UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

DISEÑO PARA LA NORMALIZACION DE RED DE INCENDIOS SEGÚN NORMAS NFPA EN PLASCO FILIAL CCU

Trabajo de Titulación para optar al Título de INGENIERO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES Y AMBIENTALES

Alumno:
Esther Isabel Quintanilla Sarmiento

Profesor Guía:
Sr. Sebastián Amaro Belmar

Profesional Correferente:
Ing. Gabriel Tapia Urrutia

2019

Este es el fin de un momento que vi tan lejano, agradezco a todas las personas que estuvieron conmigo los días malos de ese camino, gracias por entregarme lo único que necesitaba en días grises: Amor.

.

RESUMEN

KEYWORDS: PLASCO – NFPA – RED DE INCENDIO – SISTEMA DE EXTINCION – SISTEMA DE DETECCION

A continuación se presenta un proyecto de la normalización de red de incendios según estándares NFPA, en la empresa Plasco (Filial CCU), esto nace debido a las fallas que presentaba constantemente el sistema de protección contra incendio, además de generar problemas con la aseguradora por este mismo tema, además, Heineken (empresa dueña de CCU) dictamino que todas sus empresas deben contar con un sistema de protección de incendios bajo estándares NFPA.

Primero, se realiza un estudio de los estándares aplicables al proyecto, los cuales son NFPA 13, NFPA 14, NFPA 20, NFPA 24, NFPA 25 y NFPA 72. Se estudian las principales exigencias de cada uno de los estándares anteriormente mencionados, enfocándose en los requerimientos que aplicaran al proyecto en curso.

Luego, se hace una descripción detallada de los componentes del sistema contra incendios existentes en cada área de la planta. Teniendo esta información, se realiza un diagnóstico que arroja brechas en requerimientos de la NFPA 20, respecto a las bombas; NFPA 24 en relación a el diámetro de la conexión de los hidrantes, el diámetro de las válvulas; NFPA 14 la inexistencia de los gabinetes, y la clasificación de las ocupaciones en la NFPA 13.

En el tercer capítulo, se desarrolla el cierre de brechas de la nueva red de incendios en Plasco, señalando las características que deben cumplir el sistema de extinción, el sistema de impulsión y por último el sistema de detección. Se señala lo que se debe cambiar en los el sistema de extinción respecto a hidrantes, estación de mangueras y equipos, gabinetes con carrete de manguera Clase II (riesgo ordinario y ligero) válvula, manómetros y fittings. En seguida, se muestran las mejoras al sistema de impulsión, respecto a la bomba, su requerimiento eléctrico y el estanque. Finalizando en el sistema de detección se muestran, los requerimientos de los nuevos detectores, su correcto suministro de energía, y su central de alarma direccionable con la explicación de su funcionamiento.

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN **1**

OBJETIVO GENERAL **3**

OBJETIVOS ESPECÍFICOS **3**

FUNDAMENTACIÓN **3**

METODOLOGÍA **4**

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO **5**

1. MARCO TEÓRICO 7

1.1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA 7

1.2. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 7

1.2.1. Prevención 8

1.2.2. Detección 8

1.2.3. Extinción 8

1.3. SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE INCENDIOS 8

1.3.1. Sistema de extinción 9

1.3.1.1. Red de incendio 9

1.3.1.2. Red húmeda 9

1.3.1.3. Red seca 10

1.3.2. Sistema de detección 10

1.3.2.1. Detectores 10

1.3.2.2. Alarmas 11

1.4. ESTANDARES NFPA APLICABLES AL PROYECTO 11

1.4.1. NFPA 13 “Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores” 12

1.4.1.1. Clasificación de las ocupaciones 12

1.4.1.2. Requerimientos de demanda de agua 13

1.4.2. NFPA 14 “Norma para la Instalación de Sistema de Tubería Vertical y de Mangueras” 14

1.4.3. NFPA 24 Instalación de Tuberías para Servicio Privado de Incendios y sus Accesorios 15

1.4.4. NFPA 25 “Norma para la Inspección, Comprobación y Mantención de Sistemas Hidráulicos de Protección Contra Incendios.” 17

1.4.5. NFPA 20 “Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra Incendios” 18

CAPÍTULO 2: DIAGNÓSTICO DE LA RED DE INCENDIO EXISTENTE 19

2. DIAGNÓSTICO DE LA RED DE INCENDIO EXISTENTE 21

2.1. DESCRIPCIÓN PLANTA PLASCO 21

2.2. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE INCENDIO EXISTENTE 24

2.2.1. Sistema de Extinción 24

2.2.1.1. Zona de almacén, compresores y bombas 24

2.2.1.2. Inyección 24

2.2.1.3. Soplado 24

2.2.1.4. Tapas 25

2.2.1.5. Almacenamiento 25

2.2.1.6. Administrativos 25

2.2.1.7. Casino 25

2.2.1.8. RESPEL 25

2.2.1.9. Patio 26

2.2.2. Sistema de Detección 26

2.2.2.1. Almacén 26

2.2.2.2. Inyección 27

2.2.2.3. Soplado 27

2.2.2.4. Tapas 27

2.2.2.5. Casino y baños 27

2.2.2.6. Almacenamiento 28

2.2.2.7. Administrativos 28

2.3. DIAGNÓSTICO DE LA RED CONTRA INCENDIOS EXISTENTES 28

2.3.1. Bombas 28

2.3.2. Hidrantes 29

2.3.3. Gabinetes y armarios. 31

2.3.4. Tuberías 31

2.3.5. Sistema de detección y alarmas 32
2.3.6. Clasificación de riesgos de la ocupación 33
CAPÍTULO 3: DISEÑO PARA EL CIERRE DE BRECHAS Y CUMPLIMIENTO NORMATIVO 37
3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL SISTEMA DE EXTINCIÓN 39
3.1.1. Equipos del sistema de extinción 39
3.1.1.1. Hidrantes 40
3.1.1.2. Estación de mangueras y equipos 40
3.1.1.3. Gabinetes con carrete de manguera Clase II Riesgo Ordinario 41
3.1.1.4. Gabinetes con carrete de manguera Clase II Riesgo Ligero 41
3.1.1.5. Válvulas 41
3.1.1.6. Sensores 41
3.1.1.6.1. Sensores de flujo 41
3.1.1.6.2. Sensor de estado de válvulas 42
3.1.1.6.3. Sensor de presión 42
3.1.1.6.4. Sensor de niveles de estanque de agua 42
3.1.1.7. Manómetros 42
3.1.1.8 Fittings 43
3.1.1.9. Red de cañerías 43
3.2. SISTEMA DE IMPULSIÓN 43
3.2.1. Bomba Principal 44
3.2.2. Bomba Jockey 45
3.2.3. Requerimiento eléctrico de las bombas: 45
3.2.4. Estanques 45
3.3. SISTEMA DE DETECCIÓN 47
3.3.1. Equipos del sistema de detección 47
3.3.1.1. Suministro de energía 47
3.3.1.2. Central de alarma direccionable 48
3.3.1.3. Dispositivos iniciadores 48
3.3.1.3.1. Detector de humo por análisis continúo de aire aspirado 48
3.3.1.3.2. Detector haz lineal o proyectado 49
3.3.1.3.3. Detector de humo fotoeléctrico tipo puntual 49
3.3.1.3.4. Detector compensación de velocidad (Rate anticipation) 49
3.3.1.4. Alarma de sirena con luz estroboscópica 50

3.3.1.5. Pulsador manual 50
3.3.1.6. Módulos 50
3.3.2. Lógica de funcionamiento 51
3.4. ESTIMACION DE COSTOS 52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 54
CONCLUSIONES 54
RECOMENDACIONES 55
BIBLIOGRAFÍA 56
ANEXOS 57
ANEXO A: SISTEMA DE EXTINCIÓN PLASCO 59
ANEXO B: SISTEMA DE DETECCIÓN PLASCO. 60
ANEXO C: HIDRANTE BAJO NORMATIVA NFPA 14 61
ANEXO D: GABINETE DE MANGUERA CLASE II 61
ANEXO E: MANÓMETRO 62
ANEXO F DETECTOR DE HUMO POR ANÁLISIS CONTINÚO DE AIRE ASPIRADO 62
ANEXO G: DETECTOR HAZ LINEAL O PROYECTADO 63
ANEXO H: DETECTOR DE HUMO FOTOELÉCTRICO TIPO PUNTUAL 63
ANEXO I: DETECTOR COMPENSACIÓN DE VELOCIDAD (RATE ANTICIPATION) 64

