

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

" Rediseño del sistema contra incendio de una planta dedicada al ensamble de
estufas"

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Materia Integradora

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentado por:

Edison Hernán Tigse Barba

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2015

AGRADECIMIENTOS

Dios, Silvia Barba, Francisco Tigse, Andrea Carpio, mis hermanas, los de siempre y todas aquellas personas que indirectamente me hicieron sentir que debía de terminar mi vida en la Espol con el título que siempre quise.

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Edison Hernan Tigse Barba

Ernesto Martinez Lozano

y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

Estamos también de acuerdo que el vídeo de la presentación oral es de plena propiedad de la FIMCP.


Edison Tigse B.


Ing. Ernesto Martinez L.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo realizar el estudio del sistema contra incendio de una industria dedicada a la manufactura y ensamble de estufas puesto que se realizó ampliaciones en el área de bodega y almacenamiento de producto terminado, donde además de estufas podemos encontrar otros productos de línea blanca como; refrigeradoras, hornos, lavadoras, etc., dichos productos son importados de las plantas anexas de dicha empresa distribuidas en latino américa.

Se empezará conociendo los fundamentos teóricos del fuego, así como de los principales agentes de detección y extinción, una introducción a los cálculos de diseño para fluidos en movimiento conociendo que el actual sistema está basado en el agua como medio de extinción, se mencionaran los principales sistemas contra incendio, además de las normas que se aplicaran en el desarrollo de esta tesis.

Se hizo un repaso de las áreas por las cuales está constituida la empresa como la zona de oficinas, las áreas de producción dividida en chasis, estética, componentes, recubrimientos y acabado, bodega de piezas terminadas, bodega de materia comprada, ensamble y las respectivas bodegas de almacenamiento.

El análisis del sistema contra incendio ya instalado fue el punto de partida, se validó la información y se presentó un informe de los requerimientos mínimos de diseño basados en la norma NFPA (national fire protection association) y las normas nacionales vigentes del INEN (Servicio ecuatoriano de normalización) luego se hizo el diseño detallado de la ampliación del sistema y de los nuevos requerimientos para cubrir la capacidad actual de la planta, tomando en cuenta un análisis de riesgo basados en una zonificación de las diferentes áreas existentes.

Se dio finalmente las modificaciones que se necesitan para el cumplimiento de normas, un plan de implementación detallado que contenían los nuevos equipos, la derivación de red de tuberías y un análisis de costos.

Se incluyeron además las evaluaciones del riesgo de incendio tanto con el sistema instalado en planta como con las modificaciones que se realizaron en el galpón nuevo.

ABSTRACT

This paper aims to make the study of fire fighting system of an industry dedicated to the manufacture and assembly of stoves since it has made additions to the warehouse area and storage of finished product, where in addition to stoves can find other products appliances such as; refrigerators, ovens, washing machines, etc., these products are imported from the adjoining plants of the company distributed in Latin America.

We begin to know the theoretical foundations of the fire, as well as the main agents for extinction, an introduction to the design calculations for moving fluids knowing that the current system is based on water as a means of extinction, the hosts were mentioned fire, along with the rules to be applied in the development of this thesis.

they did a review of the areas for which the company is constituted as the office area, production areas divided into chassis, aesthetic, components, coatings and finishing, finished parts warehouse, cellar purchased materials, assembly and the respective storage warehouses.

The analysis of the installed fire fighting system was our starting point, we validate the information and presented a report of the minimum design requirements based on NFPA (National Fire Protection Association) and National rules INEN (Ecuadorian Service normalization) then made the detailed design of system expansion and new requirements to meet current plant capacity, taking into account a risk analysis based on a zoning of the different existing areas.

Modifications needed for compliance, detailed implementation plan containing the new equipment, the bypass pipe network and a cost analysis was finally given.

The fire risk assessments with both the system installed in plan and with the amendments that were made to the new warehouse is also included.

INDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT.....	II
INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivos Específicos.....	2
1.3 Marco teórico	2
1.3.1 Fuego.....	2
1.3.2 Tipos de fuego y su nivel de riesgo	3
1.3.2.1 Clases de fuego	3
1.3.2.2 Los niveles de riesgo	3
1.3.3 Sistemas Contra incendios.....	4
1.3.3.1 Sistemas fijos (instalaciones fijas).....	4
1.3.3.2 Sistemas portátiles (extintores)	4
1.3.4 Agentes Extintores	5
1.3.4.1 Agua	5
1.3.4.2 Espuma.....	5
1.3.4.3 Anhídrido Carbónico y polvos químicos.	6
CAPÍTULO 2.....	7
2. Metodología del Diseño.....	7

2.1	Descripción general de las instalaciones existentes.	8
2.2	Protección contra incendio existente en cada área de la planta.	13
2.3	Evaluación hidráulica del sistema instalado.	14
2.4	Normativa utilizada para el diseño.....	16
2.5	Descripción detallada de las nuevas instalaciones a construirse.....	17
2.6	Selección de alternativa de solución de protección para las nuevas instalaciones.	17
2.7	Evaluación del riesgo basado en la carga calorífica de la empresa.....	19
CAPÍTULO 3		23
3.	Resultados	23
3.1	Análisis de propuestas de selección del sistema de protección en bodegas nuevas. .	23
3.2	Selección de gabinete y accesorios a instalar.	23
3.3	Plan de implementación de la solución propuesta.....	29
3.4	Nivel de riesgo Método Gretener.....	30
3.5	Estimación de costos	33
CAPÍTULO 4		34
4.	Discusión y conclusiones	34
4.1	Conclusiones.....	34
4.2	Recomendaciones.	34

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FIMCP	Facultad de ingeniería mecánica y ciencias de la producción
NFPA	NAtional fire Protection Association
INEN	Servicio Nacional de Estandarización
ASTM	American Society for Testing and Materials
CO ₂	Dióxido de carbono

SIMBOLOGÍA

mil	Milésima de pulgada
inch	Pulgada
m ²	metro cuadrado
m ³	metro cubico

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Tetraedro del fuego	2
Figura 1-1 Clases de fuego	3
Figura 1-3 Tipos de extintores	5
Figura 2-1 Diagrama metodología de diseño	7
Figura 2-2 Diagrama esquemático de Proceso en “u”	9
Figura 2-3 Matrices de metalistería	10
Figura 2-4 Zona de ensamble	13
Figura 3-1 Gabinete clase II	24
Figura 3-2 Posición de gabinetes en galpón nuevo	25
Figura 3-3 Soporte tipo pera.	28
Figura 3-4 Soporte de Pared	29
Figura 3-5 Soporte Longitudinal	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ensayos hidráulicos realizados	15
Tabla 2 Tipos de Fuego	17
Tabla 3 Actividades de riesgo ordinarios	18
Tabla 4 Matriz de selección	19
Tabla 5 Norma NFPA 25	27
Tabla 6 Matriz de selección de Materiales	27
Tabla 7 Lista detallada de los accesorios	28
Tabla 8 Planificación	30
Tabla 9 Resultados Análisis Gretener Producción	31
Tabla 10 Resultados Análisis Gretener Bodegas 1 y 2	32
Tabla 11 Análisis de Costos	33

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema

La seguridad ocupacional e industrial ha evolucionado durante los últimos años con el fin de brindar un ambiente libre de riesgos laborales y de mantener a los empleados libres de cualquier accidente o siniestro es así como el diseño, instalación y mantenimiento de sistemas contra incendios es en la actualidad un punto imprescindible dentro de cualquier tipo de industria.

El problema con esto es que no se le ha dado la importancia necesaria al sistema como tal y se lo ha tratado como una simple instalación hidráulica sin tomar en cuenta las debidas precauciones en el momento del diseño los problemas más comunes encontrados en sistemas ya instalados son:

- Sistemas de detección de fuego no adecuados o mal seleccionados esto genera que las alarmas no se activen por lo tanto el tiempo de respuesta de ayuda es tardío.
- Conjunto de bombeo fuera de parámetros de diseño sobre-dimensionado o debajo de requerimientos.
- Reservorio de agua compartido es decir no es independiente de la cisterna de cada empresa lo que provoca que el suministro de agua en caso de presentarse un siniestro no sea el suficiente para inhibirlo o mitigar sus efectos.
- Diseño de tuberías sin considerar parámetros importantes como caudal, presión, perdidas por fricción, etc.
- Diseño basados en instalaciones de sistemas de riego o plomería comercial es decir fuera de normas o regulaciones.
- No seguir recomendaciones de construcción, mantenimiento y diseño.
- Métodos de diseño empíricos, es decir no existe un procedimiento establecido a seguir esto trae muchas veces omitir pasos importantes en el trabajo final.

El presente trabajo pretende dar una visión sistematizada para el proceso de diseño y elección de los componentes dirigidos hacia una industria dedicada a la manufactura y ensamble de estufas, basado en normas internacionales y nacionales de los principales organismos reguladores y en muchos de los casos por las recomendaciones de los fabricantes de los componentes y de experiencias recogidas de sistemas correctamente ya instalados.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Se obtendrá el diseño del sistema contra incendio de las instalaciones nuevas, además de un listado detallado de los nuevos equipos a instalarse y de ser necesaria la derivación de una red adicional de tuberías para el sistema que está siendo objeto de estudio.

1.2.2 Objetivos Específicos

Levantar la información técnica del sistema actual con el que cuentan las instalaciones, revisar cada uno de los componentes que conforman dicho sistema (válvulas, bombas, cisternas, accesorios hidráulicos, conexiones, etc.).

Establecer un plan para implementar las modificaciones en el Sistema Contra incendio, red secundaria, soportes, válvulas de inspección; analizar los costos según corresponda de cada uno de los elementos antes mencionados.

