena emergencia un extintor equivocado. El potencial usuario, en el momento del problema, no debe pensar en la selección adecuada del extintor, sino solamente en usarlo.
- Por ejemplo, NO se debe colocar en el mismo puesto un extintor de polvo ABC y uno de agua presurizada, exteriormente y a simple vista son iguales, esto puede hacer que el usuario tome por equivocación o desconocimiento, el extintor de agua para apagar el fuego que se está desarrollando en un tablero eléctrico.

Por lo anteriormente descrito se selecciona el Extintor de Polvo Químico Seco Tipo ABC por las siguientes propiedades:

- Cuando se descarga un equipo contra incendios de polvo químico seco sobre un incendio el fuego se apaga de forma prácticamente instantánea.
- Los polvos químicos que se utilizan actualmente en los extintores PQS no son tóxicos aunque pueden causar problemas para respirar y dificultar la visibilidad durante o inmediatamente después de su descarga.
- Cuando se utiliza un extintor de polvo químico seco sobre un combustible sólido en llamas se crea un residuo pegajoso que cubre el combustible aislándolo del oxígeno del aire e impidiendo así la combustión.
- El principal uso de los extintores de polvos químicos secos PQS es para extinguir fuegos producidos por combustibles líquidos. Otra de las propiedades de los polvos químicos secos es que no son conductores de la electricidad por lo que también están recomendados para su utilización en incendios eléctricos.
- Los matafuegos de polvo químico ABC, tienen un alcance aproximado de 6 metros. El conservar las correctas distancias de actuación frente al fuego, facilita su control con una mayor eficacia y seguridad. Debe

recordarse además, que generalmente la descarga de un equipo extintor manual, está alrededor de los 50 segundos.

Características técnicas:

- Extintor de presión contenida, a base de Polvo químico seco ABC al 75% de fosfato mono amónico de 6 Kilos.
- son cargados con polvo químico seco normado a base de fosfato monoamónico con efectividad en fuegos tipo a-b-c, lo que los hace indispensables en oficinas, almacenes, fábricas, vehículos, gasolineras y sitios riesgo alto de incendio.
- Cilindro fabricado en lámina calibre 14 rolada en frío.
- Acabado en pintura horneada de alta resistencia color rojo, resistente a la corrosión y a la intemperie. Recomendado para usos en oficinas, fabricas, almacenes, bodegas, comercios, industrias, etc.
- Válvula de fácil operación fabricada en perfil de aluminio.
- Manómetro indicador de presión.



Figura No. 37 extintor pqs tipo abc [12]

Para la colocación de los extintores en el área se consideraron las siguientes recomendaciones que indican las normas NFPA., tales como:

- El equipo extinguidor debe colocarse en sitios de acceso inmediato en caso de Incendio.
- El extinguidor debe montarse a no más de 1,6 m sobre el piso.
- Todo el equipo extinguidor debe colocarse de tal modo que quede perfectamente visible. Nunca debe colocarse fuera del campo visual de las personas.
- Estén cerca de los trayectos normales de paso.

- Estén cerca de entradas y salidas.
- No sean propensos a recibir daños físicos.

Soportería

Las tuberías en succión y descarga de la bomba deben ser rápidamente soportadas lo más cerca posible a las conexiones de las bombas, deben estar ajustadas de tal manera que la tuberías no transmitan ningún esfuerzo a los filos o bridas de las bombas.

Esencialmente las tuberías deben estar soportadas de la estructura del edificio, la cual debe soportar la carga de las tuberías llenas de agua más una carga de 250 libras aplicada en el punto de soporte.

- Los soportes en tuberías exteriores sobre el nivel de tierra serán bloques de hormigón ubicados cada 5 metros.

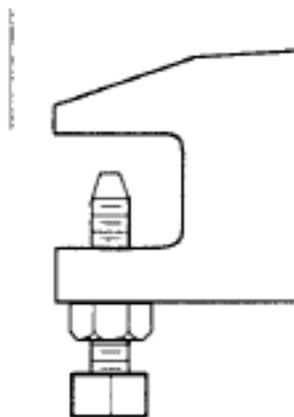
Los soportes en tuberías elevadas serán en cada columna y habrán soportes colgantes adicionales, pero la distancia entre soportes no debe exceder de 4 metros.

Respecto a los rociadores se cumple los mismos métodos aplicados de soportería anteriormente citados

- La máxima distancia permitida entre soportes de los brazos de tuberías de rociadores para diámetro de 1" es de 4 metros.
- La máxima distancia permitida entre soportes para diámetros de 1 ½ hasta 2" es de 5 metros

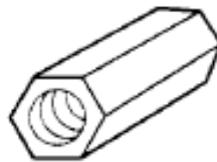
Para la soportería del proyecto se utilizaron los siguientes accesorios, los cuales están aceptados en la norma NFPA 13 de rociadores automáticos.

- Abrazadera universal de viga superior e inferior



Abrazadera universal de viga superior e inferior

- Acople para barras



Acople para barras

- Soporte tipo bucle ajustable y giratorio



Soporte tipo bucle
ajustable y giratorio

Almacenamiento de agua

Para el diseño del almacenamiento de agua se ha considerado un tiempo de respuesta de 60 minutos que es lo que indica la norma NFPA para reservas de agua según el tipo de riesgo.

Como la bomba seleccionada fue de 250 gpm y teniendo una duración de 60 minutos se tiene lo siguiente:

$$250 \text{ gpm} \times 60 \text{ min} = 15.000 \text{ galones}$$

Por lo que se tiene una reserva de agua de 15.000 galones ó 60 m³.

CAPÍTULO 5

5. MONTAJE Y CONSTRUCCIÓN

En este capítulo se va a mostrar la forma en que se va a proceder a realizar la construcción y el montaje del sistema contra incendio utilizando técnicas de montaje, cronogramas de ejecución, procedimientos de trabajo, normas de seguridad, etc.

5.1. Diagrama de Gantt

Se ha considerado para la construcción y montaje del sistema contra incendios un tiempo estimado de 31 días laborables. Este cronograma de ejecución puede tener una pequeña variación dependiendo de la habilidad de los obreros y pericia de los supervisores.

Apéndice No. 7 Diagrama de Gantt

5.2. Procedimiento de Montaje

Para el montaje del sistema contra incendio se deben considerar todas las normas a aplicarse tales como:

Las tuberías deben juntarse mediante juntas mecánicas normalizadas o por juntas de presión.

Las soldaduras a realizarse deben cumplir con la norma AWWA C206-62 “Soldadura en obras de las tuberías de acero para agua”

Los apoyos y suspensiones deben cumplir con las normas aplicables y realizarse con métodos de ingeniería reconocidos.

Considerar las Normas: NFPA 13 “Instalaciones de sistemas de rociadores automáticos”, NFPA 24 “Instalaciones de la línea principal de servicios contra incendio y sus anexos”, NFPA 14 “Instalación de sistemas de tuberías y mangueras.

Así como las presiones mínimas de trabajo para tuberías y anexos de 150 psi. Se procede a seleccionar el tipo de tuberías, tamaño, calidad y procedencia, así como el tipo de unión.

Para los casos de soldadura se deberá proceder de la siguiente manera:

- Biselar el empalme para poder lograr una buena penetración.
- Un pase con electrodo AWS6011-1/8”
- Un pase cordón con electrodo AWS7018-1/8” para rellenar el primer pase.
- Un pase cordón con electrodo AWS7018-1/8” para el acabado.

Previo a cualquier trabajo en caliente se deberá pedir la autorización al personal de seguridad cumpliendo con todas las normas para la prevención de riesgos.

La norma NFPA 51B es la más acertada que rige para prevención de incendios durante trabajos de soldaduras, cortes y otros trabajos en calientes que se presentan en la ejecución de un proyecto de sistemas contra incendio y que garantiza los riesgos de trabajos y accidentes de todos los que ejecutan los mismos, sean contratistas y administradores de proyecto, supervisores y los trabajadores ejecutores de aquellos trabajos en calientes.

Esta norma cubre medidas para prevenir pérdida de vida y propiedades debido a incendio o explosión como resultado de trabajos en caliente en instituciones, comercios y plantas industriales.

Esta norma cubre los siguientes procesos de trabajos en calientes:

- Soldaduras y proceso a fines.
- Tratamientos de calor.
- Esmerilado.
- Calentamiento de tuberías.
- Remachado en caliente.
- Aplicaciones similares productoras de chispa, llama o calor.

La responsabilidad de trabajar en caliente debe ser del Administrador o Gerente técnico o responsable designado por la Gerencia General, y su deber es:

Disponer las operaciones de seguridad de la actividad de trabajo en caliente

Establecer las áreas de permiso para trabajar en caliente

Designar las autorizaciones de permisos individuales para trabajos en caliente

Debe asegurarse el sólo uso de aparatos aprobados tales como: antorchas, reguladores o válvulas reductoras de presión, tubos múltiples y generadores de acetileno.

Asegurar que todos los individuos involucrados en operaciones de los trabajos en caliente incluyendo los supervisores, están familiarizados con todas las reglas de esta Norma 51B.

Todos los individuos deben ser entrenados en operaciones de seguridad de un equipo y del proceso de trabajo aplicado, además de tener conciencia de los riesgos inherentes involucrados y entender los procedimientos de emergencia en el evento de un incendio.

El personal de Seguridad Industrial son los responsables de la operación segura de las actividades de trabajo en caliente, como el caso de la protección de combustibles por encendido:

Ejecutar el trabajo en una ubicación libre, alejada de los combustibles.

Si el trabajo no puede moverse de su sitio, asegurarse movilizándolo los combustibles a una dirección segura si es factible o protegerlo con un caparazón protector de cualquier peligro.

Asegurar que el trabajo en caliente está programado de tal forma que la exposición del combustible o cualquier riesgo de fuego empiece durante la ejecución del trabajo en caliente.

Este personal debe determinar que los equipos extintores y protectores de fuego estén apropiadamente ubicados en sitios.

En cuanto al operador del trabajo en caliente debe manejar el equipo con seguridad y usarlo sin poner en peligro su vida y propiedad. El operador debe tener el permiso de trabajo en caliente aprobado antes de empezar a trabajar.

El operador debe cesar de trabajar si observa condiciones de inseguridad y debe notificar al supervisor para nuevas inspecciones de la situación.

El supervisor debe estar consciente del sitio de trabajo y el trabajo en caliente, debe asegurar que las condiciones de seguridad estén manteniéndose durante el trabajo en caliente, de ahí que el tiene la autoridad para parar las operaciones de trabajo en caliente si se desarrolla en condiciones inseguras

El supervisor debe tener los equipos de extinción de fuegos listos y disponibles, debe estar entrenado en su uso, además debe estar

familiarizado con las facilidades y procedimientos de sonidos de alarmas en el evento del incendio.

En cuanto a cumplir lo anterior para ejecutar trabajos en caliente las áreas no permitidas para ejecutar el mismo serán:

Áreas no autorizadas por el administrador.

En lugares con presencia de atmosfera explosiva (como es mezcla de gases inflamables, vapores, líquidos o cenizas con aire ambiente).

En áreas de atmosfera explosiva que pueden desarrollarse por falta de limpieza interior o preparación inapropiada de recipientes, tanques u otros contenedores y equipos que han almacenado materiales inflamables.

En atmosferas explosivas que pueden desarrollarse en áreas con acumulación de desperdicio de combustibles.

Antes de que operaciones de trabajo en caliente empiecen en un lugar no asignado, se debe requerir un permiso escrito y que cumpla con:

Los equipos de trabajo en caliente que se van a usar deben estar en condiciones de operaciones satisfactorias y bien reparadas si ese fuera el caso.

Donde materiales combustibles, tales como recorte de papel, virutas de madera, o fibra textiles, están sobre el piso este deben ser barrido y limpiado. Pisos combustibles (excepto madera y concreto) debe mantenerse mojados, estar cubiertos con una capa de arena o ser protegidos por placas no combustibles o retardadoras del fuego. Cuando los pisos hubieran sido mojados, el personal de operación de soldadura por arco o de equipos de cortes deben protegerse de posible shock.

Todos los combustibles deben ser reubicados del sitio del trabajo.