INDICE DE FIGURAS

Figura 2-1.	Plano General Planta Plasco 2015	23
Figura 2-2.	Bomba para protección de incendios de Plasco	29
Figura 2-3.	Hidrante de 4 pulgadas en Plasco	30
Figura 2-4.	Valvula de 2 pulgadas en Plasco	30
Figura 2-5.	Tuberias zona oriente de Plasco	31
Figura 2-6.	Zona de almacenamieno en Plasco	32
Figura 2-7.	Planimetría de Riesgos	34
Figura 3-1.	Bomba nueva instalada en Plasco	45
Figura 3-2.	Estanques de fibra interconectados instalados en Plasco	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1.	Requisitos para la asignación de Chorros de Mangueras y Duración del Abastecimiento de Aguas para Sistemas Calculados Hidráulicamente	14
Tabla 2-1.	Resumen Diagnóstico	35
Tabla 3-1.	Resumen de Duración del Abastecimiento de Aguas para Sistemas Calculados Hidráulicamente	46
Tabla 3-2.	Estimación de costos	52-53

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

SIGLA

ANSI	: American National Standars Institute (Instituto Nacional Estadounidense de Estandares)
ASTM	: American Society of Testing Materials (Asociación Americana de Ensayo de Materiales)
CESMEC	: Centro de Estudios de Medición y Certificación de Calidad
CCU	: Compañía de las Cervezas Unidas
HDPE	: High Density Polyethylene (Polietileno de Alta Densidad)
NFPA	: National Fire Protection Association
OGUC	: Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones
PET	: Polyethylene Terephtalate (Tereftalato de Polietileno)
RESPEL	: Residuo Peligroso

SIMBOLOGÍA

gpm	: Galones Por Minuto
Hz	: Hertz
l	: Litro
m	: Metro
mm	: Milímetros
Obs	: Oscurecmiento
psi	: Libras por pulgadas cuadrada
pulg	: Pulgadas
s	: Segundos

INTRODUCCIÓN

La posibilidad que se produzcan pérdidas de vidas humanas en un edificio industrial, está directamente relacionada con el riesgo de incendio que posean las operaciones o procesos industriales que se realicen en dichas instalaciones. De acuerdo con un análisis realizado por la National Safety Council (Consejo Nacional de Seguridad) de los Estados Unidos "Los incendios son la segunda causa de muerte en las edificaciones después de los derrumbamientos" [1]

Anualmente las pérdidas producidas por incendios industriales representan un alto porcentaje del total de pérdidas materiales por incendio. Afortunadamente la proporción no es la misma en lo que refiere a vidas humanas. En Chile no se tiene un registro de estadísticas de incendios industriales según lo menciona segura Rodrigo Aravena, Gerente de la Unidad Ingeniería de protección Contra el Fuego de la Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Pontificia Universidad Católica de Chile "Actualmente, nuestro país no cuenta con un sistema centralizado de estadísticas de incendio, aunque existen algunos esfuerzos focalizados de algunos cuerpos de bomberos, Conaf y la Asociación de Aseguradores de Chile, entre otras entidades. Sin embargo, su nivel de alcance no permite tener mayor certeza ni análisis sobre las tendencias respecto a las causas de incendios industriales" [11]

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España (2015), denomina protección contra incendios al "conjunto de medidas que se disponen en los edificios para protegerlos contra la acción del fuego". Generalmente, con ellas se trata de conseguir tres fines:

- Salvar vidas humanas.
- Minimizar las pérdidas económicas producidas por el fuego.
- Conseguir que las actividades del edificio puedan reanudarse en el plazo de tiempo más corto posible.

La Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) es "una organización global sin fines de lucro, establecida en 1896, dedicada a la reducción de muertes, lesiones, daños materiales y económicos debido a incendios, riesgos eléctricos y relacionados, convirtiéndose así en uno de los principales estándares respecto a la protección contra incendios, "sus códigos y normas han sido traducidos a diferentes idiomas incluyendo castellano, francés, chino, japonés y árabe entre otras" [2]

OBJETIVO GENERAL

Normalizar la red de incendio existente según estándar NFPA en Plasco S.A.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer el estándar de NFPA para la normalización de red de incendios en Plasco S.A.
- Diagnosticar la red de incendio actual de Plasco S.A de acuerdo al estándar NFPA 13, 14, 20, 24, 25, 72.
- Proponer un diseño para el cierre de brechas y cumplimiento normativo.

FUNDAMENTACIÓN

En la empresa Plasco S.A (Filial CCU) surge la necesidad de normalizar la actual red de incendios, según estándares NFPA, debido a que los altos mandos de Heineken (dueños de CCU) exigían que todas sus empresas pertenecientes, tuvieran una red de incendio bajo estándares NFPA, para así normalizarlas a todas.

La actual red contra incendios presenta muchos errores, las alarmas se activaban sin haber ninguna identificación de fuego, lo que causa una perdida de credibilidad de este sistema entre las personas dentro de la planta, por consiguiente, si existiese una emergencia verdadera, no se le tomaría la importancia a la peligrosidad que conlleva un incendio dentro de las áreas de trabajo, generando un gran riesgo para las personas. El sistema de detección y extinción no tiene sus mantenciones al día, tampoco se le han realizado pruebas en los últimos 4 años, por lo tanto, no se tiene un analisis respecto a si su funcionamiento cumple su labor de la protección de las personas y de los bienes. Además, debido a estos distintos fallos de la red de incendio se estaban generando problemas con la aseguradora y esta exigía una reparación en la red de incendios para seguir asegurando sin problemas a la planta.

Debido a la problemática mencionada anteriormente se decide normalizar la actual red de incendio según los estándares internacionales como la NFPA 13, 14, 20, 24, 25, 72 y la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC).

METODOLOGÍA

- Se estudiará los estándares NFPA aplicables al proyecto, basándose en la información que entrega la NFPA Latinoamérica para hacer más fácil la comprensión de los estándares, fijándose específicamente en las exigencias de la norma.
- Luego de tener conocimiento respecto a los estándares aplicables y sus exigencias, se harán visitas a las instalaciones de la planta para realizar una verificación en terreno de la actual red de incendio realizando un diagnostico detallado de lo existente.
- Se compararán las exigencias la NFPA y lo que se tiene actualmente para establecer las brechas existentes. Luego, con apoyo de una empresa especializada en el tema y con los participantes de la empresa que están involucrados en este proyecto, se diseñará la red de incendio en cumplimiento con las exigencias de las NFPA aplicables cerrando las brechas existentes.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo, se establecen las bases conceptuales del proyecto necesarios para el lograr el objetivo propuesto. Se presenta la descripción general de la empresa, las bases de la protección contra incendios, los distintos sistemas existentes y sus principales componentes, terminando con el desarrollo de las NFPA aplicables.

1.1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

Plasco es una unidad estratégica de servicio del grupo CCU, esta empresa se dedica a la fabricación y comercialización de envases y embalajes para bebestibles.

La Empresa está ubicada en la zona industrial de Renca y cuenta con 12.000 m^2 edificados sobre un terreno de 35.000 m^2. Está compuesto por un promedio de 150 trabajadores aproximadamente.

"Tiene una capacidad de fabricación de 400 millones de preformas anuales, 600 millones de tapas y 200 millones de botellas."[3]

El proceso de producción de botellas plásticas consta de 2 etapas: un proceso de inyección en el cual se producen las preformas de PET y otro proceso de soplado en el que se soplan las preformas produciendo las botellas.

El proceso de producción de tapas consta de 2 etapas: un proceso de compresión en el cual se da forma a la tapa, y otro de impresión en el cual se da identidad al producto de acuerdo con los requerimientos del cliente.

1.2. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Los principios de la protección contra incendios están basados en los siguientes objetivos:

- Reducir el riesgo de incendio
- Prevenir la propagación del fuego y del humo.
- Controlar y extinguir el incendio.

- Asegurar la evacuación de los ocupantes.
- Facilitar la intervención de los bomberos y brigadas de emergencia.

Por ello las funciones básicas de un sistema de protección contra incendios son: prevención, detección y extinción.