1.3 Marco teórico

1.3.1 Fuego

Podemos definir al fuego como un proceso de combustión caracterizado por una reacción química de oxidación (desde el punto de vista del combustible) de suficiente intensidad para emitir luz y calor y en muchos casos llamas. El grafico muestra los cuatros elementos claves para la presencia del fuego:

- Comburente
- Reacción en cadena
- Calor
- combustible

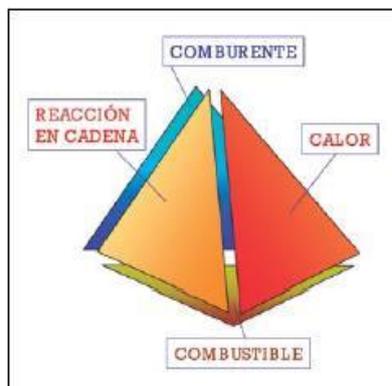


Figura 1-2. Tetraedro del Fuego

1.3.2 Tipos de fuego y su nivel de riesgo

1.3.2.1 Clases de fuego

De acuerdo a la NFPA estas son las cinco clases de fuego:

- Clase A.- fuego de materiales de combustión ordinaria tales como madera, tela de papel, caucho y algunos plásticos.
- Clase B.- combustión de líquidos inflamables, aceites, grasas, alquitranes, pinturas a base de aceite, lacas y gases inflamables
- Clase C.- fuegos que involucran equipo eléctrico energizado, en tales incendios es importante que el agente extintor no sea conductor de la electricidad.
- Clase D.- combustión de metales combustibles, tales como magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio.
- Clase K.- materiales provenientes de cocinas y comedores, como aceites, grasas.



Figura 1-2. Clases de fuego

1.3.2.2 Los niveles de riesgo se clasifican en:

- Riesgo bajo.- lugares en los que la suma total de los materiales combustibles pertenezcan al fuego clase A, como muebles, decoraciones y otros contenidos es menor. Entre estos lugares están las oficinas, Aulas, iglesias, salones de actos, etc.
- Riesgo ordinario.-lugares donde se suma los materiales de los fuegos clase A y B, están presentes en cantidades mayores de lo esperado de acuerdo con ocupaciones de riesgo leve. Riesgos ordinarios se dividen en dos grupos: grupo uno, los edificios inferiores a 8 pies, grupo dos, edificios inferiores a 12 pies de estos lugares por lo general consisten en tiendas mercantiles y sus aliados de almacenamiento, manufactura ligera, operaciones de investigación, salas de exhibición de automóviles, garajes, etc.
- Riesgo alto.- lugares con grandes cantidades de materiales altamente combustibles y las condiciones son tales que los incendios podrían desarrollar rápidamente con alta liberación de calor. Riesgo adicional, grupo uno ocupaciones tienen pocos o ningún líquido inflamable. Grupo dos tienen

cantidades significativas de líquidos inflamables o combustibles es en donde están protegidos de la supresión.

1.3.3 Sistemas Contra incendios.

Un sistema contra incendio es un conjunto de medidas, equipos y accesorios diseñados para proteger las instalaciones de la acción del fuego. Su diseño va más allá de la simple mitigación de efectos sino además de un plan completo desde la detección, aviso, eliminación del fuego, hasta un programa para la evacuación de personas que estén dentro de las instalaciones. Se pueden definir tres objetivos fundamentales en el momento del diseño:

- Salvaguardar, proteger y minimizar daños en la vida humana.
- Reducir las pérdidas económicas.
- Poner a funcionar las instalaciones en el menos tiempo posible.

En el diseño se ven involucradas varias ramas de la ingeniería como la eléctrica, electrónica, hidráulica, mecánica; ingeniería de procesos y automatización de equipos; y debe estar regulada por normas del cuerpo de bomberos de cada país en caso de no existir o ser muy limitadas se recurre a las NFPA que son estándares internacionales tanto para el diseño, instalación y plan de mantenimiento, dado la importancia de los sistemas en la actualidad existen varios tipos que varían de acuerdo al tipo de fuego que se presente en las instalaciones.

1.3.3.1 Sistemas fijos (instalaciones fijas)

Son instalaciones colocadas en lugares estratégicos de la industria donde generalmente es difícil el acceso para el personal.

Los sistemas fijos de extinción tienen como finalidad el control y la extinción de un incendio mediante la descarga en el área protegida, de un producto extintor. Estos sistemas serán de descarga automática. La presente tesis contempla los siguientes sistemas fijos de extinción:

- Rociadores Automáticos de Agua.
- Boca incendio equipadas (gabinetes contraincendios)
- Hidrantes exteriores.

1.3.3.2 Sistemas portátiles (extintores)

Los extintores portátiles forman la primera línea de batalla en la lucha contra los incendios. Es el elemento que vamos a utilizar en los primeros minutos de existencia del fuego, de su correcto empleo dependerá en buena medida que un simple conato se quede en tal y no tenga mayores consecuencias, o por el contrario termine convirtiéndose en un verdadero incendio.

Aparato que contiene un agente extintor (limitado), el cual puede ser proyectado y dirigido sobre un fuego por la acción de una presión interior. Son utilizados en el control de fuegos incipientes en espera de la llegada de personal especializado.



Figura 1-3. Tipos de extintores

1.3.4 Agentes Extintores

Los principales agentes extintores para la extinción definitiva o detener el progreso del fuego utilizados son:

1.3.4.1 Agua

Es el agente extintor por excelencia. A temperatura ambiente es un líquido relativamente estable que, en presencia de fuego, se vaporiza. Este cambio de estado hace que absorba calor y aumente de volumen, desplazando el oxígeno, lo que le da propiedades refrigerantes y sofocantes. La adición de humectantes y espesantes en el agua hace que penetre mejor en el combustible y se adhiera. Su uso es limitado para el fuego de clase A y casos excepcionales del clase B, por ciertas características del agua se restringe el uso para fuegos de clase C y D.

1.3.4.2 Espuma

La espuma se utiliza como agente extintor en forma de una masa de burbujas unidas entre sí por un estabilizador mezclado con agua que se aplica sobre la superficie del combustible en llamas, aislándole así del contacto con el oxígeno de aire y extinguiendo el fuego por sofocación. Por contener agua entre sus componentes está destinada para la extinción de fuegos de clase A y B.

1.3.4.3 Anhídrido Carbónico y polvos químicos.

1.3.4.3.1 Anhídrido carbónico

El uso de este gas es bastante habitual en la lucha contra incendios. Se almacena licuado a presión y tiene una densidad de 1,53 g/cm³, superior a la del aire. En aislar el combustible y desplazar el comburente, actúa por sofocación y también produce un enfriamiento, al pasar de líquido a gas cuando es liberado de su recipiente. Es apropiado en incendios en presencia de corriente eléctrica, porque no es conductor y no genera residuos. Los principales inconvenientes que tiene son la baja eficacia en incendios exteriores y sus propiedades asfixiantes en concentraciones superiores al 9%.

1.3.4.3.2 Polvo químico

Son polvos de sales químicas de diferente composición, capaces de combinarse con los productos de descomposición del combustible, paralizando la reacción en cadena.

- Polvo Normal: Polvo seco, a base de bicarbonato sódico o potásico, eficaces para fuegos de clase B y C. No son buenos para los fuegos de clase A porque no apagan las brasas.
- Polvo polivalente: a base de fosfato mono amónico, es eficaz para fuegos de clase A, B y C.
- Polvo especial: para fuegos metálicos.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA DEL DISEÑO

La metodología del diseño permite ordenar la información, para poder observar los objetivos específicos y el objetivo general, las distintas soluciones que se pueden presentar y finalmente basados en la información obtenida llevará a la selección de la mejor alternativa de solución del problema; a continuación presentamos un algoritmo básico de cuál será el camino para llegar a los objetivos:

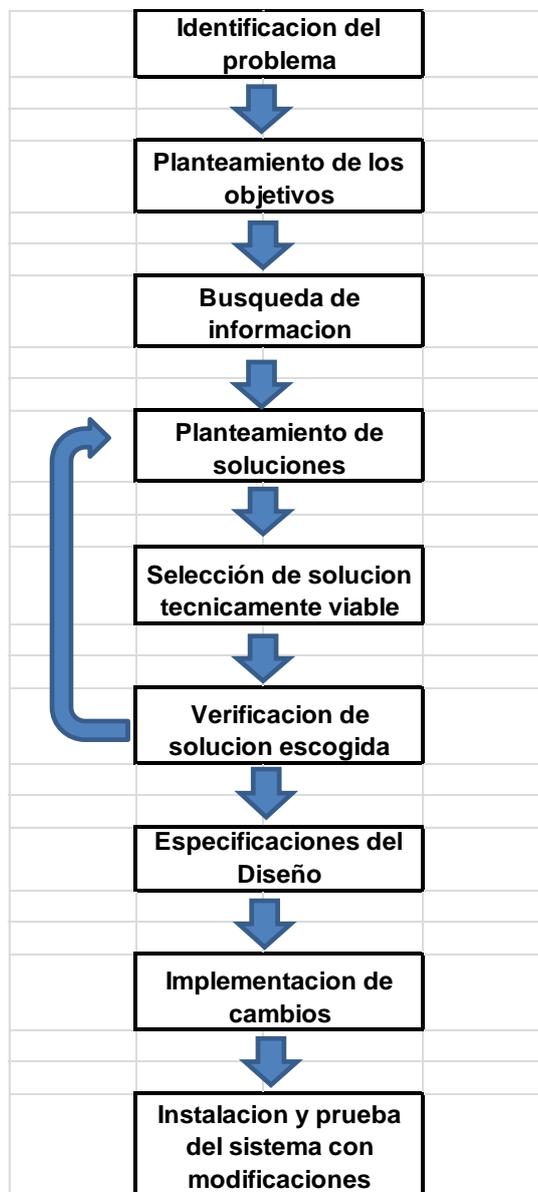


Figura 2-1. Metodología de Diseño

2.1 Descripción general de las instalaciones existentes.

La planta se encuentra en la zona industrial de la ciudad de Guayaquil en el km. 12 vía a Daule consta de cuatro galpones de producción y almacenamiento de producto terminado, un edificio administrativo para el personal de serviplus y el área del patio donde se encuentra el taller mecánico para montacargas y el taller de manufactura que ocupan una área aproximada de 154000 m², de las cuales 46000 están destinadas únicamente a la manufactura de estufas.

Tomando como referencia los planos actualizados de la planta se clasificara por áreas el riesgo de incendio y el tipo de fuego que se pueda presentar de acuerdo a la actividad que se realiza y el material presente en dichas zonas, este análisis se hará fundamentado en las normas NFPA y en las de legislación nacional, luego se determinara el tipo de detección y supresión de incendio requerido por zona.

La planta dentro de su proceso industrial tiene identificado seis zonas en los cuales se puede presentar un siniestro, estas son:

- Oficinas administrativas.
- Servicio de mantenimiento post venta.
- Área de fabricación.
- Bodega de materia prima y accesorios.
- Bodega de producto terminado y productos importados.