Si la ubicación es imposible, los combustibles deben ser protegidos con cubiertas retardadoras del fuego o placas de cortinas retardadores del fuego. Los bordes de estas cubiertas del piso deben estar bien ajustados o apretados para prevenir que alguna chispa se introduzca en ellas, incluyendo las cubiertas traslapadas cuando protegen grandes pilas.

Si el trabajo es ejecutado cerca de paredes, divisiones, techos o tumbados de construcción combustible, placas retardadoras de fuego o guardas deben ser adecuadas para prevenir las llamas.

El trabajo en caliente no debe ejecutarse sobre divisiones, paredes, tumbados o techos que están cubiertos o aislados por material combustible o que son de panel tipo sándwich de material combustible.

Personal debe estar cerca para protegerse adecuadamente y pronto de calentamiento, chispas, y escorias.

Los extintores deben estar cargados totalmente y en condiciones de operación buena para solucionar conatos de incendio en áreas calientes.

Los procesos de trabajo en caliente son parte importante en nuestros medios industrial. También a menudo, las personas involucradas en el uso de aquellos procesos no cumplen totalmente las normas y el uso impropio da como resultado pérdida de vidas y propiedades debido al fuego y a explosiones.

En las empresas la ejecución inapropiada de trabajo en caliente es la mayor causa de incendios.

Respecto a los cables de las soldadoras eléctricas deben ser inspeccionadas frecuentemente y aquellos cables con aislantes dañados deben ser reciclados o reemplazados.

Los cables deben ser levantados afuera de la cubierta cerrada acerada, mamparas, o donde sea posible, para reducir la posibilidad de cortos circuitos o tierra.

Cuando los cables están expuestos a tránsito de personal o vehículos, la protección adecuada debe disponerse para prevenir ser triturados o quebrados.

Cuando la máquina no está en uso los electrodos deben ser removidos del porta electrodo, y este ser ubicado de tal forma que no cause arco o circuitos eléctrico.

En el caso de instalaciones eléctricas temporales, los cables eléctricos y equipos deben protegerse por deterioro físico y a su vez deben inspeccionarse frecuentemente. Defectos en los cables, accesorios o equipos de un tipo, responsable de crear condiciones riesgosas deben ser prontamente remediados.

Antes de proceder a trabajar el supervisor debe estar informado de la ubicación donde se va a proceder a soldar, quemar o ejecutar trabajos en caliente. En el evento de un incendio el supervisor del área en el cual ocurre el fuego debe ejecutar las siguientes funciones

- Llamar al departamento de bomberos.
- Accionar la alarma del departamento de incendios.

- Dirigir a los servicios responsables de aplacar el fuego al sitio del incendio.

Para caso de trabajo en caliente como soldaduras, cortes y producción de chispas en trabajos similares, estos no deben permitirse en áreas de almacenamiento de líquidos inflamables hasta que una autorización escrita de los responsables de la seguridad de la planta lo permita.

El permiso debe involucrar a las personas responsables para control e inspección del área de trabajo, a fin de asegurar que las apropiadas precauciones se han tomado, por lo tanto se puede trabajar, sin problema.

Se deben considerar para el montaje las protecciones contra la corrosión haciendo una buena preparación de la superficie para posteriormente protegerla mediante un mecanismo de barrera, en los casos más comunes este medio es el pintado de la tubería con pintura anticorrosiva de color rojo, que es el color característico de las líneas contra incendio.

En cuanto a los anclajes de tuberías la mayor parte de las uniones de las tuberías convencionales no están calculadas para resistir la fuerza que tienden a separarlas. Cuando se necesita anclaje para las tuberías se debe considerar las cargas para las que el tipo de tubería escogida está calculada.

Es necesario también tener en cuenta las cargas aplicadas por el agua que circula por el interior de las tuberías. Es por esta razón que en los codos, conexiones en T y finales de tuberías así como en las zonas donde el agua cambia de dirección el tendido debe apoyarse en alguna superficie que resista las cargas aplicadas. El anclaje o la inmovilización de las juntas mediante abrazadores y barras del tipo comúnmente empleados son eficaces para resistir el empuje del agua en todos los casos en que el terreno por sí solo no proporciona la suficiente estabilidad.

Todas las tuberías de cualquier material deben someterse a pruebas hidrostáticas por tramos o en conjunto una vez que queden instaladas y terminadas.

Una vez que se tome en cuenta todos los aspectos citados anteriormente se tiene que elegir el personal adecuado para la ejecución de las actividades propuestas.

En primera instancia se debe realizar una selección previa del personal que cumpla con requisitos de conocimiento y experiencia en montaje de sistemas cumpliendo las normas NFPA.

Una vez seleccionado el personal se debe calificar a los mismos dependiendo la actividad y el rol que desempeñarán durante la fase de ejecución tal como:

- Supervisores de obra
- Supervisores de seguridad
- Soldadores
- Mecánicos Armadores
- Mecánicos Montadores
- Ayudantes

Se debe de brindar a los ejecutantes del montaje una capacitación previa sobre las normas de seguridad y brindarle a los mismos los equipos de protección personal dependiendo la tarea a ejecutarse:

- Botas de seguridad
- Casco protector
- Guantes
- Gafas de seguridad

- Protectores auditivos

Se deben cumplir las jornadas de trabajo previamente seleccionadas.

Se deben realizar reuniones semanales para ver avances de obra y tareas retrasadas para evitar retrasos en finalización de obra.

Dentro de las pruebas a realizarse al personal que se califique para realizar las actividades se tienen las siguientes:

Soldadores

Se preparan probetas o tramos de los materiales que se van a soldar, a fin de que el soldador proceda a soldar, una vez concluida la operación de soldadura; se procede a ejecutar las pruebas para rayos X.

Mecánicos Armadores

Se les hace unas pequeñas pruebas para lectura de planos, montaje de tuberías, manejo de medidas, etc.

Mecánicos Montadores

Al personal encargado de estas labores se les hace pruebas de manejo de instrumentos de precisión tales como: nivel de precisión, micrómetros, reloj comparador, etc; debido a que estas personas son las encargadas de la ubicación de máquinas y alineación de tuberías.

Personal de mando y supervisores

Se les realiza una prueba de conocimiento general de todas las actividades anteriormente citadas y que ellos deben vigilar la calidad de los trabajos realizados.

Una vez seleccionado al personal calificado para la ejecución de los trabajos se tiene que hacer una selección adecuada de los equipos y herramientas a utilizarse, estos van a depender del ámbito donde se desarrollen los trabajos, la dificultad y los riesgos asociados.

Dentro de los equipos básicos podemos citar las siguientes:

- Andamios
- Escaleras
- Carros transportadores de material

Dentro de las herramientas básicas para el montaje se tienen las siguientes:

- Máquinas de soldar eléctricas 220/440 V
- Equipos de corte (Oxiacetileno)
- Amoladoras
- Tronzadoras
- Esmeriles
- Taladros eléctricos
- Taladros de percusión
- Neplera
- Compresor de aire

En cuanto a los equipos de protección personal y métodos de trabajo se debe considerar ciertos aspectos como:

Los soldadores deben utilizar:

- Careta para soldar, con pantalla protectora con cristal inactínico (grado 10 o 12)

- Guantes de cuero API
- Mandil
- Polainas de cuero
- Chaqueta
- Botas de seguridad

Si el trabajo de soldadura se realiza en zonas de ruido se deberá contar con protección auditiva.

Durante el montaje se deberá portar el casco para evitar golpes en zonas de mayor riesgo de caída de objetos.

Las tuberías que estén próximas a montarse deben estar en lugar previamente designada por el supervisor evitando dejarlas en lugares donde se pueda provocar un accidente.

El lugar de trabajo debe permanecer ordenado y limpio.

Para el caso de trabajos en altura se debe considerar lo siguiente:

Preferiblemente deben realizarse u superficies seguras tales como andamios o plataformas de elevación.

En todo momento debe utilizarse el arnés de seguridad el mismo que debe permanecer sujeto a un punto fijo. En caso de que para el trabajo se necesite desplazarse se lo debe hacer mediante un cable de acero tensado al cual se lo denominará línea de vida.

En el caso de que una tubería tenga que quedar en altura, se la debe fijar de forma segura mediante eslingas o cuerdas de modo que se minimice el riesgo de caída aun en situaciones adversas.

En los lugares que se realicen trabajos de corte, amolado o soldadura se debe proteger el área para evitar la proyección de chipas o metales.

No se deben bloquear los accesos a los extintores.

Cuando se deba realizar los trabajos de pintura no deben coincidir con trabajos de corte ni de soldadura debido a que la pintura emite vapores que pueden ser inflamables.

Adicional a los equipos de protección anteriormente citados cuando se realice trabajos de pintura se debe utilizar mascarillas de protección con el filtro adecuado.

Todas las superficies interiores terminadas de pintar (expuesta al agua almacenada) deben ser reglamentadas de acuerdo con los requerimientos para Sistemas de Pinturas Interior # 1 de la AWWA D102.

5.3. Pruebas Hidrostáticas

Para este tema se consideró todo lo que sugiere la norma NFPA 25 “Inspección, prueba y mantenimiento de todo el sistema”

Todos los componentes y sistemas deben probarse para verificar que funcionen como se desea.

Las frecuencias de esta prueba deben realizarse bajo las normas NFPA 25.

Los componentes del sistema de protección de incendios deben restaurarse a su condición operacional total después de la prueba incluyendo la re-instalación de tapones y tapas de los drenajes auxiliares y válvulas de prueba.

Los resultados que se tengan de las pruebas deben compararse con los de la prueba de aceptación original y con los resultados de la prueba más reciente.

Todas las pruebas deben realizarse con los equipos certificados para minimizar márgenes de error y garantizar la fiabilidad de la prueba.

Cuando se reconstruye o reemplaza una parte importante o subsistema, el subsistema debe probarse de acuerdo con la prueba de aceptación original.

Pruebas de tuberías y mangueras

Las pruebas estipulan los requisitos mínimos que se necesitan para realizar las pruebas del sistema de tuberías y mangueras.

Las pruebas deben realizarse por una persona calificada, cuando haya posibilidad de daño por agua, debe hacerse una prueba de aire en el sistema a 1.7 bar (25 psi) antes de introducir agua al sistema.

Se deben hacer pruebas cada 5 años a los sistemas a no menos de 13.8 bar (200 psi) de presión por 2 horas, o a 3,4 bar (50 psi) por encima de la presión máxima, cuando la presión máxima es mayor de 10.3 bar (150 psi).

La presión de prueba hidrostática debe medirse en el punto bajo de elevación. La tubería de interna de la columna no debe presentar filtraciones.

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

Cuando no es posible la prueba de flujo en la salida hidráulicamente más remota, debe consultarse a la autoridad competente sobre la localización apropiada para la prueba.

Tabla No. 30 Inspección, prueba y mantenimiento de sistema de tuberías y mangueras

Ítem	Actividad	Frecuencia	Referencia
Válvulas de control	Inspección	Semanal/mensual	Tabla 12.1
Dispositivos de control de presión	Inspección	Trimestral	Tabla 12.1
Tuberías	Inspección	Trimestral	6.2.1
Conexiones de mangueras	Inspección	Trimestral	Tabla 12.1
Gabinetes	Inspección	Anual	NFPA 1962
Mangueras	Inspección	Anual	NFPA 1962
Dispositivo de almacenamiento de mangueras	Inspección	Anual	NFPA 1962
Dispositivo de alarma	Prueba	Trimestral	Tabla 12.1
Boquilla de manguera	Prueba	Anual	NFPA 1962
Dispositivo de almacenamiento de mangueras	Prueba	Anual	NFPA 1962
Manguera	Prueba	5 años/3 años	NFPA 1962
Válvula de control de presión	Prueba	5 años	Tabla 12.1
Válvula reductora de presión	Prueba	5 años	Tabla 12.1
Prueba hidrostática	Prueba	5 años	6.3.2
Prueba de flujo	Prueba	5 años	6.3.1
Prueba de desagüe principal	Prueba	Anual	Tabla 12.1
Conexiones de mangueras	Mantenimiento	Anual	Tabla 6.2.2
Válvulas (todos los tipos)	Mantenimiento	Anual/cuando se requiera	Tabla 12.1

Prueba de extintores

Los extintores tienen una vida útil de 20 años y durante esa vida útil se les somete a una prueba llamada retimbrado o prueba hidráulica, cada 5 años. Esta prueba es de obligado cumplimiento según el Reglamento de Aparatos a Presión.