1.2.1. Prevención

El mejor sistema de prevención es el que evita que el incendio suceda, lo qe no es del todo posible, siendo lo más efectivo, que este sistema se desarrolle desde el proyecto de ingeniería.

1.2.2. Detección

Se entiende por detección y alarma de incendio el hecho de descubrir un fuego y avisar donde está ocurriendo.

La detección debe ser lo más rápida y eficaz posible para activar el plan de emergencia provisto, evitando que el fuego alcance un gran desarrollo, dificultando su control y extinción.

1.2.3. Extinción

Su objetivo es controlar y apagar el incendio en el menor tiempo posible y con el menor riesgo, tanto para las personas como los bienes y el medio ambiente.

1.3. SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE INCENDIOS

Las estrategias de protección ante incendios van por dos caminos: protección activa y pasiva. La protección activa es la que se considera para el combate directo contra el fuego, su objetivo es la extinción del incendio, a través de la lucha contra el mismo y su principal misión es de frenar y controlar el fuego. De acuerdo al articulo 4.3.1 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), la protección activa “se compone por sistemas que, conectados a sensores o dispositivos de detección, entran automáticamente en funcionamiento frente a determinados rangos de partículas y

temperatura del aire, descargando agentes extintores de fuego tales como agua, gases, espumas o polvos químicos.”[4]

La protección pasiva comprende todos aquellos materiales de construcción diseñados para prevenir la aparición de un incendio, impedir y/o retrasar su propagación, y finalmente, facilitar la extinción.

Según el articulo 4.3.1 de la OGUC/2016 denomina la protección pasiva “aíslan la estructura de un edificio de los efectos del fuego durante un determinado lapso de tiempo, retardando su acción y permitiendo en esa forma la evacuación de sus ocupantes antes del eventual colapso de la estructura y dando, además, tiempo para la llegada y acción de bomberos”[4]

1.3.1. Sistema de extinción

El sistema de extinción puede ser automático o manual, se define el sistema automático de extinción de incendio como: “conjunto formado por dispositivos y equipos capaces de detectar y descargar, en forma automática, un agente extintor de fuego en un área de incendio.” [2]

El sistema manual de extinción se define como “Una extinción manual es un dispositivo accionado por una persona que lleva a cabo la descarga del agente extintor del dispositivo en o sobre el fuego” [5]

1.3.1.1. Red de incendio

Se define red de incendio según el artículo 53 del Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado del Ministerio de Obras Públicas año 2003 como: “Un sistema de redes para la provisión de agua, se denominará red de incendio (red húmeda y red seca)”.

1.3.1.2. Red húmeda

La red húmeda es una disposición de cañerías, conexiones, llaves y accesorios, auto alimentadas con agua e instaladas dentro de un edificio, cuya función es una primera intervención en caso de incendio. Su uso está diseñado para ser utilizada por los mismos usuarios del edificio en una primera etapa del fuego, para proteger su estructura y sus ocupantes.

1.3.1.3. Red seca

Una red seca es un sistema rígido de tuberías independiente con un suministro de agua en forma permanente que está diseñado para tener agua en la tubería sólo cuando el sistema está siendo utilizado a través de la conexión exclusiva de bomberos..

1.3.2. Sistema de detección

La detección de un incendio se puede realizar por: detección humana, instalación de detección automática y sistemas mixtos. La detección humana queda confiada a las personas, la detección automática funciona con detectores automáticos, pulsadores manuales, central de señalización y mando a distancia, líneas y aparatos auxiliares como alarma general, teléfono directo a bomberos, entre otros. En cambio, el sistema mixto, combina ambos.

1.3.2.1. Detectores

Según NFPA 72 edición 2010 se define "Detector" como un "Dispositivo para conectarse a un circuito provisto de un sensor que responde a un estímulo físico como el gas, el calor o el humo."[6] Existen distintos tipos de detectores, entre ellos, se encuentra:

- Detectores de humo haz de rayos proyectados (haz lineal): Según NFPA 72 lo define como "Tipo de detector de humo fotoeléctrico por ocultación de la luz en el que el haz se proyecta por la superficie dirigida".
- Detectores de humo fotoeléctricos de haz de rayos reflejados (puntual): Principio que utiliza una fuente de luz y un sensor fotosensible sobre los que se concentra la parte principal de las emisiones de la fuente. Cuando las partículas de humo entran en la trayectoria de la luz, parte de dicha luz se dispersa y parte es absorbida, lo que por consiguiente reduce la cantidad de luz que llega al sensor receptor. La señal de reducción de la luz se procesa y utiliza para transmitir una condición de alarma cuando alcanza criterios preestablecidos.
- Detectores de humo iónicos: Su funcionamiento se basa en detectar partículas visibles e invisibles generadas por la combustión (0.01 micras a 5 micras).
- Detectores de humos por análisis de muestra: Detector que consiste en una red de distribución de tuberías que se extiende desde el detector hasta las áreas a ser protegidas. Un ventilador de aspiración en la caja del detector toma aire del área

protegida y lo lleva al detector a través de puertos y tuberías de muestro de aire. En el detector, el aire es analizado para verificar si existen productos de incendio.

- Detector de compensación de velocidad**:** Dispositivo que responde cuando la velocidad de aumento de la temperatura del aire que rodea al dispositivo alcanza un nivel predeterminado, sin importar el índice de aumento de temperatura.
- Detectores térmicos (de temperatura**):** Detector de incendio que detecta tanto una temperatura anormal o un índice de incremento de temperatura, o ambos.

1.3.2.2. Alarmas

Dentro de los elementos de protección activa están las alarmas de incendio, estas son sistemas diseñados para un control durante las 24 horas, que reaccionan automáticamente en caso de surgir un incendio. Cuentan con tecnología que permite detectar tanto un incremento en la temperatura (producto de un incendio) como la presencia de humo. Además de los dispositivos de luz y sonido se pueden combinar con un sistema de audio integrado para permitir una mejor información y por consiguiente una evacuación a tiempo y ordenada.

1.4. ESTANDARES NFPA APLICABLES AL PROYECTO

La NFPA es una organización sin fines de lucro autofinanciada, fundada en Estados Unidos en el año 1896, tiene su sede en Quincy, Massachusetts, EE.UU.

Su objetivo es 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, siendo actualmente su misión “Ayudar a salvar vidas y reducir las pérdidas con información, conocimiento y pasión” destacando su visión como “somos el principal defensor mundial de la eliminación de muertes, lesiones, daños materiales y económicos debido a incendios, electricidad y peligros asociados”. [2]

Esta organización entrega información y conocimiento a través de más de 300 códigos y estándares de consenso, investigación, capacitación, educación, divulgación y defensa.

Muchos estados incorporan a sus legislaciones las normas y códigos elaborados por la NFPA, ya sea, literalmente o con pequeñas modificaciones.

El sistema de desarrollo de los códigos y normas de la NFPA es un proceso abierto basado en el consenso que ha producido algunos de los más referenciados materiales en la industria de la protección contra incendios, incluyendo el Código Eléctrico Nacional, el Código de Seguridad Humana, el Código Uniforme contra Incendios, y el Código Nacional de Alarmas de Incendios.

Por medio de los Códigos contra Incendios y sus publicaciones, la NFPA establece principios para la protección y seguridad. Las publicaciones de la NFPA han sido traducidas a varios idiomas y son referenciadas alrededor del mundo. Más de 79,000 miembros, representando 107 naciones, son parte de la red global de protección contra incendios.

1.4.1. NFPA 13 “Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores”

En esta norma se dan a conocer los requerimientos mínimos para el diseño e instalación de sistemas de rociadores.

Uno de los principales elementos de seguridad de las instalaciones es la utilización de protección por medio de rociadores. Los sistemas de rociadores se definen según la norma como un “sistema integrado por tuberías subterráneas y aéreas, diseñadas con norma de ingeniería en protección contra incendios”. La instalación incluye fuentes de abastecimiento automático de agua. La red de tuberías es específicamente dimensionada o diseñada hidráulicamente, instalada en un edificio, estructura o área - generalmente es superior – a la cual se anexan rociadores siguiendo un patrón de distribución sistemático.