A continuación se detallara las principales actividades que se realizan en la cada una de las áreas antes mencionadas.

Oficinas administrativas:

Se componen de la gerencia de planta, recursos humanos, gerencia de compras, departamento de ventas, logística, marketing, contabilidad, y tres salas para reuniones informativas.

Serviplus:

Compuesta de las oficinas de atención al cliente, taller de reparación de los diferentes electrodomésticos, bodega de accesorios y una cabina de pintura.

Descripción general del proceso de fabricación:

De los cuatro galpones utilizados para la producción tres de ellos son destinados para la manufactura y ensamble de productos y el cuarto es de uso exclusivo de almacenamiento de electrodomésticos de fabricación nacional e internacional como refrigeradoras, lavadoras, etc.

La distribución de la planta utiliza el método de fabricación en U, de esta manera facilita realizar los procesos con un flujo continuo, se pueden definir tres grandes áreas de producción; las cuales presentan cierta relación de dependencia entre ellas. Estas áreas son:

- Metalistería
- Acabados
- Ensamble

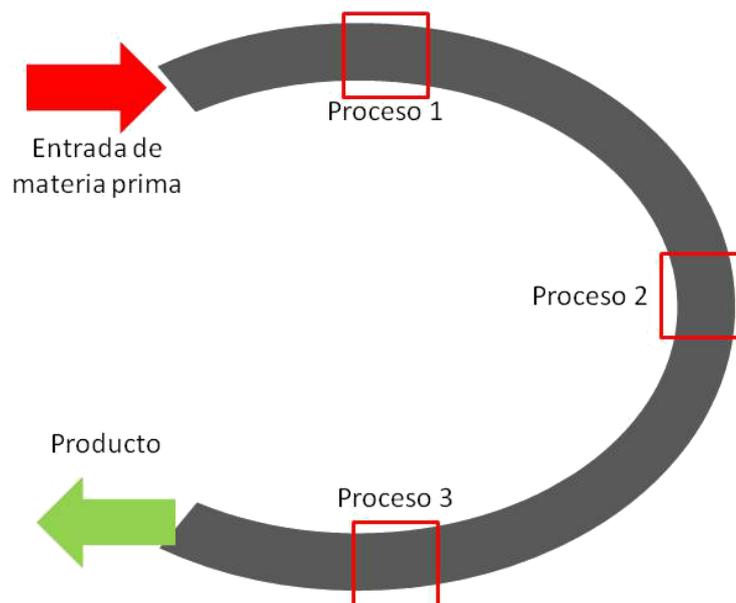


Figura 2-2. Diagrama esquemático de Proceso en “u”

Metalistería se encarga de darle el conformado a los cortes metálicos a través de diferentes procesos como: embutido, troquelado, cortado doblado, etc. Esto se realiza en prensas hidráulicas y mecánicas las cuales están distribuidas por líneas de procesos el área en total cuenta con siete líneas más dos destinada para la manufactura de lavadoras. Cada línea de proceso está constituida por una prensa cabecera la cual da el embutido a la pieza, una segunda prensa que realiza los cortes

perimetrales de la pieza, y la tercera las perforaciones finales, dependiendo de la complejidad de la pieza al final del proceso se requiere una persona puliendo detalles puntuales. En cada prensa se cuenta con un extintor de CO₂.



Figura 2-3 Matrices de metalistería

El área de lavadoras cuenta de dos sub procesos; el primero de ellos es el de tinas de lavadoras que contiene cuatro máquinas: la de rolado y soldado longitudinal, el torno para darle la forma a la pieza, conformado y soldado radial; el segundo subproceso es el de faldones que consta de cuatro máquinas; rolado, soldado longitudinal, conformado y remachado de soportes.

Una vez que se realiza el proceso las piezas pasan al área de bodega de crudo donde se realiza el inventario y registro de fabricación y aprobación de calidad, para luego de esto en caso de ser necesario pasar al área de acabados.

Acabados.

De acuerdo a la estética y funcionalidad de las piezas existen dos subprocesos. Estos son:

- Esmaltado
- Pintura

Esmaltado.- Piezas que por su función van a estar sometidas a temperaturas altas necesitan esmaltarse, previo al esmaltado las piezas deben ser limpiadas de toda grasa, impureza o aceite extraño que afecte el acabado final, además para proporcionarle una superficie rugosa para la adherencia del esmalte, para esto se sumergen en canastas inoxidables en 8 tinas de acuerdo al siguiente orden.

- I. Tina de desengrase alcalino #1 y #2
- II. Tina de enjuague #1 y #2
- III. Baño de ácido sulfúrico
- IV. Tina de enjuague frio
- V. Tina de neutralizante
- VI. Secador

Una vez que se han pasado por cada una de las tinas y están secas se procede a la aplicación de base o fundente, esto se realiza atreves de inmersión o por aspersion, luego de esto se colocan las piezas en una cadena transportadora para ser introducidas a un secador donde las temperaturas oscilan entre 90° y 95° C, posteriormente las piezas pasan a un horno VGT (Vereinigte Grossalmeroder – Thonwerke) en donde se cristalizara la base, para que esto suceda la temperatura del horno debe de ser de 800°C, de lo contrario la base saldrá cruda y la adherencia en el metal será la mínima; este proceso toma unos 40 min por pieza, al final se realiza una revisión de la calidad del acabado y se transporta hacia la bodega de acabados o de acuerdo a la falla detectada reprocesarlos.

Pintura.- las piezas estéticas como laterales de cocina, frente de perillas, tubos de combustión, manijas, pisos de cocinas, etc., debido a que no tienen contacto directo con temperaturas elevadas se las pinta, antes de hacerlo debe de pasar por el fosfatado, el cual consiste en la colocación de un recubrimiento de fosfato el cual impide la corrosión y además sirve como una base para la adherencia de la capa de pintura. El proceso empieza con la colocación de las piezas en la cadena y son llevadas a la cabina para ser bañadas de acuerdo al siguiente orden:

- I. Desengrase 1 y 2
- II. Enjuague 1 y 2
- III. Baño de fosfato
- IV. Enjuague

Una vez que las piezas están fosfatadas, son dispuestas en dispositivos para ser llevadas a través de una cadena transportadora hacia la cabina 1 donde se le dará el primer recubrimiento anticorrosivo (bicromato de zinc), para proteger la lámina de acero de cualquier tipo de oxidación, esto lo realiza un operario por medio de un soplete, a continuación se encuentra otro operario aplicando pintura solo a las aristas, luego de esto la pieza pasa por una tercera cabina para la aplicación de pintura por medio de electrólisis que garantiza una capa uniforme en toda la superficie y evita problemas de capa baja, tonalidad diferente o chorreado de pintura.

La materia prima tanto en el área de pintura y esmalte están basados en químicos donde su principal componente son la soda caustica y el ácido nítrico, que son productos no combustibles pero en el caso de presentarse un incendio es recomendable que se combata con dióxido de carbono, agua pulverizada productos químicos secos.

Luego de estos procesos las piezas pasan a una cuarta cabina donde se las expone a una temperatura de 120°C para efectuar el cocido de la pintura, a continuación se trasladada al área de bodega de acabados.

En caso de ser necesario por la mala aplicación de la pintura o esmalte se reprocesan las piezas.

Ensamble

Una vez que las piezas han completado el proceso y están en la bodega de acabados de acuerdo van al área de ensamble donde en conjunto con la partes compradas fuera de la planta son ensambladas, dependiendo del modelo de cocina los pasos en el proceso pueden variar, en general esta área consta de tres líneas de ensamble de producto terminado, dos celdas para el ensamble de cocinetas y hornos de medio formato, y otras dos celdas destinadas para CKD (kit ligero para ensamblaje, por sus siglas en ingles), que es el embalaje de piezas de cocinas que van hacia Colombia y otra celda para el pre ensamble de puertas de hornos, frente de perillas, tubos de combustión destinado tanto para producto terminado como para CKD.

Una vez ensambladas las estufas pasan a las bodegas de almacenamiento para luego ser transportadas a sus destinos.



Figura 2-4 Zona de ensamble

Bodega de materia prima y accesorios.

Piezas maquinadas fuera de planta, accesorios de plástico, etiquetas adhesivas, cinta de embalaje, plásticos para la envoltura de las estufas, cartón prensado son los principales productos que se conservan en estas bodegas.

Bodega de producto terminado e importado.

En este lugar pasan las cocinas ensambladas, producto pre-ensamblado de CKD y productos importados como refrigeradoras, hornos, lavadoras, etc., para su distribución nacional.

2.2 Protección contra incendio existente en cada área de la planta.

Se han detallado las actividades de cada una de las secciones de la empresa, mencionando las principales materias primas y productos que se encuentran en cada proceso. En este proyecto de graduación solo se ha tomado en cuenta las instalaciones basadas en la protección con suministro de agua.

Notamos claramente que las áreas de bodega de materia prima y la bodega de producto terminado e importados, al contener cartones, cintas de embalaje, accesorios de plástico, son las de mayor probabilidad para que ocurra un siniestro, estos

productos provocarían fuego clase A que dentro de los riesgos de la NFPA representan un riesgo bajo.

En el recorrido realizado dentro de planta encontramos una distribución de extintores de CO₂ distribuidos según normativa nacional, esto para ser utilizados cuando el fuego puede ser detectado y controlado por una persona, dentro de cada sección la empresa cuenta con brigadistas capacitados por el cuerpo de bomberos de Guayaquil.

Además de esto un sistema de agua que sirve para los gabinetes de incendio tipo III, formando un total de 36 distribuidos por toda la planta, 6 hidrantes equipados, 3 llaves siamesas para uso del cuerpo de bomberos.

El sistema de agua es alimentado con un tanque reservorio cilíndrico de 300 metros cúbicos, con una bomba de 750 galones por minuto con una presión de 125psi. Dicho tanque solo está predestinado para el sistema contra incendio, la empresa cuenta con cisterna para la demanda de agua potable en planta.