La primera prueba la realiza el fabricante de los aparatos antes de ponerlos a la venta, esta prueba se denominada timbrado, y debe figurar en el envase del extintor marcado normalmente con las siglas Ph de prueba hidráulica. Esta prueba sirve para los primeros 5 años, al cabo de este tiempo la empresa mantenedora que el cliente elija deberá hacerse cargo del mantenimiento y realizar una segunda prueba a los 5 años, una tercera a los 15 y una cuarta prueba a los 20 años, llegando así al último año de vida útil del extintor.

Pruebas de rociadores

Cuando se requiera, se deben someter rociadores de muestra a un laboratorio de pruebas reconocido aceptable a la autoridad competente para prueba de campo de servicio.

Cuando los rociadores han estado en servicio por 50 años, deben reemplazarse o se deben probar muestras representativas de una o más áreas. Los procedimientos de prueba deben repetirse a intervalos de 10 años.

Los rociadores fabricados con elementos de respuesta rápida que han estado en servicio por 20 años deben probarse. Se deben volver a probar a intervalo de 10 años.

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

Los rociadores secos que han estado en servicio por 10 años deben probarse o reemplazarse. Si se les da servicio y mantenimiento, se deben probar de nuevo a intervalos de 10 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.

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

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

Tabla No. 31 Inspección, prueba y mantenimiento de rociadores

Ítem	Actividad	Frecuencia	Referencia
Indicadores (Secos, Preacción, Inundación)	Inspección	Semanal/mensual	5.2.4.2, 5.2.4.3
Válvulas de control	Inspección	Semanal/mensual	Tabla 12.1
Dispositivos de alarma	Inspección	Trimestral	5.2.6
Indicadores (sistemas de tubería húmeda)	Inspección	Mensual	5.2.4.1
Rótulo hidráulico	Inspección	Trimestral	5.2.7
Edificios	Inspección	Anualmente (antes de la temporada de congelación)	5.2.5
Abrazaderas/soportes sísmicos	Inspección	Anual	5.2.3
Tubos y conexiones	Inspección	Anual	5.2.2
Rociadores	Inspección	Anual	5.2.1
Rociadores de repuesto	Inspección	Anual	5.2.1.3
Conexiones del cuerpo de bomberos	Inspección	Trimestral	Tabla 12.1
Válvulas (todos los tipos)	Inspección		Tabla 12.1
Dispositivos de alarma	Prueba	Trimestral/semianual	5.3.3
Desagüe principal	Prueba	Anual	Tabla 12.1
Solución anticongelante	Prueba	Anual	5.3.4
Manómetros	Prueba	5 años	5.3.2
Rociadores –temperatura extra alta	Prueba	5 años	5.3.1.1.1.3
Rociadores – respuesta rápida	Prueba	A 20 años y cada 10 años después	5.3.1.1.1.2
Rociadores	Prueba	A 50 años y cada 10 años después	5.3.1.1.1
Válvulas (todos los tipos)	Mantenimiento	Anualmente o cuando se necesite	Tabla 12.1
Investigación de obstrucciones	Mantenimiento	5 años o cuando se necesite	10.2.1, 10.2.2
Drenajes de punto bajo (sistema de tubería seca)	Mantenimiento	Anualmente antes de la congelación y cuando se necesite	12.4.4.3.3

Pruebas de almacenamiento de agua

Los indicadores de nivel deben probarse cada 5 años para exactitud y libertad de movimiento.

Las alarmas de baja temperatura del agua, donde las haya, deben probarse mensualmente (clima frío solamente)

Los interruptores de límite de temperatura alta del agua en los sistemas de calefacción de los tanques, si los hay deben probarse mensualmente cuando el sistema de calefacción este en servicio.

Las alarmas de nivel alto y bajo del agua se deben probar dos veces al año.

Los indicadores de presión deben probarse cada 5 años con un indicador, calibrado de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los indicadores inexactos dentro de 3 por ciento de la escala del indicador que se prueban deben ser recalibrados o reemplazados.

Tabla No. 32 Inspección, prueba y mantenimiento de tanques de almacenamiento de agua

Item	Actividad	Frecuencia	Referencia
Estado del agua en el tanque	Inspección	Mensual/trimestral*	9.2.1
Temperatura del agua	Inspección	Diaria/semanal*	9.2.4
Sistema de calefacción	Inspección	Diaria/semanal*	9.2.6.6
Válvulas de control	Inspección	Semanal/mensual	Tabla 12.1
Agua – nivel	Inspección	Mensual/trimestral	9.2.1
Presión de aire	Inspección	Mensual/trimestral	9.2.2
Exterior del Tanque	Inspección	Trimestral	9.2.5.1
Estructura de soporte	Inspección	Trimestral	9.2.5.1
Pasarelas y escaleras	Inspección	Trimestral	9.2.5.1
Área circundante	Inspección	Trimestral	9.2.5.2
Aros y enrejados	Inspección	Anual	9.2.5.4
Superficies pintadas o revestidas	Inspección	Anual	9.2.5.5
Juntas de expansión	Inspección	Anual	9.2.5.3
Interior	Inspección	5 años / 3 años	9.2.6
Válvulas de retención	Inspección	5 años	Tabla 12.1
Alarmas de temperatura	Prueba	Mensual*	9.2.4.2,9.2.4.3
Interruptores de límite de alta temperatura	Prueba	Mensual*	9.3.4
Alarmas de nivel de agua	Prueba	Semi-anual	9.3.5
Indicadores de nivel	Prueba	5 años	9.3.1
Indicadores de presión	Prueba	5 años	9.3.6
Nivel del agua	Mantenimiento	—	9.4.1
Desagüe del Sedimento	Mantenimiento	Semi-anual	9.4.5
Válvulas controladoras	Mantenimiento	Anual	Tabla 12.1
Tela revestida sostenida por el terraplén (ESCF)	Mantenimiento	—	9.4.6
Válvulas de retención	Mantenimiento	—	12.4.2.2

Pruebas de válvulas, componentes de válvula y accesorios

Cada válvula de control debe operarse manualmente a lo largo de su campo total y puestas de nuevo en su posición normal.

Las válvulas indicadoras de poste se deben abrir hasta que se sienta la torsión o resorte en la varilla, indicando que la varilla no se ha soltado de la válvula. Esta prueba debe realizarse cada vez que se cierra la válvula.

Las válvulas indicadoras de poste y de vástago ascendente exterior deben devolverse un cuarto de vuelta de la posición totalmente abierta para evitar atascamiento.

Se debe hacer una prueba de desagüe de la tubería principal anualmente en cada columna del sistema y cada vez que se cierre la válvula en cada columna del sistema o tubería de alimentación después de que la válvula de control se ha cerrado para determinar si ha habido cambios en la condición de la tubería del suministro de agua y válvulas de control. Los interruptores de posición de las válvulas se deben probar semi-anualmente.

Una señal distintiva debe indicar el movimiento desde la posición normal de la válvula ya sea durante las 2 primeras revoluciones de un volante manual o

cuando el vástago de la válvula se ha desplazado a un quinto de distancia desde su posición normal. La señal no se debe restaurar en ninguna posición de la válvula excepto en la posición normal.

Tabla No. 33 Inspección, prueba y mantenimiento de válvulas, componentes de válvulas y accesorios

Item	Actividad	Frecuencia	Referencia
Válvulas de Control			
Selladas	Inspección	Semanal	12.3.2.1
Cerradas	Inspección	Mensual	12.3.2.1.1
Interruptores de manipulación	Inspección	Mensual	12.3.2.1.1
Válvulas de Alarma			
Exterior	Inspección	Mensual	12.4.1.1
Interior	Inspección	5 años	12.4.1.2
Filtros, tamices, orificios	Inspección	5 años	12.4.1.2
Válvulas de Retención			
Interiores	Inspección	5 años	12.4.2.1
Válvulas de Preacción/Inundación			
Encierro (en clima frío)	Inspección	Diaria/semanal	12.4.3.1
Exterior	Inspección	Mensual	12.4.2.1.6
Interior	Inspección	Annual/5 años	12.4.3.1.7
Filtros, tamices, orificios	Inspección	5 años	12.4.3.1.8
Válvulas de Tubería Seca/			
Dispositivos de Abertura Rápida			
Encierro (en clima frío)	Inspección	Diaria/semanal	12.4.4.1.1
Exterior	Inspección	Mensual	12.4.4.1.4
Interior	Inspección	Annual	12.4.4.1.5
Filtros, tamices, orificio	Inspección	5 años	12.4.4.1.6
Válvulas Reductoras de Presión y de Seguridad			
Sistemas de rociadores	Inspección	Trimestral	12.5.1.1
Conexiones de mangueras	Inspección	Trimestral	12.5.2.1
Soportes de mangueras	Inspección	Trimestral	12.5.3.1
Bombas de incendio			
Válvulas de Seguridad de la carcasa	Inspección	Semanal	12.5.6.1, 12.5.6.1.1
Válvulas de alivio de presión	Inspección	Semanal	12.5.6.2, 12.5.6.2.1
Conjuntos de Prevención de Reflujo			
Presión Reducida	Inspección	Semanal/mensual	12.6.1
Detectores de presión reducida	Inspección	Semanal/mensual	12.6.1
Conexiones de Bomberos	Inspección	Trimestral	12.7.1
Desagües Principales	Prueba	Annual/trimestral	12.2.6, 12.2.6.1, 12.3.3.4
Alarmas de Flujo de Agua	Prueba	Trimestral	12.2.7
Válvulas de Control			
Posición	Prueba	Annual	12.3.3.1
Operación	Prueba	Annual	12.3.3.1
Supervisión Interruptores de Posición	Prueba	Semi-annual	12.3.3.5
Válvulas de Preacción/Inundación			
Purga de agua	Prueba	Trimestral	12.4.3.2.1
Alarmas de presión baja de aire	Prueba	Trimestral	12.4.3.2.10
Flujo total	Prueba	Annual	12.4.3.2.2
Válvulas de Tubería Seca/			
Dispositivos de Apertura Rápida			
Agua de purga	Prueba	Trimestral	12.4.4.2.1
Alarma de presión baja de aire	Prueba	Trimestral	12.4.4.2.6
Dispositivos de apertura rápida	Prueba	Trimestral	12.4.4.2.4
Prueba de desconexión	Prueba	Annual	12.4.4.2.2
Prueba de desconexión a flujo total	Prueba	3 años	12.4.4.2.2.2
Válvulas Reductoras de Presión y de Seguridad			
Sistemas de rociadores	Prueba	5 años	12.5.1.2
Alivio de circulación	Prueba	Annual	12.5.6.1.2
Válvulas de alivio	Prueba	Annual	12.5.6.2.2
Conexiones de mangueras	Prueba	5 años	12.5.2.2
Soportes de mangueras	Prueba	5 años	12.5.3.2
Conjuntos de Prevención de Reflujo	Prueba	Annual	12.6.2
Válvulas de Control	Mantenimiento	Annual	12.3.4
Válvulas de Preacción/Inundación	Mantenimiento	Annual	12.4.3.3.2
Válvulas de Tubería Seca/	Mantenimiento	Annual	12.4.4.3.2
Dispositivos de Apertura Rápida			

Prueba de bomba contra incendio

Debe realizarse una prueba semanal de los equipos de bomba 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 a diesel debe funcionar por un mínimo de 30 minutos.

Debe permitirse que una válvula instalada para abrir como elemento de seguridad de descargue de 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 calificado.

Deben hacerse las observaciones visuales o ajustes pertinentes especificados en la siguiente lista de verificación mientras la bomba este funcionando:

Procedimiento para el sistema de bombas:

1. Procedimiento para el sistema de bombas

- Registrar las lecturas del indicador de presión de succión y descarga del sistema
 - Revisar los sellos, empaquetadura de la bomba para detectar descargas leves
 - Ajustar las tuercas de los sellos de empaquetadura si es necesario
 - Detectar ruido o vibración inusual
 - Revisar las cajas d empaquetadura, cojinetes, ol caja de la bomba para detectar recalentamiento.
 - Registrar la presión inicial de la bomba.
2. Procedimiento para el sistema eléctrico
- Observar el tiempo que toma al motor para acelerar a velocidad plena.
 - Registrar el tiempo que el regulador está en el primer paso.
 - Registrar el tiempo que la bomba funciona después de arrancar
3. Procedimiento para motores a diesel
- Observar el tiempo que toma el motor en arrancar
 - Observar el tiempo que toma el motor en alcanzar la velocidad total.