1.4.1.1. Clasificación de las ocupaciones

Para la correcta instalación de rociadores y su abastecimiento de agua se define la “Clasificación de las ocupaciones” la cual se refiere únicamente a la “instalación de rociadores y a su abastecimiento de agua. No pretende ser una clasificación general de los riesgos de ocupación”. [7]

La clasificación de las ocupaciones son las siguientes:

- Ocupaciones de Riesgo Leve: Ocupaciones o partes de otras ocupaciones, donde la cantidad y/o combustibilidad de los contenidos es baja y se esperan incendios con bajo índice de liberación de calor.
- Ocupaciones de Riesgo Ordinario: Existen 2 tipos

a. Riesgo Ordinario (Grupo 1): Ocupaciones o parte de otras ubicaciones donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es moderada, las pilas de almacenamiento no superan los 2.4 m de altura, y se esperan incendios con un índice de liberación de calor moderado.

b. Riesgo Ordinario (Grupo 2): Ocupaciones o parte de otras ocupaciones donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es de moderada a alta, las pilas de almacenamiento de combustibles no superan los 3.7 m de altura y se esperan incendios con índices de liberación de calor moderado a altos.

- Ocupaciones de Riesgo Extra (RE): Ocupaciones o parte de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es muy alta y están presentes líquidos inflamables o combustibles, polvo, pelusas u otros materiales, que introducen la probabilidad de existencia de incendios con un rápido desarrollo y elevados índices de liberación de calor.

  Las ocupaciones de riesgo extra involucran un amplio rango de variables que pueden producir incendios severos. Para evaluar la gravedad de las ocupaciones de riesgo extra debe usarse lo siguiente:

  a. Riesgo extra (grupo 1): Incluye ocupaciones descritas en la definición anterior de riesgo extra, con la presencia de poco o ningún líquido inflamable.

  b. Riesgo extra (grupo 2): Incluye las ocupaciones descritas en la definición de riesgo extra explicada anteriormente, con cantidades moderadas a considerables de líquidos inflamables o combustibles, o donde se resguarden cantidades importantes de productos combustibles.

1.4.1.2. Requerimientos de demanda de agua

Se necesita una cierta demanda de agua para proteger de manera eficaz la empresa, los requisitos de demanda de agua deben determinarse a partir del método de control de incendio que corresponda al riesgo de ocupación, según lo señalado en lo anterior. Para establecer los requisitos mínimos de suministro de agua para un sistema diseñado hidráulicamente para el control de incendios de un riesgo de ocupación, deben determinarse a partir de lo que se muestran en la Tabla 1-1.

Tabla 1-1. Requisitos para la asignación de Chorros de Mangueras y Duración del Abastecimiento de Aguas para Sistemas Calculados Hidráulicamente.

Clasificación de Ocupación	Mangueras Interiores	Total combinado de mangueras interiores y exteriores (gpm)	Duración	
	gpm (galones por minuto)	gpm (galones por minuto)	Minutos	
Riesgo Ligero	0, 50, 100	100	60	
Riesgo Ordinario	0, 50, 100	250	60	90
Riesgo Extra	0, 50, 100	500	90	120

Fuente: NFPA 13 “Norma para la instalación de sistema de rociadores”

1.4.2. NFPA 14 “Norma para la Instalación de Sistema de Tubería Vertical y de Mangueras”

Siendo su propósito “proveer un razonable grado de protección para la vida y propiedad del fuego a través de la instalación de requisitos para sistemas de tuberías verticales y mangueras basadas en sanos principios de ingeniería, información de prueba y experiencia de campo”. [8]

Para entender a lo que se refiere esta norma primero se definen los tipos de red húmeda según el dispositivo de salida:

- Sistema Clase I**:** Es un sistema que provee conexiones de manguera de 65 mm (2 ½ pulgadas) para suplir agua para uso de bomberos y aquellos entrenados en el manejo de chorros pesados para incendio
- Sistema Clase II: Es un sistema que provee estaciones de manguera de 38mm (1 ½ pulgadas) para suplir agua para uso primariamente de personal entrenado o por los bomberos durante respuesta inicial
- Sistema Clase III**:** Es un sistema que provee estaciones de manguera de 38mm (1 ½ pulgadas) para suplir agua para uso primariamente de personal entrenado y conexiones de manguera de 65 mm (2 ½ pulgadas) para suministrar un gran volumen de agua para uso por los bomberos y aquellos entrenados en manejo de chorros pesados para incendio.

Respecto a las mangueras de la red húmeda, la NFPA 14 establece que sus gabinetes y armarios para contener mangueras de incendio deben ser del tamaño que permita la

instalación del equipo necesario en estaciones de manguera y diseñado para que no interfieran con el pronto uso de la conexión de manguera, la manguera y otro equipo en el momento del incendio. El gabinete, debe solo ser usado para equipo de incendio y cada gabinete debe estar claramente identificado y donde este su cubierta tipo “rompa el vidrio”, el dispositivo para romper el panel de vidrio debe ser fijado en el área inmediata al panel de vidrio quebradizo y dispuesto de modo que no pueda ser usado para romper otros paneles de vidrio.

Cada conexión manguera prevista para uso por personal entrenado (sistema clase II y clase III) debe ser equipada con no más de 100 pies de 1 ½ pulgadas de manguera de incendio colapsible o no colapsible, fijada y lista para uso.

Ademas, para el cálculo hidráulico de las tuberías y las mangueras deben estar basados en la provisión de 250 gpm en las tres conexiones de manguera hidráulicamente más remota de la tubería vertical y en la salida más alta de cada una de las otras tuberías verticales.

1.4.3. NFPA 24 Instalación de Tuberías para Servicio Privado de Incendios y sus Accesorios

En esta norma se cubren los requisitos mínimos para la instalación de tuberías principales para el sistema privado de incendio.

Respecto al tamaño de tuberías principales para el sistema privado de incendio la NFPA establece que no deben ser instaladas tuberías de menos de 6 pulgadas (152 mm) de diámetro nominal como un servicio principal privado del suministro de hidrantes. En cuanto a las tuberías principales que no alimentan hidrantes se establece que se permite el uso de tamaños menores a 6 pulgadas (152 mm) sujeto a ciertas restricciones como son las siguientes:

- La tubería principal debe alimentar solo los siguientes tipos de sistemas
    a) Sistemas de rociadores automáticos
    b) Sistema de rociadores abiertos
    c) Sistemas fijos de aspersión de agua
    d) Sistemas de espumas
    e) Sistemas de tubería vertical
- Los cálculos hidráulicos deben mostrar que la tubería principal es capaz de suplir la demanda total a la presión adecuada

- Los sistemas que no estén calculados hidráulicamente deben tener una tubería principal al menos tan grande como la vertical

Los grifos o hidrantes son “dispositivos hidráulicos de lucha contra incendios constituidos esencialmente por un conjunto de válvulas y racores, conectados a la red de abastecimiento y destinados a suministrar agua a través de mangueras o monitores” [9] y usarlos en situaciones emergentes, donde existen distintos tipos:

- Hidrantes de tambor seco: Este es tipo más común; este viene una válvula de control debajo de la línea de congelación entre la pieza de pie y el tambor.
- Hidrantes de flujo: Es usado para el flujo y medición de la corriente de agua durante una prueba de flujo.
- Hidrante privado de incendio: Una conexión con válvula que es usada para el suministro de agua que tiene o más salidas y que es usada para dar suministro de agua a las mangueras y auto-bombas de bomberos en una propiedad privada. Donde se conectan a un sistema público de agua; los hidrantes privados son alimentados por un servicio principal privado
- Hidrante público**:** Una conexión con válvula en un sistema de suministro de agua que tiene una o más salidas y que es usada para el suministro de agua a las mangueras y auto-bombas de bomberos. los hidrantes públicos son alimentados por un servicio principal publico
- Hidrante residual: Hidrante que es usado para medir presiones estáticas y residuales durante una prueba de flujo.
- Hidrantes de tambor húmedo: Un tipo de hidrante que algunas veces es usado donde no hay peligro de congelamiento del agua.

Los hidrantes deben tener un diámetro nominal de conexión con las tuberías principales no menor a 6 pulgadas (152 mm), además debe instalarse una válvula de conexión del hidrante a una distancia de 20 pies (6.1 m) del hidrante, su medida de salida debe ser de 2 ½ pulgadas (64 mm), con un caudal mínimo de 250 mm y 100 PSI de presión. Asimismo, deben ser permitidas ubicaciones de menos de 40 pies (12.2 m) del edificio o usar hidrantes de muro donde sea aprobado por la autoridad competente.