2.3 Evaluación hidráulica del sistema instalado.

Para la evaluación del sistema contra incendio instalado se toma los requerimientos establecidos en la norma NFPA 25 que trata sobre la inspección y mantenimiento de sistemas contra incendio esto incluye:

- Tanque reservorio del sistema.
- Equipo de bombeo, sus controles y accesorios.
- Redes hidráulicas de gabinetes y de alimentación del sistema.
- Sistema de rociadores automáticos.
- Accesorios de cada uno de los elementos de medición de presión y caudal en el sistema.

El capítulo 9 de la NFPA 25 indica que el reservorio de agua debe ser exclusivo para cuando se tiene un riesgo ordinario como en este caso, se verifica que el reservorio cumple con este requerimiento y su volumen total de agua es 300 m³, se revisan las conexiones, válvulas y estas no presentan desgaste ni fuga alguna. En caso de que el reservorio sea compartido este debe tener instalada una alarma que no permita que el nivel de agua sea inferior que el límite permisible según el riesgo al que corresponda.

Se procede a inspeccionar el sistema de bombeo capítulo 10 NFPA 25, al ver que contamos con las válvulas de descarga en cada una de las bombas procedemos a verificar su funcionamiento para la bomba a diesel se la debe accionar durante 30 min, y para la bomba eléctrica durante 10 min, no se encontraron mayores observaciones el siguiente paso es la medida de presión y caudal en los puntos críticos del sistema, esto es el gabinete más alejado de la red, dado que es un sistema hidráulico cerrado determinamos el gabinete más remoto en el área de bodega de materia prima; por lo tanto este será el punto para medir las presiones de funcionamiento de diseño tanto del sistema de bombeo como el del gabinete.

Tabla 1 Ensayos hidráulicos realizados

Prueba de gabinete	
Descripcion	Valor
Diametro de manguera	1 1/2"
Longitud de manguera	100 ft
Presion Estatica	130 psi
Presion Residual	62psi
Caudal	155 GPM

Vemos que dentro de lo mínimo establecido el sistema se puede considerar efectivo en el momento de presentarse un siniestro.

Para la revisión de la red de distribución no se encontraron registros anteriores de inspecciones realizadas por lo que se hizo las pruebas bajo el siguiente criterio:

- Se prueba toda la red de tuberías a una presión de 125 psi, estas mediciones se la realizaron con medidores de presión en el rango de 0 a 250 psi, durante dos horas sin que el gabinete más alejado pierda presión siendo el mínimo permisible 0 psi de pérdidas.
- Toma de presiones en válvula de descarga, en gabinete más remoto.
- La inspección visual de las tuberías, de los empalmes de cada tramo, cada uno de los gabinetes para comprobar que no existan fugas.
- En los tramos enterrados se colocaron manómetros tanto a la entrada como a la salida para poder medir y comprobar las fugas mediante la caída de presión.

Las inspecciones y pruebas hechas son registradas para que puedan servir como punto base para las próximas verificaciones de funcionamiento del sistema.

2.4 Normativa utilizada para el diseño

Dado la importancia la protección contra incendios en la industria se cuentan con varias organizaciones tanto nacionales como internacionales que dan criterios de diseño, instalación y mantenimiento de los sistemas, dentro de Ecuador el INEN (Servicio Ecuatoriano de Normalización) se encuentra trabajando en una norma exclusivamente para este tipo de instalaciones y que recoge indicaciones de la norma extranjera más conocida para la lucha contra incendios que es la NFPA (National Fire Protection Association), en el presente proyecto se hará énfasis a esta norma y en el caso de recomendaciones extras se harán menciones especial para distinguirlo.

Normas NFPA de uso común

- NFPA 10 - Extintores Portátiles
- NFPA 13 - Instalación de Sistemas de Rociadores y estándares de fabricación
- NFPA 20 - Instalación de bombas estacionarias contra incendios
- NFPA 25 - Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios a Base de Agua
- NFPA 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 101 - Código de Seguridad Humana, el Fuego en Estructuras y Edificios
- NFPA 704 – Sistema estandarizado para la identificación de riesgo de incendio de materiales peligrosos

Normas INEN existentes para sistemas contra incendios

- NTE INEN 0092 (1975) (Spanish): clasificación de los fuegos
- NTE INEN 0731 (2009) (Spanish): Extintores portátiles y estacionarios contra incendios. Definiciones y clasificación.
- NTE INEN 0733 (1987) (Spanish): Prevención de incendios. Ventanas cortafuegos. Determinación de la resistencia al fuego.

- NTE INEN-ISO 7202 (2013) (Spanish): Protección contra incendios — agentes para la extinción de incendios — polvo.

2.5 Descripción detallada de las nuevas instalaciones a construirse.

El nuevo galpón a construirse contempla un área de 7750m² y está destinado para el almacenamiento de producto importado de las plantas afiliadas en Colombia, Chile y México.

Las instalaciones tienen sus bases de hormigón armado, ancladas con placas de acero, tanto las columnas como la estructura de la cubierta son de acero ASTM A36 estas forman un pórtico el galpón en total está constituido por 30 pórticos separados 5 metros cada uno con una distancia entre columnas de 45m con refuerzos laterales, la constitución de sus paredes y de su cubierta son de planchas galvanizadas conocidas comercialmente como Steel Panel, pre pintadas cuenta además con su propia estación para controles eléctricos para su iluminación y servicios varios.

Un área de 20 metros cuadrados se destinara para oficinas de los coordinadores de bodega, la cual contara con su extintor y su sistema independiente de detección de fuego conectado al sistema principal existente en planta. Además de tres baterías sanitarias destinadas para dicho personal.

2.6 Selección de alternativa de solución de protección para las nuevas instalaciones.

Para la realización de esta etapa es necesario determinar el tipo de fuego, el nivel de riesgo de las instalaciones nuevas, evaluar el tiempo de implementación de los cambios a la red actual o instalar una nueva red independiente para este galpón industrial.

Determinación del tipo de fuego y nivel de riesgo de la nueva instalación:

Tomando en cuenta que será utilizado para almacenamiento de productos terminados los principales materiales a tomar en cuenta para el análisis fueron:

- Los cartones de las cajas, papel, cintas de embalaje y plásticos de envoltura.
- Componentes de acero laminado, carcasas de los electrodomésticos, accesorios como parrillas, cubierta.

- Sistema eléctrico de los electrodomésticos, encendido, luz de horno, funcionamiento de motores en el caso de neveras.

Tabla 2 Tipo de fuego

Tipo de fuego	Materiales
Tipo A	Madera, papel, cartón, basura.
Tipo B	Aceite, grasas, pinturas, algunos derivados del petróleo tanto líquidos como gaseosas
Tipo C	Componentes eléctricos
Tipo D	Metales combustibles; manganeso, circonio, sodio.
Tipo K	Aceites derivados de cocinas y comedores

Nivel de riesgo:

Se lo evalúa por el tipo de fuego que se produciría notamos claramente que sería el tipo A y tipo B, la suma de estos dos y guiados por las normas internacionales es un riesgo ordinario por considerarse como un galpón para depósito de cartón, productos terminados y mercancías varias, de la sub clasificación de riesgo ordinario, tomamos la del grupo 2 debido a considerarse un galpón para almacenamiento de electrodomésticos y de mercancías varias.

Tabla 3 Actividades de riesgo ordinarios

Grupo 1	
Estacionamiento, plantas electronicas, Fabrica de alimentos	Fabrica de vidrios, restaurantes, lavanderias
Grupo 2	
Molinos de cereales, manufactura de textiles, fabricas de cigarillos, fabrica de productos de cuero, almacenes de electrodomesticos, carpinterias, artes graficas	Edificios comerciales, industrias farmaceuticas, fabricas de papel, garajes de mantenimiento, fabrica de neumaticos, mercancías generales, deposito de papeles, pinturas, muebles, licores

Las alternativas de diseño son dos:

- El diseño de un sistema independiente para el galpón nuevo, con su plan de implementación.
- El Rediseño del sistema ya instalado con un plan de implementación de mejoras.

Matriz de selección:

Se selecciona los criterios para la matriz de selección a partir de costos aproximados, un cronograma de implementación de acuerdo al tiempo que se tomó para realizar el montaje del anterior sistema del cual existen registros en bitácora de obra y recomendaciones de profesionales expertos en el tema, tomando en consideración los requerimientos del cuerpo de bomberos de la ciudad. Además de esto las limitaciones de espacio físico dentro de las instalaciones es un factor preponderante para la elección de la mejor alternativa, ya que los dueños de la empresa tienen proyectos de expansión en los próximos años, con la construcción de nuevos galpones tanto de proceso como de almacenamiento.

Tabla 4 Matriz de selección

Criterio	Ponderacion	Sistema independiente		Rediseño del sistema	
Costo de implementacion	35%	3	1,05	4	1,4
Tiempo de implementacion	40%	4	1,6	4	1,6
Espacio fisicos para implementaciones	25%	1	0,25	3	0,75
Puntaje Total	100%		2,9		3,75

Los resultados obtenidos llevan a la elaboración del rediseño del sistema tomando en cuenta que existe un equipo que en las inspecciones previas está funcionando al 100% de su diseño original sin presentar ningún tipo de averías, daños o pérdidas de presión.

2.7 Evaluación del riesgo basado en la carga calorífica de la empresa.

La evaluación hidráulica del sistema hizo concluir que técnicamente estaríamos preparados para mitigar un siniestro con dos gabinetes accionados, pero aún no se ha evaluado la carga de calor de cada una de las áreas, este análisis de riesgo llevará a

entender la cantidad necesaria de agua y de mecanismos de mitigación que debemos tener a disposición para combatir un incendio.

Este método no es más que un coeficiente que mide la el riesgo de peligros potenciales dentro de la industria versus los mecanismos existentes para mitigar y eliminar el mismo.

La gran mayoría de métodos toma en cuenta la posición geográfica de las instalaciones con respecto al cuartel de bomberos más cercano, los materiales de los cuales están constituidas, las actividades que se llevan a cabo, si la empresa cuenta con brigada contra incendio mientras se espera la respuesta de bomberos, cada uno de los mecanismos de mitigación de fuego (rociadores, gabinetes, extintores. Etc...), además son claves dos aspectos inherentes del sistema:

- Tiempo de detección y alarma cuando se produce un incendio.
- Tiempo de reacción para activar los mecanismos de mitigación.