- Observar periódicamente el indicador de presión del aceite del motor, el indicador de velocidad, indicadores de temperatura de agua y aceite mientras el motor esté funcionando.
 - Registrar cualquier anomalía.
 - Revisar el flujo de agua de enfriamiento en el conmutador térmico.
4. Procedimiento para el sistema de vapor
- Registrar la lectura del indicador de presión de vapor.
 - Observar el tiempo que toma la turbina para alcanzar la velocidad de marcha.

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 al 150% de la capacidad nominal de la bomba, se permite operar la bomba a la descarga máxima permisible.

Las observaciones visuales pertinentes, medidas y ajustes especificado en las lista de chequeo siguiente, deben ser conducidas anualmente cada vez que la bomba vaya a operar bajo flujo de agua.

1. Condiciones de no flujo (resolver)
 - a) Chequear la válvula de alivio para operación del agua de descarga.
 - b) Chequear la válvula de presión de alivio (si está instalada para operación debida).
 - c) Continúe la prueba por ½ hora.
2. En cada condición de flujo
 - a) Revise y anote el voltaje y corriente el motor (todas las líneas).
 - b) Revise y anote la velocidad la bomba en rpm.
 - c) Anote las lecturas simultáneas de las presiones de succión y descarga y el flujo de descarga de la bomba.

Para instalación que tiene una válvula de alivio, la operación de la válvula de alivio debe ser observada de cerca durante cada condición de flujo para determinar si la presión de descarga de la bomba excede la presión de operación normal de los componentes del sistema.

La válvula de alivio de presión también debe ser observada durante cada condición de flujo para determinar si la presión de la válvula de alivio se acerca a la presión apropiada.

Una válvula de presión de alivio que esté abierta durante una condición de flujo pueda afectar los resultados de la prueba.

La válvula de presión de alivio debe estar cerrada durante las condiciones de flujo si se necesita alcanzar la razón mínima característica de la bomba y volver a su posición normal en la terminación de la prueba de la bomba.

Las condiciones de alarmas deben ser simuladas por activación de los circuitos de alarmas donde están colocados los sensores y todos los dispositivos indicadores de alarmas locales y remotas (visuales y auditivas) deben ser observados su operación.

Debe tenerse especial cuidado para trabajar cerca del motor eléctrico conductor de la bomba contra incendio.

Después que las pruebas de flujo de agua se han ejecutado, la malla de la línea de succión del reservorio debe ser inspeccionada y limpiada de basuras y obstrucciones.

La bomba de incendio debe considerarse aceptable si tal vez una de la siguientes condiciones se presentan durante la pruebas.

- La prueba iguala la regulación inicial del campo de aceptación de la curva de prueba.
- La bomba de incendio iguala las características de rendimiento como indica la placa de la bomba.

Tabla No. 34 Inspección, prueba y mantenimiento de bomba

Llenar Según el Caso	Inspección Visual	Revisión	Cambio	Limpieza	Prueba	Frecuencia
A. 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% descalibrados)
4. Revisar alineación de acoples		X				Anual
5. Filtros de succión de foso húmedo		X		X		Después de cada operación de la bomba
B. Transmisión Mecánica						
1. Lubricar acoples			X			Anual
2. Lubricar engranajes en ángulo recto			X			Anual
C. Sistema Eléctrico						
1. Ejercitar el interruptor y cortacircuitos				X		Mensual
2. Disparar el cortacircuitos (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
D. Equipo de Motor Diesel						
1. Combustible						
(a) Nivel del tanque	X	X				Semanal
(b) Interruptor de flotador del tanque	X				X	Semanal
(c) Operación de la válvula solenoide	X				X	Semanal
(d) Tamiz, filtro, o canal de sedimentos, o combinación de estos					X	Trimestral
(e) Agua y materias extrañas en el tanque					X	Anual
(f) Agua en el equipo		X			X	Semanal
(g) Mangueras y conectores flexibles	X					Semanal
(h) Orificios en el tanque y tubería de desbordamiento		X			X	Anual
(i) Tuberías	X					Anual
2. Sistema de Lubricación						
(a) Nivel del aceite	X	X				Semanal
(b) Cambio de aceite				X		50 horas o anual
(c) Filtro(s) de aceite				X		50 horas o anual
(d) Lubricar calentador de aceite		X				Semanal
(e) Tubo de ventilación del cárter	X			X	X	Trimestral
3. Sistema de Enfriamiento						
(a) Nivel	X	X				Semanal
(b) Nivel de protección anticongelante					X	Semi-anual
(c) Anticongelante				X		Anual
(d) Suficiente agua de enfriamiento para el intercambiador de calor		X				Semanal
(e) Limpieza interior del intercambiador de calor					X	Anual
(f) Bomba(s) de agua	X					Semanal
(g) Estado de mangueras y conexiones flexibles	X	X				Semanal
(h) Camisa del calentador de agua		X				Semanal
(i) Inspección de red de conductos, limpieza de persianas (aire de combustión)	X	X	X			Anual
(j) Filtro de agua					X	Trimestral
4. Sistema de Escape						
(a) Filtraciones	X	X				Semanal
(b) Purga de condensación del desagüe		X				Semanal
(c) Aislamiento y riesgo de incendio	X					Trimestral
(d) Contrapresión excesiva					X	Anual
(e) Suspensores y soportes del sistema de escape	X					Anual
(f) Sección flexible del escape	X					Semi-anual
5. Sistema de Baterías						
(a) Nivel de electrolitos		X				Semanal
(b) Terminales limpios y ajustados	X	X				Trimestral
(c) Eliminar corrosión, limpiar y secar el exterior de la camisa	X		X			Mensual
(d) Gravedad específica o estado de carga					X	Mensual
(e) Cargador y régimen de carga	X					Mensual
(f) Equilibrar carga		X				Mensual
6. Sistema Eléctrico						
(a) Inspección general	X					Semanal
(b) Apretar conexiones de cables de control y energía		X				Anual
(c) Desgaste por rozamiento cuando están sujetos a movimiento	X	X				Trimestral
(d) Operación de seguridades y alarmas		X			X	Semi-anual
(e) Cajas, paneles y gabinetes					X	Semi-anual
(f) Cortacircuitos o fusibles	X	X				Mensual
(g) Cortacircuitos o fusibles			X			Bienal

5.4. Mantenimiento de los componentes del sistema

En este punto vamos a indicar las prácticas de mantenimiento para que el equipo del sistema se encuentre operable. Deben guardarse los planos de construcción, registros de prueba de aceptación originales y boletines de mantenimiento del fabricante para ayudar en el cuidado adecuado del sistema y sus componentes.

Mantenimiento de Sistemas de tuberías y manguera

Conexión de mangueras, después de cada uso, todas las mangueras conectadas a sistemas de rociadores deben 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.

Para mayor información ver Tabla No. 29.

Mantenimiento de extintores

El mantenimiento debe llevarse a cabo por personal entrenado, que disponga de herramientas apropiadas, material de recarga, lubricantes y repuestos del fabricante.

El extintor deberá someterse a mantenimiento cuando lo indicare una inspección, o por lo menos una vez por año. Los procedimientos de mantenimiento deben incluir el examen de los elementos básicos del extintor:

- a) partes mecánicas,
- b) agente extintor, y
- c) medio expulsor.

Una vez efectuado el mantenimiento, se colocará un adhesivo sobre el cilindro del extintor, pero sin obstruir otra información.

Mantenimiento de Rociadores

Se debe mantener una provisión de rociadores de repuesto (no menos de 6) en las instalaciones para que cualquier rociador que haya sido operado o dañado de alguna forma pueda ser reemplazado prontamente. Los rociadores deben corresponder a los tipos y márgenes de temperatura de los rociadores en las instalaciones. Los rociadores se deben guardar en un

gabinete situado donde la temperatura a la cual están sujetos no exceda en ningún momento los 38° C (100° F). Cuando están instalados los rociadores secos de diferentes longitudes, no se requieren rociadores de repuesto, siempre y cuando se provean un medio de restaurar el sistema al servicio.

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 – mínimo 6 rociadores.
- Para instalaciones protegidas con 300 a 1000 rociadores – mínimo 12 rociadores.
- Para instalaciones protegidas con más de 1000 rociadores – 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 que protegen áreas de recubrimiento por pulverización deben estar protegidos contra residuos de exceso de pulverización.

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.

Cuando se usan rociadores automáticos de tipo ampolla o boquilla de pulverización y la revisión anual no muestra acumulación de grasa u otro material en los rociadores o boquillas, estos rociadores y boquillas no necesitan reemplazarse.

Para mayor información ver tabla No. 30

Mantenimiento de Sistemas de almacenamiento de agua

El tanque debe mantenerse lleno de agua designado. No se debe dejar en el tanque o en la superficie del tanque latas de pintura, material de ornamentación o suelto.

Las superficies expuestas de tanques de tela recubierta soportados en terraplén (ESCF) se deben limpiar y pintar cada dos años o de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Los sedimentos deben retirarse durante las inspecciones de interiores o más frecuentemente según se necesite para evitar acumulación hasta el nivel de la salida del tanque. Deben llevarse registros de mantenimiento.

Para mayor información ver tabla No. 31

Mantenimiento de válvulas, componentes de válvulas y accesorios

Las partes internas se deben limpiar y reparar cuando se necesario de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se deben localizar y reparar filtraciones que causen caídas en la presión.

Durante la prueba anual de desconexión se debe limpiar completamente el interior de válvulas y reemplazar o reparar las partes que sean necesarias.

El mantenimiento de todos los equipos controladores de reflujo se debe hacer por una persona entrenada siguiendo las instrucciones del fabricante. Las partes de caucho se deben reemplazar de acuerdo con la frecuencia requerida por la autoridad competente y las instrucciones del fabricante.

Para mayor información ver tabla No. 32.

Mantenimiento de Bomba

Se debe establecer un programa de mantenimiento preventivo para todos los componentes del equipo de bombas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Se deben llevar registros de todos los trabajos realizados en la bomba, impulsor, regulador y equipo auxiliar.

En ausencia de recomendaciones para mantenimiento preventivo, debe usarse la tabla siguiente:

Para mayor información ver tabla No. 33

CAPÍTULO 6

6. ANÁLISIS DE COSTOS

En este capítulo se va a dar un precio referencia de cuánto cuesta la instalación sistema contra incendio.