1.4.4. NFPA 25 “Norma para la Inspección, Comprobación y Mantención de Sistemas Hidráulicos de Protección Contra Incendios.”

Como su nombre lo indica, esta norma consolida todos los requisitos de los sistemas, tales como tuberías subterráneas, bombas de incendio, tanques de almacenamiento, sistemas de pulverización de agua y sistemas de rociadores de agua-espuma.

Indica que el responsable por la inspección, prueba, mantenimiento y reparación de los sistemas contra incendio a base de agua es el propietario o su representante, el desarrollo de las actividades debe ser realizado por personal competente.

A continuación, se determina las actividades que son obligación del propietario en los planes de inspección, comprobación y manutención de sistemas hidráulicos de protección contra incendios.

1. Permitir el acceso para inspeccionar y probar los sistemas: El propietario debe permitir el acceso para verificar sus sistemas contra incendio bien sea por la autoridad competente o por la empresa que haya contratado para el desarrollo de las actividades de mantención, es la única manera de evidenciar su operatividad.

2. Notificar a las autoridades competentes antes de realizar interrupciones en los sistemas contra incendio. El propietario debe avisar a la autoridad competente, la aseguradora, cuerpos de bomberos, entre otros, sobre cualquier interrupción que tenga planeada en sus sistemas contra incendio o el desarrollo de pruebas que impliquen probables falsas alarmas.

3. Corregir deficiencias. El propietario debe gestionar la reparación de las deficiencias en los sistemas contra incendio que se encuentren durante el desarrollo de las rutinas de inspección y prueba, es importante anotar que estas correcciones deben ser realizadas por personal calificado para esta labor. La NFPA 25 asume que la instalación original fue adecuadamente realizada y recibida por la autoridad competente, sin embargo, cambios de uso de la ocupación o de características de la instalación con respecto a la condición original si deben ser evaluadas tal como lo indican las actividades.

4. Evaluar normativamente cambios de uso, ocupación, proceso o manejo de materiales: Cuando se cambie el tipo de ocupación de una o varias áreas, se modifiquen procesos, materias primas, tipo y alturas de almacenamientos, características del edificio, etc., se debe ajustar el sistema contra incendio a los nuevos riesgos desarrollando los respectivos análisis de ingeniería contra

incendios, es obligación del propietario analizar el cumplimiento de sus sistemas con respecto a esos nuevos riesgos.

5. Ajustar los sistemas contra incendio cuando se requiere**:** Una vez desarrollado el análisis de riesgos del numeral anterior, es responsabilidad del propietario realizar los diseños y ajustes de montaje que se determinen a partir del análisis anterior. “cuando la evaluación de riesgos indica que el sistema instalado es inadecuado para proteger el edificio o el riesgo evaluado, el propietario o su representante debe hacer las respectivas correcciones”.

6. Almacenar los archivos de inspecciones, pruebas y mantenimientos**:** Es responsabilidad del propietario mantener los archivos que evidencian la realización de las rutinas de manutención y guardarlos por al menos 1 año posterior a la realización de las actividades. Deberán estar disponibles para auditoría por parte de la autoridad competente, la aseguradora u otro ente que así lo solicite.

1.4.5. NFPA 20 “Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra Incendios”

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

En esta norma, la cual se establecen los requerimientos y detalles sobre las fuentes de energía, la construcción de las bombas, la instalación y los métodos de control y operación.

Las bombas son componentes esenciales de muchos sistemas de protección contra incendios a base de agua, incluyendo los sistemas de rociadores, de mangueras, de agua pulverizada, redes de hidrantes y demás. Las bombas contra incendio proporcionan el flujo y presión de agua requerida para estos sistemas para cumplir su función. El funcionamiento adecuado de una bomba durante un evento es vital para el éxito de un sistema de protección contra incendios.

Los requerimientos de este estándar se explicarán en el capítulo 3.

CAPÍTULO 2: DIAGNÓSTICO DE LA RED DE INCENDIO EXISTENTE

2. DIAGNÓSTICO DE LA RED DE INCENDIO EXISTENTE

En este capítulo se presenta una descripción más extensa de la planta, se detallan los sistemas de extinción y detección presentes en la planta, explicando por área las especificiones de ambos sistemas de la red.

Luego se describe el diagnóstico de la red de incendios existente, realizado en conjunto con la empresa que realizará el proyecto, se identifica cuáles deben ser los cambios y mejoras para realizar en la red existente, para cumplir con los estándares de la NFPA, aplicables al proyecto.

2.1. DESCRIPCIÓN PLANTA PLASCO

Plasco es una empresa que se encuentra ubicada en la zona industrial de Renca, tiene una construcción de 12.000 m^2 y está constituida por 8 sectores, dentro de los cuales se encuentran:

- Almacén
- Inyección
- Soplado
- Tapas
- Almacenamiento
- Administrativos
- Casino
- RESPEL.

Almacén: El sector de almacén es donde se guardan los maxisacos de PET, este es el material por el que están compuestas las botellas plásticas; también, en esa zona está la bodega de repuestos. Enfrente de este sector, existe la zona de compresores, estanques y bombas, cabe señalar que hay 4 comprensores, en forma colindante hay 3 bombas y 2 estanques.

Inyección: Los maxisacos PET son llevados hacia el sector de inyección, aquí es donde ocurre la producción de las preformas.

La zona de inyección esta subdividida en 3 áreas: la primera es el sector de tolvas, donde se cargan los maxisacos PET. En la segunda área están las 9 máquinas inyectoras,

donde se producen las preformas, y poseen un sector donde existe sólo una línea de soplado. Existe en ese galpón también, el sector de mantención y tienen una oficina de reuniones utilizadas para los trabajadores de esta área.

Soplado: Las preformas son transportadas por grúas horquillas hacia el proceso de soplado, es preciso señalar que en este sector existen 4 líneas de producción. En dicho proceso, las preformas producidas en el sector de inyección, se introducen en una máquina donde están los moldes, la preforma toma temperatura y se utiliza la presión del aire para expandir el plástico en la cavidad del molde, y adhiere la forma deseada.

Tapas: El sector de tapas está dividido en dos partes, la zona de producción de tapas, constituidas por dos líneas de producción, y el otro sector están los laboratorios de calidad y sus oficinas correspondientes. Las tapas son producidas en polipropileno.

Almacenamiento: En la zona de almacenamiento de productos, existen 3 galpones, de distinto tamaño entre sí, uno es la bodega de producto terminado, en esta se guardan las botellas CCU, y los otros 2 restantes son más pequeñas, la bodega “hot fill” que almacena los envases utilizados para envasar jugos o bebidas a altas temperaturas y la bodega de preformas.