Los aspectos a tomar en cuenta para el análisis son el riesgo intrínseco del edificio, es decir el material del que está compuesto ya que la combustión no es igual en un edificio hecho con hormigón a un edificio hecho con hierro. Otro es el riesgo del contenido esto es medir que tan rápido combustionan y cuanta resistencia tiene al fuego los materiales que se encuentran en el lugar.

Existen varios métodos para determinar el nivel de riesgo entre los más destacados tenemos:

- Método intrínseco.- utilizado principalmente para instalaciones industriales, se basa en coeficientes de los materiales y actividades.
- Método de Meseri.- es más bien un método simplificado, suele ser utilizado para un cálculo aproximado.
- Método de Gretener.- utilizado en todo tipo de industrias, utiliza tanto los componentes de las instalaciones las actividades que se realizan, las personas y las medidas con las que se cuentan para mitigar el incendio.

El método de evaluación será el de Gretener, este sencillo análisis permitirá conocer cualitativamente si el sistema instalado es suficiente para considerarse seguro o necesita realizarse alguna modificación. Se lo selecciona ya que por la práctica y

recomendaciones técnicas de fabricantes de equipos es el más adecuado cuando ya existe un sistema instalado tal como es el caso en estudio.

Se consideran la siguiente ecuación:

$$\gamma = \frac{P}{M}$$

Dónde:

γ : es el coeficiente de exposición al riesgo.

P todos los riesgos que pueden ocasionar el incendio. Es el producto de los siguientes factores.

- El tipo de construcción (factor Z, G, V)
- Factor q en función de la carga de incendio mobiliario qm.
- Grado de combustibilidad (factor c)
- Peligro de humo (factor r)
- Peligro de corrosión o toxicidad (factor k)
- Carga térmica inmobiliaria (factor i)
- Altura útil del local (factor e)
- El tamaño del compartimiento cortafuego (factor g)

M todas las medidas tomadas para prevenir un siniestro y es el producto de los siguientes factores de protección:

- Medidas normales (factor n)
- Medidas especiales (factor s)
- Resistencia al fuego (factor f)

Y el índice de riesgo está dado en función tanto del coeficiente de riesgo como el índice de activación que no es otra cosa que la probabilidad de que un incendio ocurra tomando en cuenta la naturaleza de la fuente que pudiese provocarlo así como de factores humanos; posteriormente se determina el riesgo de incendio aceptado que viene dado por el producto del riesgo del edificio con el factor de corrección en función del número de personas:

$$R_n = \gamma * A$$

$$R_u = R_n * P_{h,e}$$

Dónde:

R_n : Riesgo normal.

A: Factor de activación.

R_u : Riesgo de incendio aceptado.

$P_{h,e}$: Factor de corrección por presencia de humanos.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

Se presentaran los resultados más representativos de la evaluación, tanto hidráulica como la de análisis de nivel de riesgo de la empresa.

3.1 Análisis de propuestas para selección de sistema para protección en bodegas nuevas.

La red principal del sistema está constituida por tubería cedula 40 de diámetro 8", el área a proteger total es de 6975m², con un riesgo ordinario tipo II, la principal fuente de extinción de las instalaciones es basada en agua, por términos legales y estándares propios de la empresa se decide que las instalaciones nuevas deben mantener el mismo formato para sus bodegas nuevas, es decir con gabinetes contra incendio y extintores, los gabinetes estarán conectados con la red principal, con sus respectivos accesorios y su número total deberá garantizar la cobertura de las instalaciones nuevas.

3.2 Selección de gabinete y accesorios a instalar.

De acuerdo a las características del lugar, el tipo de fuego y las restricciones legales, se deben seleccionar el tipo de gabinete o manguera según la NFPA, Dentro de las normas contamos con tres tipos de gabinete:

- Gabinete clase I.- están destinados para utilización de los bomberos ya que se utilizan en el para la extinción total del fuego al final del siniestro.
- Gabinete clase II.- se los utiliza para una intervención de primer auxilio en caso de incendio solo puede ir colocado en ciertos lugares de las instalaciones.
- Gabinete clase III.- están diseñados tanto para ser usados por los bomberos para la extinción total del incendio, como por personal brigadista capacitado por la empresa.

Se selecciona un tipo de gabinete clase II con las siguientes características:

- 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.

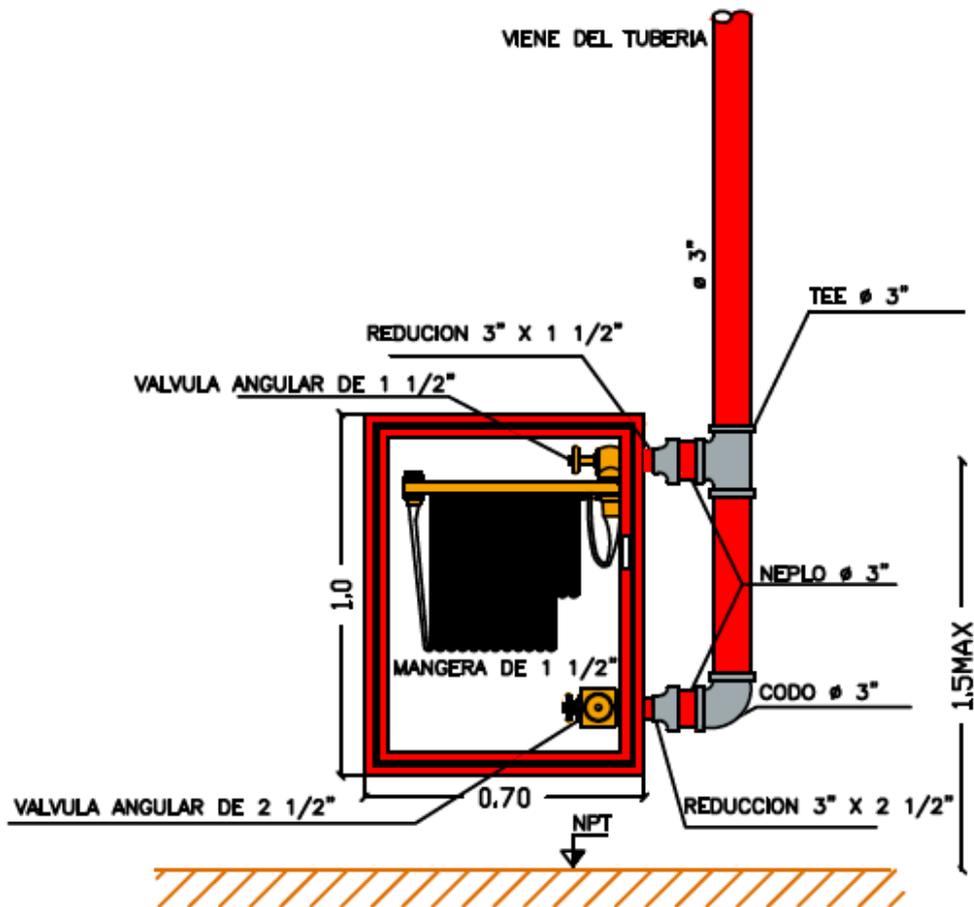


Figura 3-1 Gabinete clase II

El número de gabinetes lo determinamos sabiendo el área que protege cada uno en comparación con el area total a proteger:

$$N_{gabinetes} = \frac{A_{total}}{A_{gabinete}} = \frac{7750}{1380}$$

$$N_{gabinete} = 6 \text{ gabinetes}$$

La distribución I podemos apreciar en la siguiente figura:

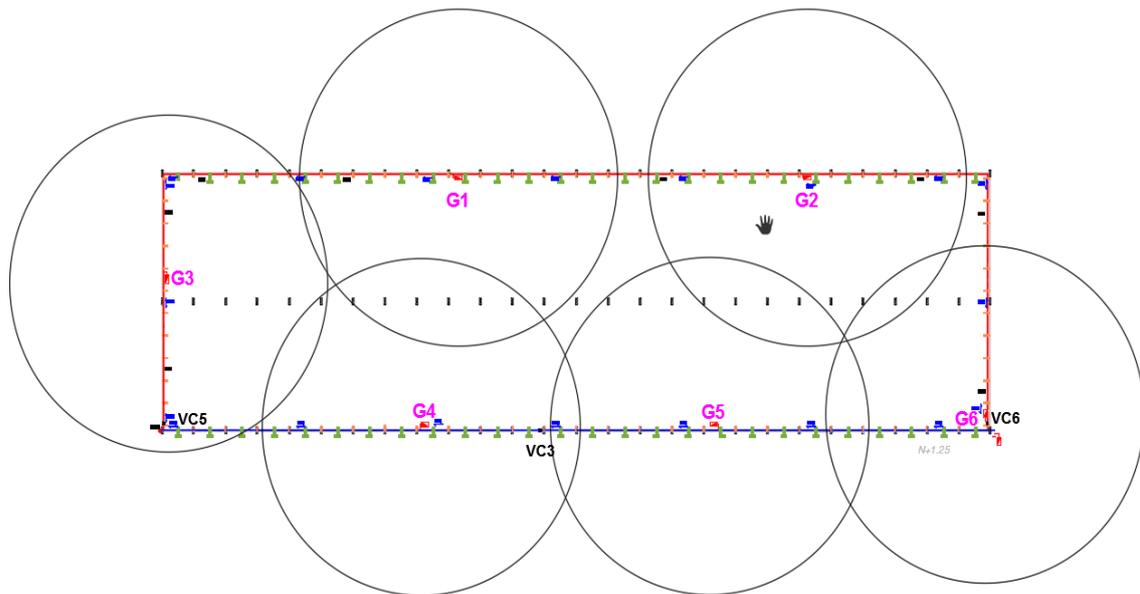


Figura 3-2 Posición de gabinetes en galpón nuevo

El ingreso de agua para la red alterna se realizará con la colocación de dos T roscadas de 6 pulgadas con reducción a 4 pulgadas a continuación de dichas reducciones se colocaran dos válvulas de control, para las inspecciones de presión, de caudal y además para realizar el mantenimiento de la red según la frecuencia establecidas en las Normas.

En el capítulo 2 se analizó la respuesta dinámica del sistema hidráulico, tanto los equipos de bombeo, tuberías principales, secundarias, accesorios, bomba de mantenimiento, gabinetes ya instalados se verificó el volumen del reservorio del sistema, esto servirá de base para la selección de componentes de la red adicional y se finalizara documentando el buen funcionamiento, del sistema completo.