6.1. Costos de Materiales

Item	Denominación	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Codo ϕ 1" x 90° ranurado UL/FM	19	unidad	\$ 1,44	\$ 27,31
2	Codos ϕ 3" x 90 ranurado UL/FM	7	unidad	\$ 14,38	\$ 100,65
3	Codos ϕ 4" x 90 ranurado UL/FM	11	unidad	\$ 14,83	\$ 163,16
4	Neplo ϕ 4" x 12 "	2	unidad	\$ 9,75	\$ 19,50
5	Reduccion campana ϕ 1 1/2" x ϕ 1" ASTM A54 cédula 40 P/S	1	unidad	\$ 2,41	\$ 2,41
6	Reduccion campana ϕ 1 1/2" x ϕ 1 1/4" ASTM A54 cédula 40 P/S	1	unidad	\$ 2,47	\$ 2,47
7	Reduccion campana ϕ 2 1/2" x ϕ 1" ASTM A54 cédula 40 P/S	2	unidad	\$ 2,16	\$ 4,32
8	Reduccion campana ϕ 2 1/2" x ϕ 1 1/4" ASTM A54 cédula 40 P/S	2	unidad	\$ 2,24	\$ 4,47
9	Reduccion campana ϕ 2 1/2" x ϕ 1 1/2" ASTM A54 cédula 40 P/S	4	unidad	\$ 2,31	\$ 9,26
10	Reduccion campana ϕ 2 1/2" x ϕ 2" ASTM A54 cédula 40 P/S	2	unidad	\$ 2,47	\$ 4,94
11	Reduccion campana ϕ 2" x ϕ 1 1/2" ASTM A54 cédula 40 P/S	3	unidad	\$ 2,33	\$ 6,98
12	Reduccion campana ϕ 2" x ϕ 1" ASTM A54 cédula 40 P/S	1	unidad	\$ 2,57	\$ 2,57
13	Reduccion campana ϕ 3" x ϕ 2 1/2" ASTM A54 cédula 40 P/S	1	unidad	\$ 2,93	\$ 2,93
14	Reduccion campana ϕ 4" x ϕ 3" ASTM A54 cédula 40 P/S	3	unidad	\$ 4,55	\$ 13,65
15	Tee ϕ 1/4" ranurado UL/FM	5	unidad	\$ 2,73	\$ 13,65
16	Tee ϕ 1" ranurado UL/FM	20	unidad	\$ 6,90	\$ 138,06
17	Tee ϕ 1 1/4" ranurado UL/FM	6	unidad	\$ 8,50	\$ 51,01
18	Tee ϕ 1 1/2" ranurado UL/FM	19	unidad	\$ 10,19	\$ 193,65
19	Tee ϕ 2 1/2" ranurado UL/FM	7	unidad	\$ 20,23	\$ 141,60
20	Tee ϕ 2" ranurado UL/FM	2	unidad	\$ 20,02	\$ 40,04
21	Tee ϕ 3" ranurado UL/FM	3	unidad	\$ 20,45	\$ 61,35
22	Tee ϕ 4" ranurado UL/FM	6	unidad	\$ 23,09	\$ 138,53
23	Tubo de ϕ 1" ASTM A54 cédula 40	60	metros	\$ 30,58	\$ 305,76
24	Tubo de ϕ 1 1/4" ASTM A54 cédula 40	24	metros	\$ 34,35	\$ 137,38
25	Tubo de ϕ 1 1/2" ASTM A54 cédula 40	24	metros	\$ 60,85	\$ 243,41
26	Tubo de ϕ 2 1/2" ASTM A54 cédula 40	28	metros	\$ 115,25	\$ 537,81
27	Tubo de ϕ 2" ASTM A54 cédula 40	6	metros	\$ 74,43	\$ 74,43
28	Tubo de ϕ 3" ASTM A54 cédula 40	60	metros	\$ 148,43	\$ 1.484,34
29	Tubo de ϕ 4" ASTM A54 cédula 40	156	metros	\$ 205,76	\$ 5.349,86
30	Acople mecánico ϕ 4"	30	unidad	\$ 23,95	\$ 718,38
31	Acople mecánico ϕ 3"	15	unidad	\$ 20,87	\$ 312,98
32	Acople mecánico ϕ 2 1/2"	8	unidad	\$ 19,53	\$ 156,21
33	Valvula de compuerta bridada 4" UL/FM	4	unidad	\$ 555,10	\$ 2.220,40
34	Rociador Abierto Tipo colgante ϕ 1/2"	191	unidad	\$ 18,20	\$ 3.476,20
35	Válvula Siamesa ϕ 4" x ϕ 2 1/2" x ϕ 2 1/2"	1	unidad	\$ 265,20	\$ 265,20
36	Válvula Cheque ϕ 4"	1	unidad	\$ 629,85	\$ 629,85
37	Tubo cuadrado 75 x 75 x 3 mm	3	unidad	\$ 98,75	\$ 296,24
38	Ángulo 50 x 6 mm	10	unidad	\$ 53,69	\$ 536,90
39	Platina 50 x 6 mm	2	unidad	\$ 28,57	\$ 57,15
40	Pernos ϕ 1/2" x 3" con tuerca	100	unidad	\$ 0,91	\$ 91,00
41	Pernos de expansión ϕ 3/8" x 4"	40	unidad	\$ 1,17	\$ 46,80
42	Abrazaderas tipo U para tubo ϕ 4"	26	unidad	\$ 2,60	\$ 67,60
43	Abrazaderas tipo U para tubo ϕ 3"	10	unidad	\$ 1,95	\$ 19,50
44	Barra roscada 3/8" x 2 metros	100	unidad	\$ 7,80	\$ 780,00
45	Colgante para tubo 4"	10	unidad	\$ 2,52	\$ 25,22
46	Colgante para tubo 3"	10	unidad	\$ 1,59	\$ 15,86
47	Colgante para tubo 1 1/2"	40	unidad	\$ 2,48	\$ 99,32
48	Colgante para tubo 1/2" - 1"	50	unidad	\$ 2,09	\$ 104,65
49	Unión extendida 3/8"	40	unidad	\$ 3,33	\$ 133,12
50	ThreatOutlet 1/2"	191	unidad	\$ 12,74	\$ 2.433,34
51	Pintura esmalte rojo brillante	15	galon	\$ 23,40	\$ 351,00
52	Pintura anticorrosiva gris	15	galon	\$ 23,40	\$ 351,00
53	Diluyente laca	15	galon	\$ 6,50	\$ 97,50
54	Desoxidante	8	galon	\$ 13,00	\$ 104,00
A	COSTO TOTAL DE MATERIALES				\$ 22.664,90

6.2. Costos de Equipos

Item	Denominación	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Gabinetes contra incendio Tipo III	3	global	\$ 513,89	\$ 1.541,67
2	SISTEMA CONTRA INCENDIO NFPA 20 CON TURBINA VERTICAL Y MOTOR ELÉCTRICO DE 250 GPM @ 110 PSI	1	unidad	\$ 20.880,00	\$ 20.880,00
B	COSTO TOTAL DE EQUIPOS				\$ 22.421,67

6.3. Costos de Manufactura

Item	Denominación	Costo Total
1	Mano de obra por construcción y montaje e Sistema Contra Incendio	\$ 23.241,00
2	Mano de obra por montaje de sistema de bombas, incluye pruebas de funcionamiento y puesta en marcha	\$ 2.800,00
3	Consumibles y fungibles	\$ 2.500,00
C	COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA	\$ 28.541,00

Se tiene que por la construcción y montaje del Sistema Contra Incendio la empresa tiene que cancelar un valor estimado de \$ **82.462,88**

CAPÍTULO 7

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Al finalizar este proyecto se cumplió con el objetivo principal que era diseñar un sistema de protección contra incendio para la empresa tema de estudio

El diseño se basó en el cumplimiento de las normas NFPA que actualmente está exigiendo el cuerpo de bomberos para el funcionamiento de la empresa, adicional para los cálculos hidráulicos se utilizó los conocimientos adquiridos de mecánica de fluidos.

Con el diseño del Sistema Contra Incendio el riesgo de incendio disminuyó pasando de grave a leve, haciéndola una empresa más confiable para realizar inversiones en infraestructura y mejoramiento de procesos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda ejecutar las pruebas y mantenimientos indicados en este proyecto para garantizar el buen funcionamiento del sistema, recordar que este sistema debe tener una disponibilidad del 100% y si en las pruebas e inspecciones se encuentra alguna novedad que impida el funcionamiento eficaz del mismo corregir inmediatamente.

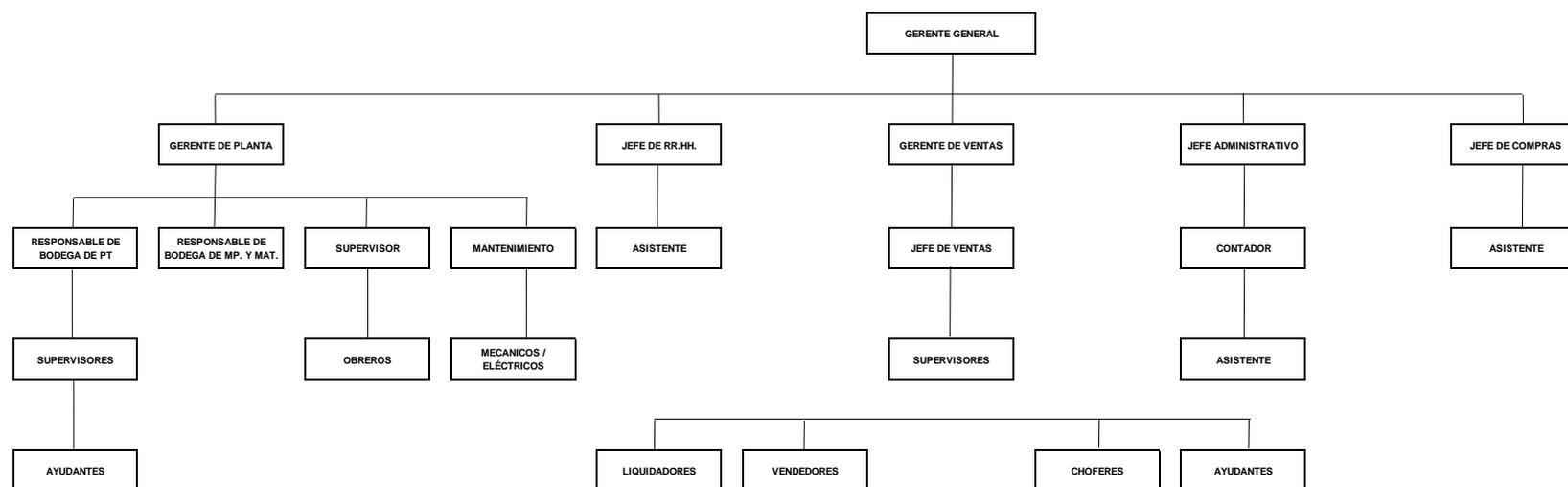
Entrenamiento a la brigada de emergencia y realizar un simulacro por lo menos una vez por año y evaluar tiempos de respuesta.

Mejorar el sistema de detección automática de emergencias con sistemas modernos.

Mantener todos los equipos de protección siempre disponibles y libres de obstáculos.

APÉNDICES

APÉNDICE 1. ORGANIGRAMA



APÉNDICE 2. DATOS TÉCNICOS DEL ROCIADOR

5 de marzo 2010

Rociador 127a



1. FABRICANTE

THE VIKING CORPORATION
210 N.N. Industrial Park Road
Hastings, Michigan 49058 USA
Teléfono: (269) 945-9501
Servicio Técnico (877) 384-5464
Fax: (269) 945-9599
e-mail: vikingspain@vikingcorp.com.

Distribución:

Viking S.A.
Zone Industrielle Haneboesch
L-4562 Differdange/Niedercoorn
Luxemburg
Tel: +352 58 37 37-1
Fax: +352 58 37 36



Rociador VK920 (K80) y VK922 (K115)

2. DESCRIPCIÓN

Los rociadores Viking colgantes de descarga plana VK920 y VK922 son rociadores pequeños, termosensibles, con ampolla de vidrio, diseñados para instalarse de acuerdo con las normativa local. Producen una descarga más plana que los rociadores estándar, lo que permite una distancia menor entre el rociador y los falsos techos, en estanterías y en espacios ocultos. Los rociadores VK920 y VK922 están aprobados por VdS y tienen el Certificado CE con acabados de Latón, Cromado-Enloy® o Poliéster, para varios rangos de temperatura y un factor-K nominal de 5,6 U.S.A (80,6 métrico) o 8,0 U.S.A (115 métrico) para satisfacer los requisitos de diseño.

Los datos técnicos de los productos Viking pueden consultarse en la página Web de la Corporación <http://www.viking-groupinc.com> Esta página puede contener información más reciente sobre este producto.

3. LISTADOS Y APROBACIONES

Aprobado por VdS: certificado G4080035 (VK920) y G4080036 (VK922)

Aprobado por LPBC.

Certificado CE: norma EN 12259-1

Véase la Tabla de aprobaciones de la página 127c y los Criterios de diseño de la página 127c para consultar las normas de aprobación aplicables.

4. DATOS TÉCNICOS

Especificaciones:

Disponible desde 2008

Presión mínima de trabajo: consultar CEA 4001 o EN12845

Presión máxima de trabajo: 175 psi (12 bar)

Presión de prueba en fábrica: 500 psi (34,5 bar)

Prueba de presión: patente U.S.A. N.º. 4.831.870

Tamaño de rosca: 1/2" (15 mm) o 3/4" (20 mm) NPT

Factor K nominal: 5,6 U.S.A (80,6 métrico) or 8,0 U.S.A (115,2 métrico)*

*El factor K métrico mostrado es aplicable cuando la presión se mide en bar. Si la presión se mide en kPa, dividir la cifra indicada entre 10.