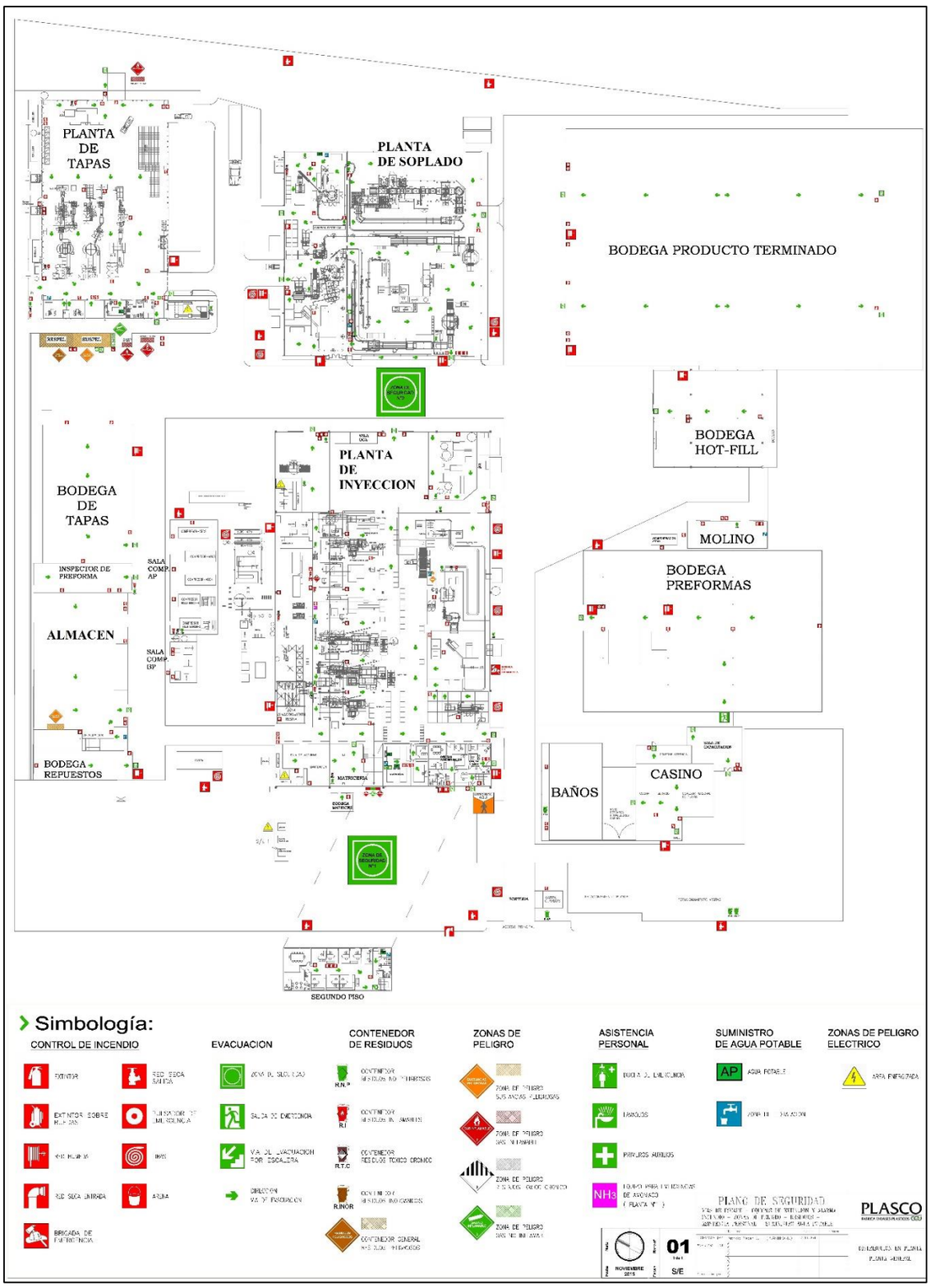
El almacenamiento es en altura, de 4 a 3 contenedores sobrepuestos y se alcanza una altura aproximada de 3.6 m.

Administración: El área administrativa, es un edificio que tiene dos pisos y esta subdivido en cubículos, zona de café, y lugares de reunión. En esta área están todas las labores administrativas como contabilidad, recursos humanos, gestión, etc.

Casino: El área de casino donde se encuentran la zona de cocina y comedores, también cuenta con un área de baños, duchas, y camarines. En este mismo edificio se encuentra la sala de capacitaciones de la planta y en su exterior existe un sector de juegos, relativamente nuevo, teniendo disponible mesa de tenis de mesa, taca taca, entre otros.

RESPEL: Lugar donde se almacenan los residuos peligrosos, es una bodega de 10 m^2 aproximadamente.

En la figura 2-1 se muestra la representación gráfica de la planta, donde se ve la distribución de los sectores descritos anteriormente.



Fuente: Archivos Plasco.

.

Figura 2-1. Plano General Planta Plasco 2015

2.2. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE INCENDIO EXISTENTE

2.2.1. Sistema de Extinción

La red húmeda de Plasco está constituida por cañerías de acero, enterradas y aéreas de distintos diámetros nominales que recorren los diferentes sectores. Existen diez grifos dobles con válvulas de 2 pulgadas, también hay diez carretes de manguera de 1 pulgada de diámetro nominal sin casetas, y existen nueve gabinetes con una o dos mangueras de 2 pulgadas de diámetro nominal (Anexo A)

2.2.1.1. Zona de almacén, compresores y bombas

En el interior hay tres carretes de mangueras de 1 pulgada de diámetro nominal, uno se ubica al costado de la entrada principal, el otro está en el exterior del galpón del almacén por el costado izquierdo y el último está en la zona de estanques. También existen tres gabinetes de manguera de diámetro nominal 2 pulgadas, uno de dos mangueras ubicado en zona de bombas y el otro de una manguera ubicado a un costado del baño de esta zona.

Asimismo, existe una cañería aérea de 6 pulgadas de diámetro nominal. En su exterior tiene dos grifos de conexión de 2 pulgadas de diámetro nominal, y una cañería de diámetro nominal 2 ½ pulgadas.

2.2.1.2. Inyección

En la zona de inyección en su interior sólo se encuentra un carrete de manguera de 1 pulgada de diámetro nominal, posicionado en donde están las tolvas. En el exterior hay dos gabinetes de una manguera de 2 pulgadas de diámetro nominal y un gabinete con dos mangueras de 2 pulgadas de diámetro nominal, además existe un grifo de conexión de manguera de 2 pulgadas de diámetro nominal, una cañería aérea de 6 pulgadas de diámetro nominal que rodea todo este galpón y un gabinete de equipos de brigada contra incendio.

2.2.1.3. Soplado

En su interior existen dos carretes de manguera de 1 pulgada de diámetro nominal ubicados al lado del portón de entrada, además de un gabinete una manguera de 2 pulgadas de diámetro nominal y un gabinete con dos mangueras de 2 pulgadas de diámetro nominal, ambos ubicados cerca del portón de ingreso.

En su exterior existen dos grifos de conexión de 2 pulgadas de diámetro nominal, a ambos costados cada uno. También una cañería aérea de 6 pulgadas de diámetro nominal que recorre el perímetro exterior de la zona y tres carretes de 1 pulgada de diámetro nominal.

2.2.1.4. Tapas

En la zona de tapas no existe instalación de la red húmeda, solamente existe un carrete de manguera de 1 pulgada de diámetro nominal al costado del ingreso.

2.2.1.5. Almacenamiento

En la parte de la bodega de producto terminado hay dos carretes de manguera de 1 pulgada de diámetro nominal, la cuales se encuentran en el interior, al costado de los portones de ingreso y son abastecidos por una cañería aérea de 2 ½ pulgadas de diámetro nominal. En la bodega Hot Fill tiene un carrete de manguera de 1 pulgada de diámetro nominal, está a un costado de su puerta lateral y es alimentado por una cañería exterior enterrada de 4 pulgadas de diámetro nominal. La bodega de preformas se tiene dos carretes de manguera, uno al costado del portón de ingreso y el otro en el primer pasillo interior. Ambos carretes tienen mangueras de 1 pulgada de diámetro nominal, y son alimentados por una cañería aérea de 2 ½ pulgadas de diámetro nominal.

2.2.1.6. Administrativos

En el interior no existen elementos de la red húmeda. En el exterior hay tres carretes de 1 pulgada de diámetro nominal alimentados por una cañería aérea de 6 pulgadas de diámetro nominal.

2.2.1.7.Casino

En esta área solamente existe un carrete de manguera de 1 pulgada de diámetro nominal, ubicado cerca de su entrada.

2.2.1.8. RESPEL

No existe instalación de red húmeda en este sector.

2.2.1.9.Patio

En la zona delantera al costado de la entrada principal hay una válvula tipo siamesa de conexión a bomberos de 6 pulgadas de diámetro nominal, un grifo de conexión de 2 pulgadas de diámetro nominal y un gabinete de 10 unidades de mangueras de 2 pulgadas de diámetro nominal.

En el lado izquierdo de la entrada existe un grifo de conexión de 2 pulgadas de diámetro nominal, alimentado por una cañería aérea de 6 pulgadas. En el lado derecho de la entrada principal que corresponde al sector de estacionamientos hay un grifo de conexión de 2 pulgadas de diámetro nominal que se alimenta por una cañería aérea de 4 pulgadas de diámetro nominal.

En el patio trasero de la planta existen dos grifos de 2 pulgadas de diámetro nominal y una cañería aérea de 4 pulgadas de diámetro nominal

2.2.2. Sistema de Detección

El sistema de detección y alarmas está compuesto principalmente por distintos detectores, pulsadores manuales y alarmas. Existen detectores de humo de tipo puntual, haz lineal, detector de temperatura y detector de calor de compensación de velocidad.