Caudal del sistema.

La demanda de agua para gabinetes contra incendio clase III debe calcularse tomando en cuenta el más remoto y otro actuando de manera simultánea en cualquier punto del sistema cada gabinete debe suministrar 250 GPM a una presión de 100 psi. Esto da un total de 500 GPM tomando en consideración las características de la bomba vemos

que no tendremos ningún problema en cuanto a esto ya que el caudal de diseño es de 750 GPM.

$$Q_{total} = Q_{remoto} + Q_1$$

$$Q_{total} = 500GPM$$

Volumen del tanque.

Teniendo una demanda de 500GPM, revisando la norma tenemos que debe proveer agua durante 90 minutos, tiempo estimado para el arribo del cuerpo de bomberos tenemos lo siguiente:

$$V_{total} = Q_{total} * Tiempo$$

$$V_{total} = 45000 \text{ Galones o } 113m^3$$

La cisterna del sistema tiene una capacidad de 300 m³, y sabiendo además que está destinada solo para este uso no presentaría ningún problema en el caso de presentarse un incendio.

Red secundaria.

El recorrido total de tubería será de 245m, por exigencias de norma deberán tener las siguientes características:

- La máxima presión de trabajo admisible en cualquier punto de la red, no será mayor de 0,5 kg/cm² (150 lb/plg²). Teniéndose que colocar válvulas de alivio en caso de ser necesario en determinados puntos de la red tanto principal como secundaria.
- La velocidad del agua en las tuberías principales de la red de distribución, no será mayor de 3 m/s (10 pie/s).
- Las tuberías serán de acero cedula 40, ASTM A53
- Pintadas con dos manos de anti oxido de cromato de zinc y dos manos de esmalte sintético rojo brillante.
- Se unirán a la red principal con conexiones tipo "T" de ambos lados, la unión de cada tubo de 6m se hará por medio de uniones vitaulicas.
- Luego de la instalación y antes de la conexión con el sistema principal se realizara una prueba hidrostática para la comprobación de fugas en las uniones.

Para determinar el diámetro de la tubería de la red secundaria tomamos en cuenta el caudal mínimo de un gabinete funcionando y de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 5 norma NFPA 24

Tuberia (inch)	Flujo (GPM)
4	390
6	880
8	1560
10	2440
12	3520

Tomamos una tubería de 4" considerando que la velocidad mínima en cada tramo de tubería debe ser 3 m/s, para garantizar el flujo y la presión en cada punto.

El material a ser usado para la red secundaria se realizó un análisis de precios, disponibilidad en el mercado ya que actualmente la restricciones han aumentado en cuanto a importaciones, el costo inicial de instalación y mantenimiento a si como el desgaste que sufre cada material con respecto a sus uso obtuvimos la siguiente matriz de selección:

Tabla 6 Matriz de selección de materiales.

	Ponderacion	Acero		Hierro Galvanizado		Cobre	
Costo	30%	4	1,2	5	1,5	2	0,6
Disponibilidad	25%	5	1,25	3	0,75	3	0,75
Corrosion	30%	4	1,2	2	0,6	4	1,2
Caidas de Presion	15%	5	0,75	3	0,45	4	0,6
Puntaje total	100%		4,4		3,3		3,15

Se utilizara tubería de acero ASTM A53 se exigirá dentro de los rubros que cada tubo tenga su certificado de calidad esto para poder tener la trazabilidad en caso de falla.

El siguiente es un listado detallado a implementarse de la red:

Tabla 7 Lista detallada de los accesorios.

Descripcion	Cantidad	Unidad
Soporte Tipo Pera	26	unidad
Soporte longitudinal	14	unidad
Soporte de pared	30	unidad
Valvulas de control	2	unidad
T mecanicas ranuradas	2	unidad
Gabinete clase II	6	unidad
Tuberia ASTM A53 cedula 40	250	metros

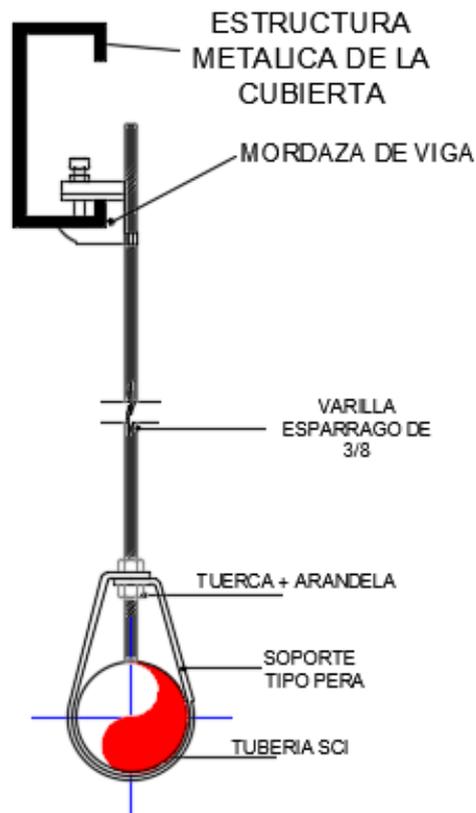


Figura 3-3 Soporte tipo pera.

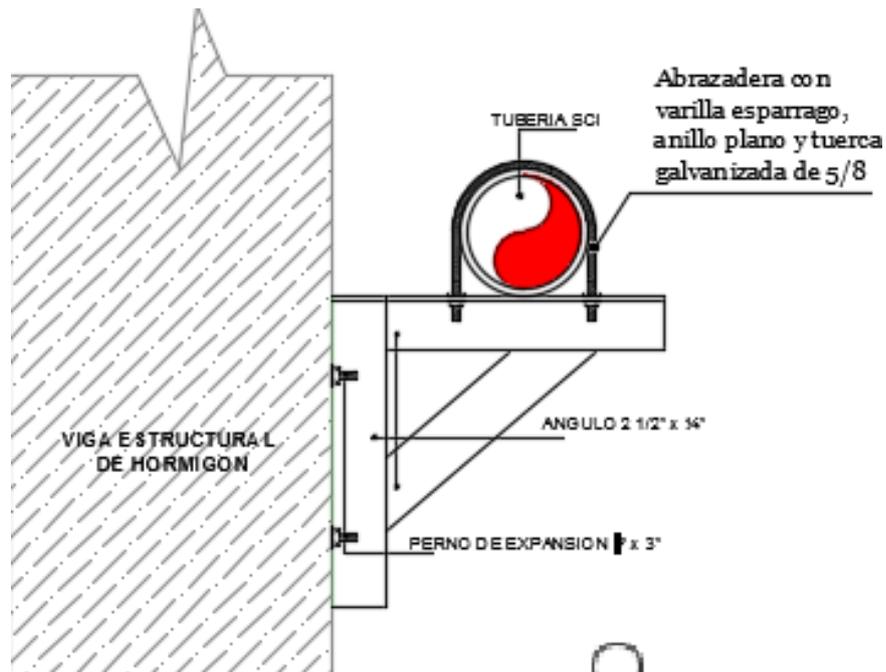


Figura 3-4 Soporte de Pared

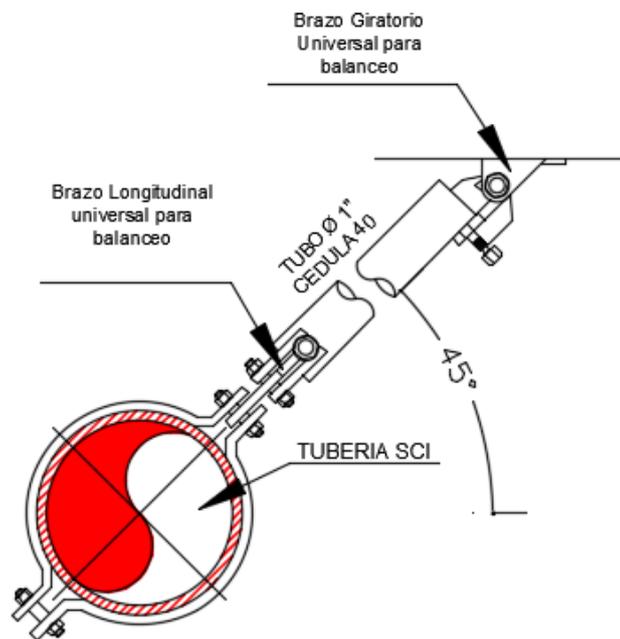


Figura 3-5 Soporte Longitudinal

3.3 Plan de implementación de la solución propuesta.

Una vez detallado todo lo necesario para la red adicional contra incendio debemos determinar un plan de trabajo para la implementación de cada uno de los cambios que

se harán, esto en coordinación con el área de Mantenimiento, considerando que son galpones nuevos no interferiremos con el área de producción ni ninguna otra actividad normal de la empresa.

Tabla 8 Planificación

Actividades	Dias
Pintura de Tuberia A53 Cedula 40	5
Instalacion de tuberia A53 Cedula 40	12
Instalacion de Valvula de control	1
Instalacion de Soporte tipo pera	8
Instalacion de Soporte longitudinal	5
Instalacion de Soporte de pared	8
Total de dias	39

Este plan se pone a consideración de las autoridades pertinentes en conjunto con los planos de cada uno de los componentes y de los certificados de calidad de cada uno de los materiales a utilizar, para su ejecución se debe de contar con los permisos municipales, cuerpo de bomberos que además avala la aprueba los detalles técnicos.

3.4 Nivel de riesgo Método Gretener

Los 4 galpones que están siendo objeto del estudio hacen un total de 46308 m² cada uno de 11577m² y su constitución en cuanto a su estructura se basa en vigas metálicas ancladas al piso con hormigón reforzado sus techos y paredes de planchas metálicas tipo Steel panel, su actividad contempla un movimiento diario de un promedio de 60 personas en cada una de las zonas de producción se colocará los resultados que se obtuvieron aplicando el método de Gretener en la tabla 9, los principales equipos de estas áreas son las prensas de conformado de metalistería, las tinas de los químicos de acabados el horno para el curado de las piezas, equipos de ensamble como taladros, remachadoras, estos son neumáticos, además del material para embalar como cintas, papel y cartón.

El área de metalistería trabaja a dos turnos teniendo destinado 2 personas para las rondas cada 30 minutos el cuartel de bomberos más cercanos está situado a 7 Km en una vía de 4 carriles considerada perimetral, su tiempo de respuesta es de 10 minutos.