Temperatura nominal del líquido de la ampolla: 55°C (-65°F)

Longitud total: 2-1/4" (58 mm) para el rociador VK920, 2-5/16" (59 mm) para el rociador VK922

Materiales:

Cuerpo: fundición de latón UNS-C84400

Deflector: latón UNS-C26000

Ampolla de vidrio de 3 mm de diámetro nominal

Resorte Belleville: aleación de níquel con recubrimiento de Teflon en ambos lados

Tornillo: latón UNS-C36000

Cierre: cobre UNS-C11000 y acero inoxidable UNS-S30400

Rociadores con acabados en Poliéster: resorte Belleville visible

Información de pedido: (consultar también la lista de precios Viking en vigor)

Pida los rociadores Viking colgantes de descarga plana VK920 y VK922 añadiendo a la referencia base primero el sufijo correspondiente al acabado deseado y, a continuación, el sufijo correspondiente a la temperatura.

Sufijo de acabado: Latón = A, Cromado-Enloy® = F, Poliéster Blanco = M-W o Poliéster Negro = M-B

Sufijo de temperatura (*F/°C): 155*/68* = B, 175*/79* = D, 200*/93* = E

Por ejemplo, el rociador VK920 con acabado en Latón y una temperatura de 155°F/68°C = Ref. 15111AB

Rangos de temperatura y acabados disponibles:

Consultar la Tabla 1

Accesorios: (ver la sección "Accesorios para rociadores" del Manual Viking de Ingeniería y Diseño)

LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD
El contenido de este documento puede no incluir todas las especificaciones de los productos descritos con exactitud, y por lo tanto, no constituye garantía de ningún tipo en relación con dichos productos. Las características exactas de los productos se publican en inglés: The Viking Corporation's Technical Data Sheets. Las condiciones de garantía se indican en las Condiciones de Venta que aparecen en los documentos oficiales de Viking. Lo indicado en este documento no constituye alteración de ninguna de las características de los productos en relación a lo indicado en el documento original indicado más arriba. Se puede solicitar copia de dicho documento a Viking Technical Services, The Viking Corporation, Hastings Michigan, USA Form No. F_072508

Formulario _ No. F_072508-SP-230310



Llaves para rociadores: Llave estándar: Ref. 10896W/B (disponible desde el año 2000).

Armarios de rociadores:

- A. Capacidad para seis rociadores: Ref. 01724A (disponible desde el año 1971)
 B. Capacidad para doce rociadores: Ref. 01725A (disponible desde el año 1971)

5. INSTALACIÓN

Los rociadores Viking se han diseñado para instalarse de acuerdo con las normas de instalación reconocidas. Los rociadores Viking colgantes de descarga plana deben instalarse de acuerdo con las últimas Notas Técnicas de Viking, según la norma de instalación CEA 4001 "Sistemas de rociadores - Planificación e instalación" o la EN12845 "Sistemas de rociadores automáticos - Diseño, instalación y mantenimiento", además de la normativa gubernamental aplicable. La aprobación final de todos los sistemas debe obtenerse de la autoridad local competente. Toda desviación de estas normas o cualquier alteración de los rociadores suministrados después de que salgan de la fábrica incluido, aunque no limitados al pintado, cromado, recubrimiento o modificación, puede hacerlos inoperantes y anulará automáticamente las aprobaciones y la garantía de The Viking Corporation.

- A. Los rociadores deben manipularse con cuidado. Deben almacenarse en un lugar seco, a temperatura ambiente y en su embalaje original. No instalar rociadores que hayan recibido golpes, estén dañados o hayan sido expuestos a temperaturas superiores a la máxima temperatura ambiente permitida (véase la Tabla 1). No instalar ningún rociador de ampolla si se observa pérdida de líquido o está rota. Debe apreciarse una pequeña burbuja de aire en la ampolla. Cualquier rociador que pierda líquido debe destruirse inmediatamente.
- B. Los sistemas de tubería mojada deben estar en ambientes debidamente calorifugados.
- C. En atmósferas corrosivas deben instalarse rociadores resistentes a la corrosión. Al instalar este tipo de unidades hay que tomar precauciones para no dañar su recubrimiento. Utilizar únicamente la llave de montaje especial diseñada para instalar rociadores Viking empotrados y recubiertos (cualquier otra llave podría dañar la unidad).
- D. Tenga cuidado al situar rociadores cerca de elementos que puedan generar calor. No instalarlos en zonas donde queden expuestos a temperaturas superiores a máxima temperatura ambiente recomendada para cada temperatura de actuación.
- E. Para evitar daños mecánicos, los rociadores deben montarse en las tuberías ya instaladas. Antes de instalarlos, asegurarse de que son adecuados el modelo, el tipo, el diámetro del orificio, la temperatura y la velocidad de respuesta.
- F. Manteniendo el rociador en su cubierta de plástico protectora, aplique una pequeña cantidad de pasta de juntas o cinta de sellado en las roscas del lado macho solamente, con cuidado de no obstruir con el producto el orificio del rociador.
- G. Antes de quitar la cubierta protectora, instale el rociador en la tubería con la llave especial 10896W/B teniendo cuidado de no dañar las partes operativas (cualquier otro tipo de llave puede dañar la unidad). NO use el deflector del rociador para empezar a enroscarlo en su accesorio.

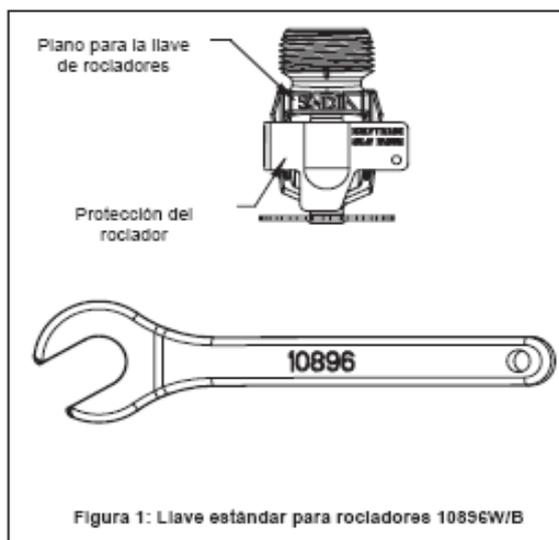


Figura 1: Llave estándar para rociadores 10896W/B

TABLA 1: DISPONIBILIDAD DE TEMPERATURAS Y ACABADOS DEL ROCIADOR		
Clasificación por temperatura	Temperatura nominal ^{1,2}	Color de la ampolla
Ordinaria	68°C (155°F)	Rojo
Intermedia	79°C (175°F)	Amarillo
Intermedia	93°C (200°F)	Verde

Acabados del rociador: Latón, Cromado-Enloy®, Poliéster Blanco y Poliéster Negro

Notas

¹ La temperatura del rociador se encuentra grabada en el deflector.

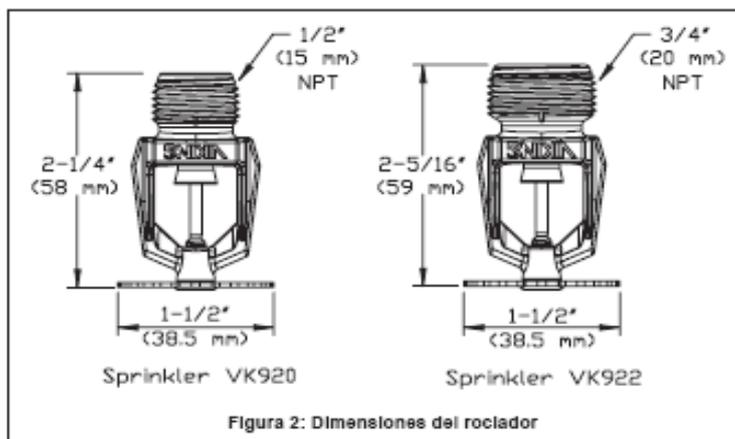
² Se seleccionará una temperatura para los rociadores cercana aunque no inferior a 30°C por encima de la temperatura ambiente más alta esperada. Puede que existan otras limitaciones dependiendo de la carga de fuego, la situación del rociador o las normas vigentes en el lugar de la instalación. Consultar las normas de instalación específicas.

5 de marzo 2010

Rociador 127c

VIKING®	DATOS TÉCNICOS	ROCIADORES COLGANTES DE DESCARGA PLANA VK920 (K80) Y VK922 (K115)
----------------	-----------------------	--

Tabla de Aprobaciones														
Rociadores Viking colgantes de descarga plana Para una presión máxima de trabajo de 12 bar (175 PSI)														
Referencia Base ¹	SIN	Estilo	Diámetro de Rosca		Factor K		Longitud Total		Listados y Aprobaciones ³ (consultar los criterios de diseño en la página 127 e.)					
			NPT	BSP	US	Métrico ²	pulgadas	mm	eULuc	FM	Vds	LPCB	CE ⁴	MED
Orificio estándar														
15111	VK920	Colgante	1/2"	15 mm	5,6	80,6	2-1/4	58	--	--	A1	A2	A1	--
Orificio grande														
15112	VK922	Colgante	3/4"	20 mm	8,0	115,2	2-5/16	59	--	--	A1	--	A1	--
Rangos de Temperatura Aprobados A - 155°F (68°C), 175°F (79°C) y 200°F (93°C)			Acabados Disponibles 1 - Latón, Chromado-Enloy®, Poliéster Blanco y Poliéster Negro 2 - Latón, Chromado-Enloy® y Poliéster Blanco											
Notas														
¹ Se muestra la referencia base. Para obtener la referencia completa, consulte la lista de precios actual de Viking. ² El factor K métrico mostrado es aplicable cuando la presión se mide en bar. Si la presión se mide en kPa, dividir la cifra indicada entre 10. ³ Las aprobaciones que se indican están vigentes en el momento de la edición de este documento. Consulte con el fabricante. ⁴ Certificado CE, norma EN 12259-1.														



H. Una vez finalizada la instalación debe probarse la totalidad del sistema de acuerdo con las normas de instalación que sean aplicables. Compruebe que los rociadores están perfectamente roscados y no hay fugas. Si se producen fugas por la unión roscada, debe desmontarse la unidad, aplicar más pasta o cinta de sellado y volver a instalarla. El motivo es la posible pérdida del material de sellado una vez que la junta se deteriora. Sustituya inmediatamente las unidades dañadas usando únicamente la llave especial apropiada.

I. Después de la instalación y de las pruebas y una vez comprobada la ausencia de fugas, retire las cubiertas protectoras de los rociadores. No use ninguna herramienta. Retire la tapa con la mano girándola ligeramente y tire de ella. **DEBEN RETIRARSE LAS TAPAS ANTES DE PONER EL SISTEMA EN SERVICIO.**

J. Si fuese necesario retirar la unidad completa del rociador, el sistema debe ponerse fuera de servicio. Consulte la sección 6. **INSPECCIÓN, PRUEBAS Y MANTENIMIENTO** y siga todas las advertencias e instrucciones.



6. FUNCIONAMIENTO

En caso de incendio, el líquido termosensible contenido en la ampolla de vidrio se dilata y produce la rotura de ésta, liberando el cierre del orificio del rociador. Al circular el agua a través del orificio, choca con el deflector y da lugar a una pulverización homogénea de la descarga de agua que extingue o controla el fuego.

7. INSPECCIÓN, PRUEBAS Y MANTENIMIENTO

NOTA: El propietario es el responsable de mantener el sistema y los dispositivos de protección contra incendios en correctas condiciones de funcionamiento. Como requisitos mínimos de mantenimiento considerar las indicaciones apropiadas que describen el cuidado y el mantenimiento de los sistemas de rociadores. Además, deben seguirse las indicaciones que pueda emitir la autoridad competente.