Las alarmas que están instaladas son con una luz estroboscópica con pulsadores manuales. (Anexo B)

Considerando que, el sistema de detección y alarmas está sujeto a la normalización de labores en función de cada área, es preciso explicar su detalle de funcionamiento respecto a cada área comprometida.

2.2.2.1.Almacén

Existen dos detectores de humo tipo puntual, uno ubicado en la oficina de almacén y el otro se encuentra en pañol. Con una sirena de luz estroboscópica con pulsador manual en frente del ingreso hacia la oficina de almacén.

En el lugar donde se almacenan los maxi sacos PET, existe un detector de humo de haz lineal y una sirena de luz estroboscópica con pulsador manual al costado del portón de ingreso de grúas horquillas.

En la zona de compresores, bombas y estanques. Hay un detector de calor de compensación de velocidad encima de cada compresor. En el exterior de esta zona de compresores hay una alarma sirena de luz estroboscópica con pulsador manual, en el sector de bombas y estanques no existe ningún sistema de detección

2.2.2.2. Inyección

En la zona de producción de las preformas hay cuatro detectores del tipo haz lineal, distribuidos a lo largo de todo el galpón. Además, en el sector donde está la línea de soplado de preformas, hay siete detectores de humo del tipo puntual.

Hay tres sirenas estroboscópicas con pulsador manual, una está ubicada al costado del portón de ingreso de grúas horquillas, la segunda está ubicada en la entrada de peatones/portón de salida hacia la zona de almacenamiento y la tercera está ubicada al costado del portón de salida hacia soplado.

En la oficina de reuniones del área hay cuatro detectores de humo del tipo puntual.

Respecto a donde se encuentra el taller de mantención existen cuatro detectores de calor de compensación de velocidad y una sirena estroboscópica con pulsador manual.

2.2.2.3.Soplado

Existen cuatro detectores del tipo de haz lineal distribuidos a lo largo de la zona de producción. Además, hay cuatro sirenas con luz estroboscópica con pulsadores manuales de alarma, cada una ubicada en los portones de entrada y salida respectivamente. Las otras dos están ubicadas una al costado de la puerta de la sala de reuniones y la última se encuentra al lado la puerta para ingreso de personas.

2.2.2.4. Tapas

En la zona de producción de tapas existen dos detectores de haz lineal y dos alarmas de luz estroboscópica con pulsador manual de alarma ubicada en el costado de los portones de ingreso y salida respectivamente.

En los laboratorios de calidad existen cinco detectores de humo de tipo puntual, en el baño de esta área, hay un detector de humo del tipo temperatura.

2.2.2.5.Casino y baños

En cada uno de los baños y duchas hay un detector de humo del tipo temperatura, afuera de esta área hay una sirena de luz estroboscópica con pulsador manual de alarma.

En el sector de cocina existen dos detectores de temperatura, en el comedor hay detectores de humo de tipo puntual y una sirena de luz estroboscópica con un pulsador manual de alarma ubicada en la puerta de ingreso.

También en la zona de capacitaciones, existen dos detectores de humo de tipo puntual.

2.2.2.6.Almacenamiento

En la bodega de producto terminado existen ocho tuberías de muestreo, con ocho orificios de muestreo cada una. Están distribuidas de a dos tuberías por cada apilamiento. En al costado de uno de los portones existe una sirena con luz estroboscópica con pulsador manual de alarma.

En la bodega Hot Fill existen tres detectores del tipo haz lineal y una sirena con luz estroboscópica con pulsador manual al costado del portón. En la sala de reuniones hay un detector de humo del tipo puntual.

En la bodega de preformas existen 10 detectores del tipo puntual y una sirena de luz estroboscópica posicionada en el costado del portón de ingreso/salida.

2.2.2.7.Administrativos

Existen siete detectores de humo del tipo puntual, una sirena con luz estroboscópica.

2.3. DIAGNÓSTICO DE LA RED CONTRA INCENDIOS EXISTENTES

El diagnóstico se realiza en conjunto con la empresa a cargo del proyecto, en el cual se va analizando la red en terreno en un recorrido a lo largo de toda la planta, identificando las anomalías de los sistemas existentes.

Respecto al sistema de extinción, se analiza los diámetros de los hidrantes, las válvulas y las tuberías. Tambien, se analiza los carretes de manguera existentes y los gabinetes de manguera existentes

A continuación, se desarollan las desviaciones que existen en la red de incendios.

2.3.1. Bombas

Se observa que el sistema de impulsión ya sea bombas, motores y controladores, no cumplen con la NFPA 20 sección 4.7 la que establece lo siguiente:

4.7 Bombas, motores y controladores.

4.7.1 “Las bombas contra incendio deben estar dedicadas al servicio de la protección contra incendios y listadas por dicha actividad.” [10]

El sistema de bombas no logra cumplir con esta exigencia, porque no están dedicadas al servicio de la protección contra incendios, sino que esta incapacitada para funcionar. La bomba esta oxidada como se puede ver en la figura 2-2.

Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada

Figura 2-2. Bomba para protección de incendios de Plasco

2.3.2. Hidrantes

La NFPA aplicable para la estandarización de Hidrantes es la NFPA 24, en la cual en distintas secciones va indicando las distintas características que deben cumplir en lo que refiere a las instalaciones de los hidrantes o grifos.

En la sección 7.1.1 dictamina lo siguiente “Los Hidrantes deben ser del tipo aprobado y tener un diámetro nominal de conexión con las tuberías principales no menor a 6 pulgadas (152 mm)”. [10] Se observa que todos los grifos o hidrantes para conexión de manguera contra incendio son en cañería de acero 4 pulgadas o menor diámetro nominal, por consiguiente, no cumple con el diámetro nominal mínimo exigido.

En la figura 2-3 se muestra los grifos descritos anteriormente.

Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada

Figura 2-3. Hidrante de 4 pulgadas en Plasco

Luego, se establece en la sección 7.1.13 que “Deben ser permitidas válvulas de compuerta independiente en las salidas de 2 ½ pulgadas (64 mm)”. [10] En los grifos existen válvulas de 2 pulgadas, lo que indica que el diámetro nominal no es el correcto. En la figura 2-4 se ve que las válvulas son de 2 pulgadas.

Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada

Figura 2.4. Valvula de 2 pulgadas en Plasco

Además, en la sección 8.1.1 señala que “Debe ser provisto un suministro de manguera y equipo donde los hidrantes están destinados para uso por personal de planta o una brigada de incendio”. [10] Se identifica que en la gran parte de los hidrantes no hay casetas para almacenar los equipos para el combate contra incendio por brigada especializada al costado de cada uno de los grifos, incumpliendo con la sección 8.1.1 descrita anteriormente.

2.3.3. Gabinetes y armarios.

NFPA 14 Establece que sus gabinetes y armarios para contener mangueras de incendio deben ser del tamaño que permita la instalación del equipo necesario en estaciones de manguera y “diseñado para que no interfieran con el pronto uso de la conexión de la manguera y otro equipo en el momento del incendio.” [8]

Existen carretes de manguera que no tienen gabinete, por lo tanto, está en incumplimiento con lo exigido por la NFPA 14.

2.3.4. Tuberías

En la sección 5.2.1 de la NFPA 24 respecto al tamaño de las tuberías principales de incendio, se señala lo siguiente:

“Tuberías principales de servicio privado de incendios. No deben ser instaladas tuberías de menos de 6 pulgadas (152.4 mm) de diámetro nominal como un servicio principal privado a hidrantes (grifos).” [9]

Hacia la zona oriente, se observa que la matriz principal del servicio privado contra incendio que alimenta a los grifos en esa zona de la planta es de 110 mm, entonces, las tuberías no cumplen con lo exigido.

En la figura 2-5 se muestran las tuberías de menos de 6 pulgadas.

Fuente: Elaboracion propia en base a fotografía tomada

Figura 2-5. Tuberias zona oriente de Plasco

2.3.5. Sistema de detección y alarmas

El sistema de detección y alarmas esta compuesto por detectores de humo de tipo puntual, haz lineal, de temperatura y de

Respecto a estos dispositivos, se observa que hay instalados sistemas de haz lineal en bodegas de almacenamiento, pero la altura de montaje revela que al mover los pallets de esta área, genera que los equipos de alarma produzcan falsas alarmas y fallas, además según señala el fabricante la instalación de estos equipos debe realizarse a no más de 60 cm de la parte superior de la cubierta, por lo tanto, en este sector de la empresa el dispositivo de detección no esta cumpliendo su función.