Tabla 9 Resultados Análisis Gretener Galpones de producción

CALCULO DEL INDICE DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS					
Edificio:	Galpones de Produccion				
Lugar:	Guayaquil				
Dirección:	Km 12, 5 via a Daule				
Parte del edificio:	Metales, acabados, ensamble				
Compartimiento:		l=	45	b=	40
Tipo de Edificio:	Produccion y Fabricacion	AB=	4446	l/b=	1:01
TIPO DE CONCEPTO					
q	Carga Térmica Mobiliaria	Qm=	400		1,2
c	Combustibilidad				1,2
r	Peligro de humos				1,2
k	Peligro de corrosión				1,2
i	Carga térmica inmobiliaria				1
e	Nivel de la planta				1,9
g	Superf. del compartimiento				1,4
P	PELIGRO POTENCIAL		qcrk . ieg		5,515776
n1	Extintores portatiles				1
n2	Hidrantes interiores BIE				1
n3	Fuentes de agua - fiabilidad				1
n4	Conductos transp. Agua				1
n5	Personal instr. En extinc.				1
N	MEDIDAS NORMALES		n1 ... n5		1
s1	Detección de fuego				1,32
s2	Transmisión de alarma				1,2
s3	Disponib. de bomberos				1,75
s4	Tiempo para intervención				1
s5	Instalación de extinción				2
s6	Instal. evacuación de humo				1
S	MEDIDAS ESPECIALES		s1 ... s6		5,544
f1	Estructura portante				1
f2	Fachadas				1
f3	Forjados				1,05
	· Separación de plantas				
	· Comunicaciones verticales				
f4	Dimensiones de las células				1
	· Superficies vidriadas				
F	MEDIDAS EN LA CONSTRUCCION				1,05
B	Exposición al riesgo				0,947532468
A	Peligro de activación				1
R	RIESGO INCENDIO EFECTIVO				0,947532468
Ph,e	Situación de peligro para las personas				0,75
Ru	Riesgo de incendio aceptado				0,975
γ	SEGURID. CONTRA INCENDIO				1,028988487
LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS ES SUFICIENTE					

Tabla 10 Resultados Análisis Gretener Bodegas 1 y 2

CALCULO DEL INDICE DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS					
Edificio:	Bodega 1 y 2				
Lugar:	Guayaquil				
Dirección:	Km 12, 5 via a Daule				
Parte del edificio:	Bodega 1 y 2				
Compartimiento:		l=	45	b=	40
Tipo de Edificio:	Almacenamiento	AB=	4446	l/b=	1,125
TIPO DE CONCEPTO					
q	Carga Térmica Mobiliaria	Qm=	400		1
c	Combustibilidad				1
r	Peligro de humos				1
k	Peligro de corrosión				1
i	Carga térmica inmobiliaria				1
e	Nivel de la planta				1
g	Superf. del compartimiento				1,6
P	PELIGRO POTENCIAL		qcrk . ieg		1,6
n1	Extintores portatiles				1
n2	Hidrantes interiores BIE				1
n3	Fuentes de agua - fiabilidad				1
n4	Conductos transp. Agua				1
n5	Personal instr. En extinc.				1
N	MEDIDAS NORMALES		n1 ... n5		1
s1	Detección de fuego				1,32
s2	Transmisión de alarma				1,2
s3	Disponib. de bomberos				1,75
s4	Tiempo para intervención				1
s5	Instalación de extinción				2
s6	Instal. evacuación de humo				1
S	MEDIDAS ESPECIALES		s1 ... s6		5,544
f1	Estructura portante				1,2
f2	Fachadas				1,15
f3	Forjados				1,1
	· Separación de plantas				
	· Comunicaciones verticales				
f4	Dimensiones de las células				1
	· Superficies vidriadas				
F	MEDIDAS EN LA CONSTRUCCION				1,52
B	Exposición al riesgo				0,19
A	Peligro de activación				1,2
R	RIESGO INCENDIO EFECTIVO				0,23
Ph,e	Situación de peligro para las personas				0,4
Ru	Riesgo de incendio aceptado				0,52
γ	SEGURID. CONTRA INCENDIO				2,28
LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS ES SUFICIENTE					

3.5 Estimación de costos

Una vez aprobados los detalles técnicos, el plan de implementación se realiza una estimación de costos para la red secundaria:

Tabla 11 Análisis de costos.

Item	Descripcion	Cantidad	Unidad	P materiales	Total
1	Suministro e instalacion de tuberia ASTM A53, cedula 40 (incluye uniones, certificados de calidad)	250	metros	24	6000
2	Colacion de T mecanica ranurada con sus respectivas reduccion de 6" a 4" y uniones vitaulicas	2	unidad	22	44
3	Pintura, primer anti oxido de cromato	250	metros	3,5	875
4	Pintura, acabado rojo brillante dos manos	250	metros	6,75	1687,5
5	Suministro e instalacion de soportes tipo pera	26	unidad	25	650
6	Suministro e instalacion de soporte longitudinales	14	unidad	23	322
7	Suministro e instalacion de Gabinetes Clase 2	6	unidad	250	1500
8	Suministro e instalacion de soportes de pared	30	unidad	20	600
9	Suministro e instalacion de valvula de control	2	unidad	45	90
				Subtotal	11768,5
				Mano de Obra	5070
				Total sin IVA	16838,5

CAPÍTULO 4

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Conclusiones.

- Las normas aplicables en este tipo de diseño aún no están definidas por la legislación nacional, por lo tanto para el rediseño se utilizó las normas NFPA, recomendaciones técnicas dadas por los fabricantes de los accesorios, y recomendaciones del Cuerpo de Bomberos de la Ciudad.
- El costo de las implementaciones debe de verse como una inversión para las instalaciones de la empresa pero aún más para la seguridad de cada uno de los empleados.
- El sistema de bombeo del sistema contra incendio es suficiente para estas instalaciones pero en caso de presentarse una nueva modificación será necesario el cambio completo del mismo ya que se demostró por el análisis de la carga de calor del área que está operando al límite de su diseño

4.2 Recomendaciones.

- Durante las inspecciones de los equipos instalados en el Sistema se observó que no se cuentan con las inspecciones de ninguno de los componentes como bombas, válvulas de alivio, accesorios, red de tuberías, reservorio, pintura de la red deteriorada por lo que se recomienda realizar las inspecciones visuales mínimo cada 6 meses como lo estipula la norma además de comprobar el buen funcionamiento del sistema completo una vez cada 3 años.
- Conservar y actualizar la información cada vez que se hagan cambios al sistema instalado, ya que con las modificaciones realizadas en este proyecto es la cuarta vez que se modifica, pero no se cuentan con registros de los anteriores cambios excepto de los equipos técnicos.
- El mantenimiento, la correcta inspección y el correcto manejo de la información recopilada hará que el sistema siga funcionando de la mejor forma, se recomienda realizar check list para la revisión trimestral de los equipo.
- Es necesario evaluar la colocación de un sistema de rociadores de CO₂ en el cuarto de bombas, en las casas de máquinas y en las 5 subestaciones existentes dentro de planta.
- En las próximas inspecciones deberá de verificarse el espesor de las tuberías tanto de la red principal como de cada una de las secundarias.

Anexos

Se muestran las tablas para el cálculo de riesgo de incendio a través del método Gretener.

CARGA TERMICA INMOBILIARIA			
ESTRUCTURA PORTANTE	ELEMENTOS DE FACHADAS/TEJADOS		
	Hormigón Ladrillos Metal (incombustible)	Componentes de fachadas multicapas con capas exteriores incombustibles (combustible protegida)	Maderas Materias sintéticas (combustible)
Hormigón, ladrillo, acero, otros metales (incombustible)	1	1,05	1,1
Construcción en madera revestida (combustible protegida)	1,1	1,15	1,2
Construcción en madera contrachapada y/o maciza (combustible)	1,1	1,15	1,2
Construcción en madera ligera (combustible)	1,2	1,25	1,3

RESISTENCIA AL FUEGO (Factor F)					
Estructura portante (elementos portantes: paredes, dinteles, pilares) (f1)					
F90 y más				1,30	
F30 / F60				1,20	
< F30				1,00	
Fachadas: Altura de las ventanas $\leq 2/3$ de la altura de la planta (f2)					
F90 y más				1,15	
F30 / F60				1,10	
< F30				1,00	
Suelos y techos (no validos para las cubiertas) (f3)					
Oficiales SP		Número de pisos	Aberturas verticales		
			Z + G	V	V
			Ninguna u obturadas	Protegidas (*)	no protegidas
F90		≤ 2	1,20	1,10	1,00
F90		> 2	1,30	1,15	1,00
F30 / F60		≤ 2	1,15	1,05	1,00
F30 / F60		> 2	1,20	1,10	1,00
< F30		≤ 2	1,50	1,00	1,00
< F30		> 2	1,10	1,05	1,00
* Aberturas protegidas en su contorno por una instalación de sprinkler reforzada o por una instalación de diluvio					
Superficie de células (f4)					
Relación de las superficies AF/AZ			Cortafuegos provistas de tabiques F30, puertas costafuegos T30.		
			$\geq 10\%$	$< 10\%$	$< 5\%$
AZ < 50 m2			1,40	1,30	1,20
AZ < 100 m2			1,30	1,20	1,10
AZ ≤ 200 m2			1,20	1,10	1,00

EXPOSICION AL RIESGO DE LAS PERSONAS Ph,e												
Categoría 1				Categoría 2				Categoría 3				Valor de Ph,e
Situación del compartimiento corta fuego considerado				Situación del compartimiento corta fuego considerado				Situación del compartimiento corta fuego considerado				
Planta baja + 1er piso > 1000	Pisos 2-4 ≤ 30	Pisos 5-7 ≤ 100	Pisos 8 y sup. ≤ 300	Planta baja + 1er piso > 1000	Pisos 2-4 ≤ 30	Pisos 5-7 ≤ 100	Pisos 8 y sup. ≤ 300	Planta baja + 1er piso > 1000	Pisos 2-4 ≤ 30	Pisos 5-7 ≤ 100	Pisos 8 y sup. ≤ 300	
	≤ 100				≤ 30							1,00
	≤ 300				≤ 100							0,95
	≤ 1000	≤ 30			≤ 300				≤ 30			0,90
	> 1000	≤ 100			≤ 1000	≤ 30			≤ 100			0,85
		≤ 300			> 1000	≤ 100			≤ 300			0,80
		≤ 1000				≤ 1000			≤ 1000			0,75
		> 1000				≤ 300			≤ 1000	≤ 30		0,70
						≤ 1000			≤ 1000	≤ 100		0,65
						> 1000			≤ 300	≤ 300		0,60
									≤ 1000	≤ 1000	≤ 30	0,55
									> 1000	≤ 100	≤ 100	0,50
										≤ 300	≤ 300	0,45
											≤ 1000	0,45
											> 1000	0,40