- A. Los rociadores deben inspeccionarse regularmente para detectar señales de corrosión, daños mecánicos, obstrucciones, pintura, etc. La frecuencia de las inspecciones puede variar en función de lo agresivo que sea el ambiente, el abastecimiento de agua y la actividad desarrollada en la zona protegida.
- B. Los rociadores que hayan sido pintados o sufrido daños mecánicos deben sustituirse inmediatamente. Los que presenten signos de corrosión deben probarse y/o sustituirse inmediatamente según proceda. Las normas de instalación requieren que se prueben los rociadores, y si es necesario, se sustituyan después de un periodo de funcionamiento específico. Consultar las normas de instalación y a la autoridad competente sobre el tiempo mínimo requerido entre pruebas o reemplazos. Los rociadores que se han activado no pueden volver a instalarse o utilizarse y deben sustituirse obligatoriamente. Cuando se sustituyen, hay que utilizar siempre unidades nuevas.
- C. La forma de descarga del agua del rociador es crítica para una protección adecuada contra incendios. Por lo tanto, no debe colgarse o sujetarse nada del rociador que pueda obstaculizar la descarga. Cualquier tipo de obstáculo debe eliminarse de inmediato o, si fuera necesario, deberían instalarse rociadores adicionales.
- D. Para sustituir a los rociadores el sistema debe ponerse fuera de servicio. Consulte la descripción del sistema y/o las instrucciones de funcionamiento de las válvulas. Antes de poner el sistema fuera de servicio, informe a la autoridad competente. Debe considerarse la presencia de una brigada de bomberos en el área afectada.
 1. Poner el sistema fuera de servicio, drenando toda el agua y quitando toda la presión del sistema.
 2. Quitar el rociador que se quiere sustituir con la llave especial de rociadores y montar el nuevo. Asegúrese de que se efectúa la sustitución con el modelo adecuado y con el tipo, el diámetro del orificio, la temperatura y la velocidad de respuesta correctos. A estos efectos, debe tenerse un armario completo de repuestos. Siga las instrucciones de la sección 4. INSTALACIÓN.
 3. Volver a poner el sistema en servicio y precintar todas las válvulas. Comprobar y reparar cualquier fuga.
- E. Los sistemas de rociadores que se han visto afectados por un incendio deben ponerse nuevamente en servicio lo más rápidamente posible. Debe revisarse la totalidad del sistema para detectar daños y si fuera necesario, reparar o sustituir componentes. Los rociadores que, aunque sin activarse, han estado expuestos a altas temperaturas o a los compuestos corrosivos originados por la combustión, deben sustituirse. Para determinar los requisitos mínimos en cuanto a sustituciones, consulte a la autoridad competente.

8. DISPONIBILIDAD

Los rociadores Viking colgantes de descarga plana están disponibles en todo el mundo a través de su red de distribuidores nacional e internacional. Busque su distribuidor más próximo en www.vikingcorp.com o póngase en contacto con Viking.

9. GARANTÍA

Las condiciones de la garantía de Viking se encuentran en la lista de precios en vigor, en caso de duda contacte con Viking directamente.



CRITERIOS DE DISEÑO
(Ver también tabla de aprobaciones en la pág. 127c.)

Requisitos para la aprobación:

Los rociadores de descarga plana VK920 y VK922 están aprobados por VdS y tienen certificado CE como se indica en la tabla de aprobaciones para su instalación de acuerdo a la norma CEA 4001 "Sistemas de rociadores - Planificación e instalación" o EN12845 "Sistemas de rociadores automáticos - Diseño, instalación y mantenimiento", donde se permiten los rociadores de descarga plana.

- Se permite su uso sólo en espacios ocultos, por encima de falsos techos y en estanterías.
- Aprobado para su uso en posición colgante solamente. El deflector debe quedar alineado paralelo al techo.
- El rociador VK920 (K80) está permitido en instalaciones de riesgo ordinario y de riesgo alto como rociador intermedio en almacenamiento en altura.
- El rociador VK922 (K115) está permitido únicamente en instalaciones de riesgo alto como rociador intermedio en almacenamiento en altura.

Posición del deflector

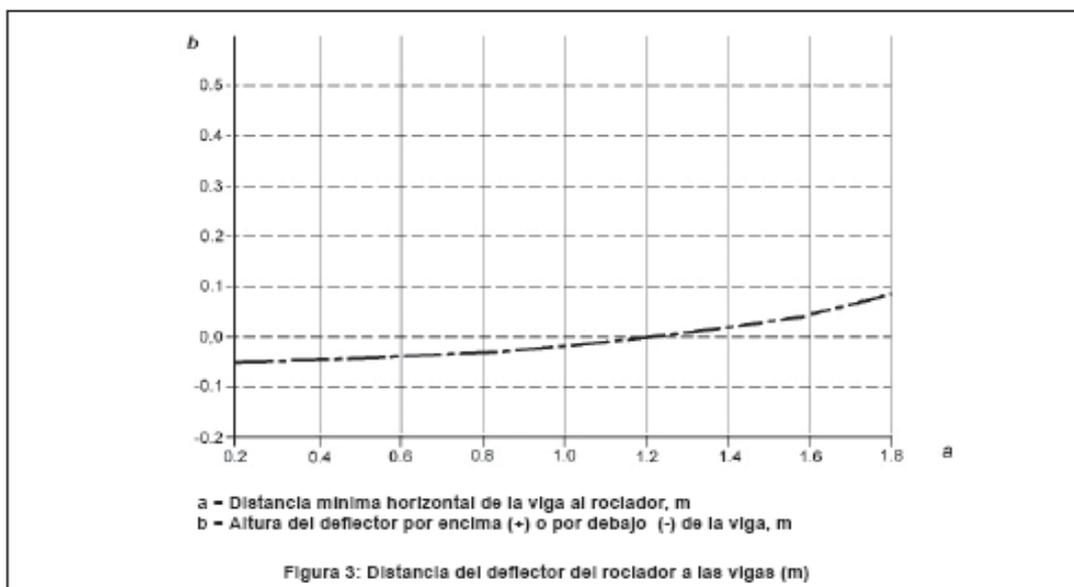
1. Para las instalaciones de riesgo ordinario: el deflector debe estar a una distancia de al menos 12" (300 mm) del falso techo. **NOTA:** Esto incluye falsos techos en estancias de riesgo ordinario. La distancia vertical entre el deflector y la parte superior del falso techo no debe ser inferior a 12" (300 mm).

2. Rociadores Intermedios en estancias de riesgo elevado: la distancia mínima entre el deflector y la parte superior del almacenamiento es de 4" (100 mm). **NOTA:** Deberá garantizarse que el agua de los rociadores que funcionan en niveles Intermedios pueda penetrar en los productos almacenados. La distancia entre los productos almacenados en estanterías y colocados uno detrás de otro será al menos de 6" (150 mm), y si es necesario se instalarán topes de palets.

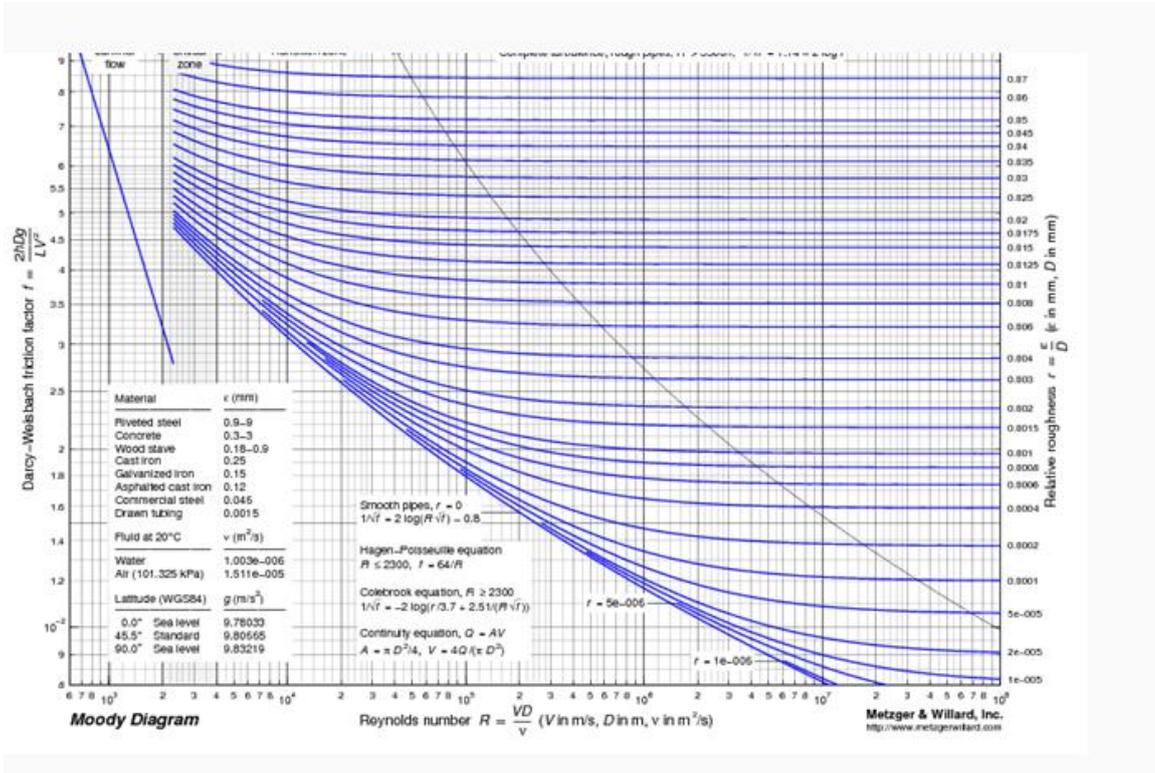
- Vigas y obstrucciones similares: consultar CEA 4001 o EN12845 y la Figura 3 mas abajo.
- Para que la instalación sea efectiva, debe seguirse y consultarse siempre la norma CEA 4001 o EN12845.

NOTA: Los rociadores colgantes de descarga plana tienen unas características de distribución del agua considerablemente diferentes a los rociadores de pulverización estándar y a los convencionales. Esto permite que los rociadores VK920 y VK922 se usen en conformidad con las normas CEA 4001 o EN12845.

IMPORTANTE: consulta siempre el Boletín F_091699 – Manejo y mantenimiento de los Rociadores. Los rociadores VIKING se deben instalar de acuerdo con las últimas Notas Técnicas de Viking, los estándares apropiados de NFPA, FM Global, LPCB, APSSAD, VdS u otras organizaciones similares, también con la normativa gubernamental aplicable. La aprobación final de todos los sistemas debe obtenerse de la autoridad local competente.



APÉNDICE 4. DIAGRAMA DE MOODY



SISTEMA CONTRA INCENDIO NFPA 20
250 GPM @ 110 PSI CON BOMBA VERTICAL EN LÍNEA.

El sistema estará compuesto de los siguientes elementos:

BOMBA PRINCIPAL

Bomba Fairbanks Nijhuis, Modelo 3"1593F, Tamaño 3" X 4" X 9, Tipo vertical en línea, listada por UL, aprobada por FM y en consideración con la norma NFPA panfleto 20. El equipo está considerado para una capacidad de 250 GPM y 110 PSI. La unidad está constituida de la siguiente manera:

- Carcasa de hierro
- Impulsor de bronce
- Camisas de eje en bronce
- Estanqueidad en el eje por empaquetadura
- Eje en acero al carbono

- Acople flexible
- Guarda acople
- Sellos correspondientes a UL y FM
- Certificado de pruebas de funcionamiento de acuerdo con las normas NFPA panfleto 20
- Motor eléctrico ODP
- Potencia: 30 HP
- Velocidad: 3500 RPM
- Tensión trifásico 230V, 60 Hz.
- Factor de Servicio: 1.15
- Frame: 284JP

CONTROLADOR PARA BOMBA PRINCIPAL.

El controlador será listado UL y aprobado FM, para motores eléctricos y en concordancia con la norma NFPA panfleto 20 y panfleto 70. El controlador está diseñado para arrancar automáticamente la bomba durante pérdidas de presión del sistema.

- Protección Nema Tipo 2.
- Potencia a manejar: 30HP
- Tipo de Arranque: Estrella – Delta Abierto.
- Tensión de entrada trifásica, 230V. a 60Hz.
- Transductor de presión de 0 – 300 PSI.
- Sellos de certificación correspondientes a UL y FM.
- Un diagrama del esquema eléctrico y un manual de operación, está permanentemente dentro del gabinete del controlador.

APÉNDICE 6. BOMBA AUXILIAR O JOCKEY

BOMBA JOCKEY

Bomba vertical de etapas múltiples, marca Fairbanks Nijhuis. Modelo PVM2-90D. El equipo está considerado para una capacidad de 10 GPM y 120 PSI.

La unidad de bombeo tiene las siguientes características:

- Motor eléctrico TEFC
- Potencia nominal: 2 HP
- Numero de etapas: 9 etapas
- Tamaño. 1 ¼" x 1 ¼"
- Tensión Trifásica, 220V, 60Hz.
- Factor de servicio 1.15
- Velocidad: 3550 RPM.

CONTROLADOR PARA BOMBA JOCKEY.

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

- Potencia a manejar: 2 HP
- Protección Nema Tipo 2.
- Tensión de entrada trifásica, 220V. a 60Hz.
- Un diagrama del esquema eléctrico y un manual de operación, está permanentemente dentro del gabinete del controlador.

ACCESORIOS.

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

- Válvula eliminadora de aire.
- Válvula de alivio de presión.
- Incrementador concéntrico para la descarga de 3" x 4".

PLANOS

PLANO 1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA FÍSICA

PLANO 2. MAPA DE RIESGOS

PLANO 3. RED HIDRÁULICA DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIA

1. <http://es.scribd.com/doc/94497904/Cap-2-Teoria-de-Extincion-Del-Fuego>
2. RAFAEL BELTRAN (MCGRAW-HILL), Introducción a la Mecánica de los Fluidos
3. NFPA, Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego
4. NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 13, Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores, Edición 2007
5. NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 20, Instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra Incendios, Edición 2007.
6. NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 25, Norma para la inspección, prueba y Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos de Protección contra Incendios, Edición 2008.

7. NORMAS INTERNACIONALES: AWWA, ASTM, AWS, ASME, API, ANSI, UL, FM

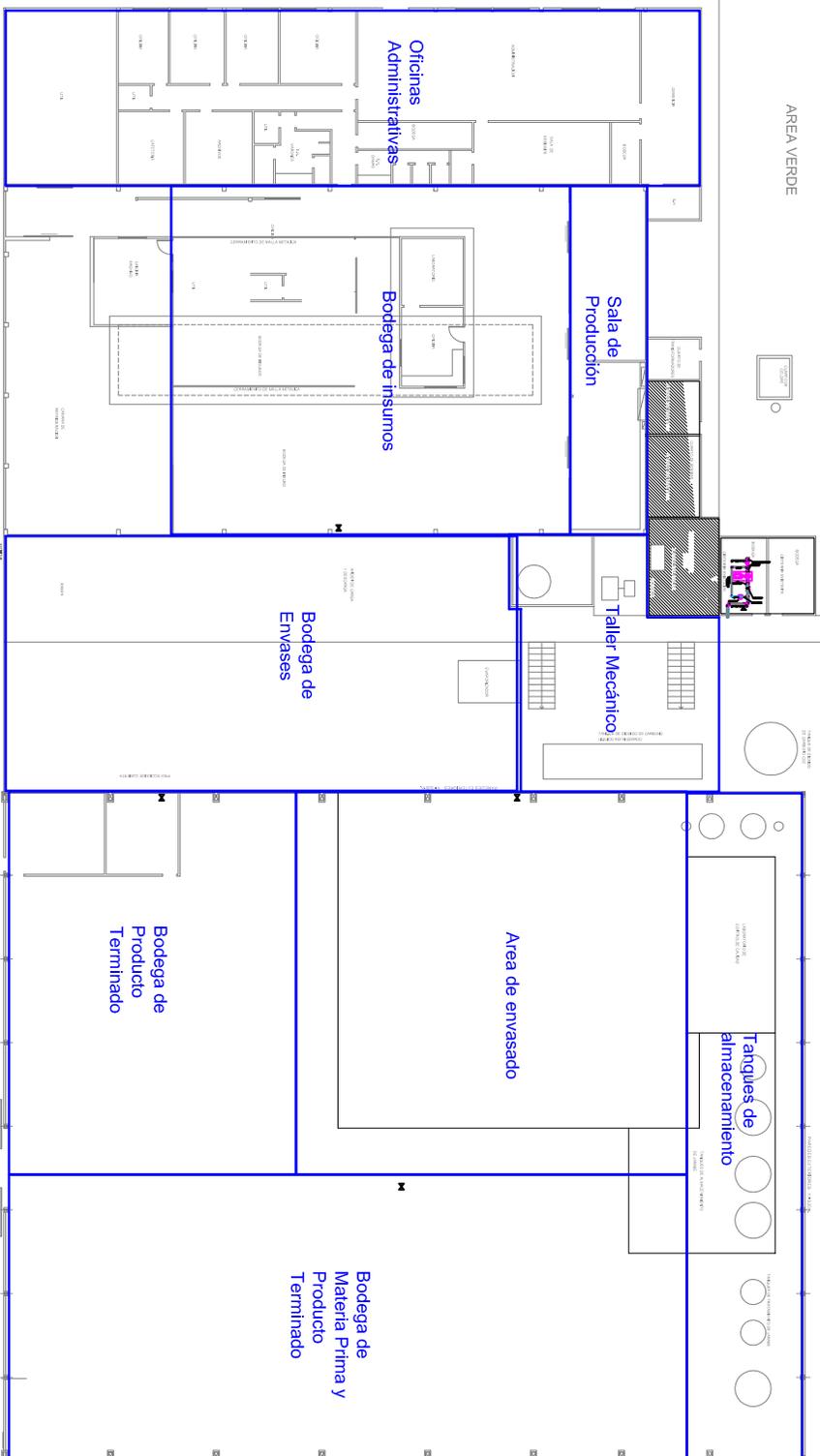
8. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA OBLIGATORIA: INEN. 0801 EXTINTORES PORTÁTILES

9. LEGISLACIÓN LABORAL – SEGURIDAD- MÉTODO SIMPLIFICADO EVALUACIÓN DE RIESGO DE INCENDIO.

10. MÉTODOS DE EXTINCIÓN Y AGENTES EXTINTORES, ING. IND. JOSÉ LUIS VILLANUEVA

11. http://www.grupo3s.pe/gabinetes_y_accesorios.php

12. <http://apagafoc.com/productos/bies-grupos/>



AREA VERDE

Oficinas Administrativas

Sala de Producción

Bodega de insumos

Bodega de Envases

Taller Mecánico

Área de envasado

Bodega de Producto Terminado

Tanques de almacenamiento

Bodega de Materia Prima y Producto Terminado

TANQUES DE DIESEL

UBICACION
 PROVINCIA: SAVANNA
 MUNICIPIO: GUAYACIL
 CANTON: GUAYACIL
 PARROQUIA: VÍA AEREA ENLACE
 MANZANA: N° 800
 SOLAR: N° 001
 COD. CATASTRAL: 4400000000

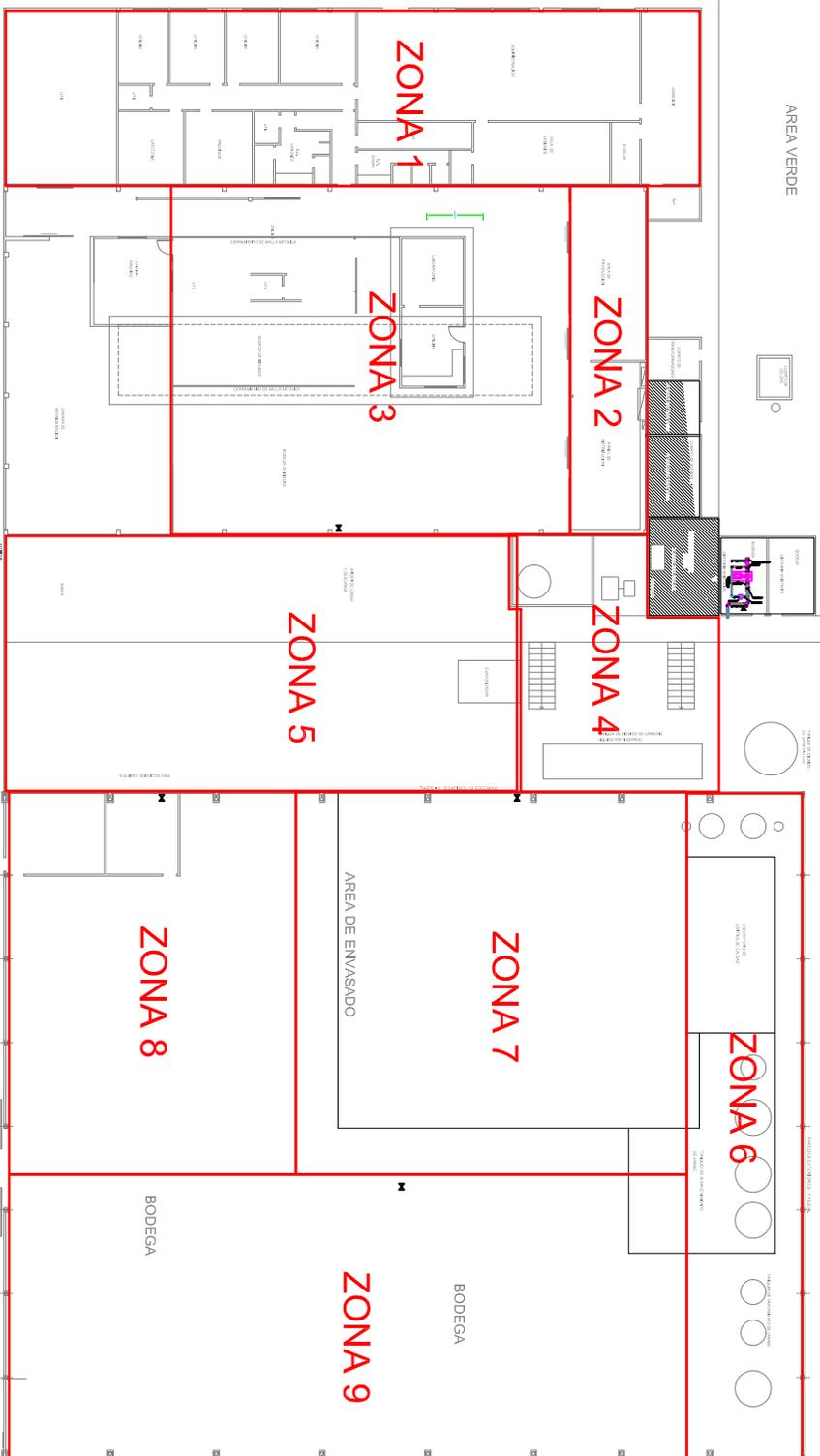
FIMCP - ESPOL

SISTEMA CONTRA INCENDIO

Dibujado por:	Nombre:	Fecha:	Plano:
	Freddy Riccio	17-03-2015	
Aprobado por:	Ernesto Martínez	20-03-2015	1

Escala: 1:100 Descripción del área física

EXISTENTE
 GARRITA



SIMBOLOGIA
SCI

- TUBERIA DE SUI
- QUINTA DE SUI
- SIST. DE EMERGENCIA DE SUI
- SPRINKLER
- SMELISA
- EXTINTOR
- VALVULA DE CONTROL
- VALVULA OPERX
- SENZOR DE FUGAS
- VALV. TEST MASTER
- VALVULA SUPERBORDA
- MANEJERO

UBICACION

- PROVINCIA: SALVADOR
- DISTRITO: GUAYASQUE
- MUNICIPIO: GUAYASQUE
- PROYECTO: VIA AEREA TUNEL N.º 12
- MANZANA: N.º 800
- SOLAR: N.º 001
- COORD. CENTRAL: 48290000000

FIMCP - ESPOL		SISTEMA CONTRA INCENDIO	
Nombre:	Freddy Ricardo	Fecha:	17-03-2015
Dibujado por:	Freddy Ricardo	Planos:	2
Aprobado por:	Ernesto Martinez	20-03-2015	
Escala:	1:100	Mapa de Riesgos	



SIMBOLOGIA
SCI

	TUBERIA DE SUI
	CAUTIN DE SCI
	SUITE EXTINGUENTIA SCI
	SPRINKLER
	SMELSA
	EXTINTOR
	VALVULA DE CONTROL
	VALVULA DE SUI
	SENZOR DE FLUXO
	VALV. TEST WATER
	VALVULA SUPRABOMBA
	MANEJAMENTO

FIMCP - ESPOL

SISTEMA CONTRA INCENDIO

Nombre:	Fecha:	Plano:
Dibujado por:	17-03-2015	
Aprobado por:	20-03-2015	3
Ernesto Martinez		

Escala: 1:100 Distribucion de Red Contra Incendio