MEDIDAS NORMALES (Factor N)			
Extintores portátiles según RT2-EXT (n1)			
Suficientes			1,00
Insuficientes o inexistentes			0,90
Hidrantes interiores (BIE) según RT2-BIE (n2)			
Suficientes			1,00
Insuficientes o inexistentes			0,80
Fiabilidad de la aportación de agua (n3)			
		Presión - Hidrante	
		menos de 2 bar	más de 2 bar
			más de 4 bar
Depósito elevado con reserva de agua para extinción		0,70	0,85
Depósito con bombeo de aguas subterráneas independiente de la red eléctrica con reserva de agua para extinción		0,70	0,85
Depósito elevado sin reserva de agua para extinción, con bombeo de aguas subterráneas independiente de la red eléctrica		0,65	0,75
Bomba de capa subterránea independiente de la red eléctrica, sin reserva		0,60	0,70
Bomba de capa subterránea dependiente de la red eléctrica, sin reserva		0,50	0,60
Aguas naturales con sistema de impulsión		0,50	0,55
Longitud de la manguera de aportación de agua (n4) (distancia entre el hidrante y la entrada al edificio)			
Longitud del conducto < 70 m			1,00
Longitud del conducto de 70 a 100 m			0,95
Longitud del conducto > 100 m			0,90
Personal instruido (n5)			
Disponibile y formado			1,00
Inexistente			0,80

MEDIDAS ESPECIALES (Factor S)						
Detección del Fuego (s1)						
Vigilancia: al menos 2 rondas durante la noche y los días festivos	1,05					
Vigilancia: rondas cada dos horas	1,10					
Instalación de detección automática (según RT3-DET)	1,45					
Instalación de rociadores automáticos (según RT1-ROC)	1,20					
Transmisión de la alarma al puesto de alarma contra el fuego (s2)						
Desde un puesto ocupado permanentemente (ej. Portería) y teléfono	1,05					
Desde un puesto ocupado permanentemente (de noche al menos 2 personas) y teléfono	1,10					
Transmisión de la alarma automática por central de detección o por rociadores a puesto de alarma contra el fuego mediante un teletransmisor	1,10					
Transmisión de la alarma automática por central de detección o sprinkler a puesto de alarma contra el fuego mediante línea telefonica vigilada permanentemente (línea reservada o TUS)	1,20					
Intervención: Cuerpo de bomberos oficiales (SP) y de empresa (SPE) (s3)						
	SPE					
Oficiales SP	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	sin SPE	
Cuerpos SP	1,20	1,30	1,40	1,50	1,00	
SP+alarma simultanea	1,30	1,40	1,50	1,60	1,15	
SP+alarma simultanea+TP	1,40	1,50	1,60	1,70	1,30	
Centro B*	1,45	1,55	1,65	1,75	1,35	
Centro A*	1,50	1,60	1,70	1,80	1,40	
Centro A+retén	1,55	1,65	1,75	1,85	1,45	
SP Profesional	1,70	1,75	1,80	1,90	1,60	
* o un cuerpo local de bomberos equipado y formado de la misma manera						
Estaciones de intervención de los cuerpos locales de bomberos (s4)						
	Instalación sprinkler		SPE			
Escalon: tiempo : distancia	cl.1	cl.2	Nivel 1+2	Nivel 3	Nivel 4	sin SPE
E1: <15 min. : < 5 Km.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E2: <30 min. : > 5 Km.	1,00	0,95	0,90	0,95	1,00	0,80
E3: >30 min.	0,95	0,90	0,75	0,90	0,95	0,60
Instalaciones de extinción (s5)						
Sprinkler cl. 1 (abastecimiento doble)	2,00					
Sprinkler cl. 2 (abastecimiento sencillo o superior) o instalación de agua pulverizada	1,70					
Protección automática de extinción por gas (protección de local), etc.	1,35					
Instalaciones de evacuación de humos (s6)						
Instalación de evacuación de humos (ECF) (automática o manual)	1,20					

TAMAÑO DEL COMPARTIMIENTO CORTAFUEGO								
l:b Relación longitud/anchura del compartimiento cortafuego								Factor
8:1	7:1	6:1	5:1	4:1	3:1	2:1	1:1	g
800	770	730	680	630	580	500	400	0,4
1.200	1.150	1.090	1.030	950	870	760	600	0,5
1.600	1.530	1.450	1.370	1.270	1.150	1.010	800	0,6
2.000	1.900	1.800	1.700	1.600	1.450	1.250	1.000	0,8
2.400	2.300	2.200	2.050	1.900	1.750	1.500	1.200	1,0
4.000	3.800	3.600	3.400	3.200	2.900	2.500	2.000	1,2
6.000	5.700	5.500	5.100	4.800	4.300	3.800	3.000	1,4
8.000	7.700	7.300	6.800	6.300	5.800	5.000	4.000	1,6
10.000	9.600	9.100	8.500	7.900	7.200	6.300	5.000	1,8
12.000	11.500	10.900	10.300	9.500	8.700	7.600	6.000	2,0
14.000	13.400	12.700	12.000	11.100	10.100	8.800	7.000	2,2
16.000	15.300	14.500	13.700	12.700	11.500	10.100	8.000	2,4
18.000	17.200	16.400	15.400	14.300	13.000	11.300	9.000	2,6
20.000	19.100	18.200	17.100	15.900	14.400	12.600	10.000	2,8
22.000	21.000	20.000	18.800	17.500	15.900	13.900	11.000	3,0
24.000	23.000	21.800	20.500	19.000	17.300	15.100	12.000	3,2
26.000	24.900	23.600	22.200	20.600	18.700	16.400	13.000	3,4
28.000	26.800	25.400	23.900	22.200	20.200	17.600	14.000	3,6
32.000	30.600	29.100	27.400	25.400	23.100	20.200	16.000	3,8
36.000	34.400	32.700	30.800	28.600	26.000	22.700	18.000	4,0
40.000	38.300	36.300	35.300	31.700	28.800	25.200	20.000	4,2
44.000	42.100	40.000	37.600	34.900	31.700	27.700	22.000	4,4
52.000	49.800	47.200	44.500	41.300	37.500	32.800	26.000	4,6
60.000	57.400	54.500	51.300	47.600	43.300	37.800	30.000	4,8
68.000	65.000	61.800	58.100	54.000	49.000	42.800	34.000	5,0

DETERMINACION DE LA ALTURA UTIL DEL LOCAL (factor e)			
Edificios de un solo nivel			
Altura util del local	Qm pequeño ≤200 MJ/m ²	Qm mediano ≤ 1.000 MJ/m ²	Qm grande > 1.000 MJ/m ²
Normal	1,0	1,3	1,5
Medio	1,0	1,2	1,3
Grande	1,0	1,0	1,0

Edificios de varias plantas		
Planta	Altura	e
Cuarto sotano y restantes	- 12m	3,00
Tercer sotano	- 9m	2,60
Segundo sotano	- 6m	1,90
Primer sotano	- 3m	1,00
Planta baja		1,00
Planta 1	≤ 4m	1,00
Planta 2	≤ 7m	1,30
Planta 3	≤ 10m	1,50
Planta 4	≤ 13m	1,65
Planta 5	≤ 16m	1,75
Planta 6	≤ 19m	1,80
Planta 7	≤ 22m	1,85
Plantas 8, 9 y 10	≤ 25m	1,90
Planta 11 y superiores	≤ 34m	2,00

DETERMINACION DEL PELIGRO DE CORROSION O TOXICIDAD	
Peligro de corrosión o toxicidad	k
Normal	1,0
Medio	1,1
Grande	1,2

DETERMINACION DEL PELIGRO DE HUMO		
Grado	Peligro de humo	c
3	Normal	1,0
2	Medio	1,1
1	Grande	1,2

DETERMINACION DEL GRADO DE COMBUSTIBILIDAD	
Grado de combustibilidad según CEA	c
1	1,6
2	1,4
3	1,2
4	1,0
5	1,0
6	1,0

DETERMINACION DEL FACTOR q EN FUNCION DE LA CARGA DE INCENDIO MOBILIARIO Q_m								
Q_m (MJ/m ²)		q	Q_m (MJ/m ²)		q	Q_m (MJ/m ²)		q
0	50	0,6	401	600	1,3	5.001	7.000	2,0
51	75	0,7	601	800	1,4	7.001	10.000	2,1
76	100	0,8	801	1.200	1,5	10.001	14.000	2,2
101	150	0,9	1.201	1.700	1,6	14.001	20.000	2,3
151	200	1,0	1.701	2.500	1,7	20.001	28.000	2,4
201	300	1,1	2.501	3.500	1,8	28.001	⇒	2,5
301	400	1,2	3.501	5.000	1,9			

CUADRO PARA DETERMINAR EL TIPO DE CONSTRUCCION			
TIPO DE COMPARTIMENTOS	TIPO DE CONSTRUCCION		
	Maciza	Mixta	Combustible
Locales de 30 a 200 m ² con separaciones entre celulas y plantas resistentes al fuego	Z	Z	V
Locales de 30 a 200 m ² con separaciones entre plantas resistentes al fuego, entre células insuficientemente resistentes al fuego	Z	G	V
Locales de 30 a 200 m ² con separaciones entre celulas y plantas insuficientemente resistentes al fuego	Z	V	V
Plantas separadas entre ellas y > 200 m ² con separaciones entre plantas resistentes al fuego, entre células insuficientemente resistentes al fuego	G	G	V
Plantas separadas entre ellas y > 200 m ² con separaciones entre celulas y plantas insuficientemente resistentes al fuego	G	V	V
Conjunto del edificio, varias plantas unidas	V	V	V