En la figura 2-6 se muestra una de las zonas de almacenamiento

Fuente: Elaboracion propia en base a fotografía tomada

Figura 2-6. Zona de almacenamieno en Plasco

Respecto a los pulsador manuales la NFPA 72 exige lo siguiente:

- Se deben permitir los pulsadores manuales de alarmas de incendio combinadas con estaciones de señalización para los guardias
- Cada caja manual de alarmas de incendio debe estar firmemente montada.
- La parte operable de cada uno de los pulsadores manuales de alarmas de incendio no debe estar a menos de 1 m ni a más de 1.22 m por encima del nivel del piso.
- Los pulsadores manuales de alarmas de incendio deben estar distribuidas a lo largo del área protegida para ser conspicuas, accesibles y para estar libre de obstáculos.
- Los pulsadores manuales de alarmas de incendio deben ubicarse dentro de los 1.52 m de la abertura de la puerta de salida en cada una de las salidas de cada piso.

- Los pulsadores manuales de alarmas de incendio deben montarse a ambos lados de las aberturas agrupadas por encima de los 12.2 m de ancho, y dentro de los 1.52 m de cada lado de la abertura.
- Se deben suministrar pulsadores manuales de alarmas de incendio adicionales para que la distancia a recorrer hasta la caja de alarma más próxima no exceda los 61 m, medidos de manera horizontal en el mismo piso.

Por lo tanto, la empresa esta en cumplimiento con todos los puntos anteriores. Pero se recomienda un cambio en los pulsadores manuales de alarma de la empresa, para lograr un cambio mas integro del sistema de detección, que deberán tener las siguientes características mínimas: Activación requerirá de doble acción, pulsadores de alarma de emergencia inteligente con direccionamiento individual, montaje en caja a prueba de impacto color rojo.

De igual modo, la NFPA 72 respecto a las sirenas con luces estroboscópicas en la sección 24.4.2.19.2 señala que “cuando se provea notificacion audible, los sistemas de notificacion masiva tambien deben incluir informacion en notificación visible para asistir a las personas con discapacidad auditiva y para areas con altos niveles de ruido. La notificacion visible requerida en el punto 24.4.2.19.1 debe llevarse a cabo mediante el uso de luces estroboscopicas.” [6] Por lo tanto, las sirenas con luces estroboscópicas instalas en cada uno de los sectores esta en total cumplimiento con esta sección.

2.3.6. Clasificación de riesgos de la ocupación

Se debe clasificar los riesgos de ocupación según NFPA 13, según la empresa que llevara a cabo el proyecto, la clasificación de riesgos de la ocupación se da de la siguiente forma.

Riesgo ligero a las siguientes ocupaciones de la planta (color verde en figura 2-7)

- Administrativo
- Casino y baños

Riesgo Ordinario grupo 2 a las siguientes ocupaciones de la planta (color rojo en la figura 2-7)

- Almacén
- Inyección
- Soplado
- Tapas

- Almacenamiento
- RESPEL

Se define como mayor ocupación de riesgo el Riesgo Ordinario grupo 2, ya que, la cantidad o combustibilidad de los contenidos es de moderada a alta, donde las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor moderado no superan los 3.6 m, y las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor elevado no superan los 2.4 m.

Fuente: Elaboración propia en base a NFPA 13 “Clasificación de las ocupaciones”

Figura 2-7. Planimetría de Riesgos

A continuación, en la tabla 2-1 se presenta un resumen del diagnóstico cuyo detalle demuestra los equipos que estaban en “no cumplimiento” y su razón correspondiente.

Tabla 2-1. Resumen Diagnóstico

NFPA	Sección	Tema	Exigencia	Motivo de no cumplimiento
20	4.7.1	Bombas	Las bombas contra incendio deben estar dedicadas al servicio de la protección contra incendios y listadas por dicha actividad.	Las bombas contra incendio no están listadas para dicha actividad
24	7.1.1	Hidrantes	Los Hidrantes deben ser del tipo aprobado y tener un diámetro nominal de conexión con las tuberías principales no menor a 6 pulgadas	Todos los hidrantes para conexión de manguera contra incendio son en cañería de acero 4 pulgadas o menor diámetro nominal.
24	7.1.13	Válvulas	Deben ser permitidas válvulas de compuerta independiente en las salidas de 2 ½ pulgadas	En los grifos existen válvulas de 2 pulgadas.
14	8.1.1	Gabinetes y armarios	Debe ser provisto un suministro de manguera y equipo donde los hidrantes están destinados para uso por personal de planta o una brigada de incendio.	En la gran parte de los hidrantes no hay casetas para almacenar los equipos para el combate contra incendio por brigada especializada al costado de cada uno de los grifos.
24	5.2.1	Tuberías	Tuberías principales de servicio privado de incendios. No deben ser instaladas tuberías de menos de 6 pulgadas (152.4 mm) de diámetro nominal como un servicio principal privado a hidrantes (grifos)	La matriz principal del servicio privado contra incendio que alimenta a los grifos en la zona oriente de la planta es de 110 mm.
N/A	N/A	Almacenamiento	Movimiento de pallets activa detectores haz lineal	Los pallest se almacenan hasta una altura de 3.6 m aprox, y los detectores están insalados a la misma altura aproximadamente.

Fuente: Elaboración propia en base a resultados del diagnóstico.

CAPÍTULO 3: DISEÑO PARA EL CIERRE DE BRECHAS Y CUMPLIMIENTO NORMATIVO

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL SISTEMA DE EXTINCIÓN

Este capítulo define las exigencias mínimas que deberán tener los equipos del sistema de extinción de incendios, para cumplir con las exigencias de las NFPA aplicables al proyecto logrando el cierre de las brechas encontradas en el diagnostico descrito en el capítulo anterior, en algunos equipos que no fueron mencionados en el diagnostico solo se recomienda su instalación y sus exigencias mínimas, debido a que ayudan a la mejora del sistema, pero no se encuentran en incumplimiento con las exigencias de las NFPA.

En las siguientes páginas se describe la red combinada húmeda donde se incluyen los hidrantes, gabinetes de manguera, las válvulas, toma de bomberos con su respectiva toma de acople rapido (storz), sistema de impulsión y estanques de acumulación de agua.

La red combinada, consiste en una red de cañerías enterradas en HDPE (por sus siglas en inglés, High Density Polyethylene) o PEAD (Polietileno de Alta Densidad). Y cañerías aéreas en acero, que recorrerán toda la planta, para entregar presión y caudal a los diferentes hidrantes distribuidos. Esta red se deberá conectar a un sistema de bombas de impulsión de agua, con una reserva en estanques con capacidad para operar todo el sistema de combate de incendios por un período de tiempo de 60 minutos, como mínimo, a plena capacidad, de acuerdo a NFPA 14, 20 y 24.

3.1.1. Equipos del sistema de extinción

UL es la abreviación de “Underwriters Laboratories”, quienes son una compañía internacional de seguridad y certificación de productos. Esta compañía certifica que el funcionamiento de las tuberías, accesorios y equipamiento será conforme ciertos estándares probados que garantizan el correcto funcionamiento de los mismos durante un incendio.

FM es la abreviación de “Factory Mutual”, compañía aseguradora que se presenta a sí misma como proveedor de soluciones de aseguranza a prueba de fallos. Para tales fines, posee un programa de acreditaciones cuyo objetivo final es disminuir los riesgos obtenidos por distintas amenazas; entre ellas, los incendios

Todos los equipos mencionados a continuación deben estar certificados UL/FM, a excepción de la bomba jockey.

3.1.1.1. Hidrantes

Según Requisitos de NFPA 14, Artículo 7.10.1.2 establece en los Hidrantes o Grifos:

- La distancia máxima de espaciamiento de grifos es de 50 m
- Medida de salida 2 ½ pulgadas con válvula angular.
- Caudal mínimo 250 gpm.
- Presión 100 psi.
- Distanciados de la construcción a 12 m en los casos que no se cumpla se podrán permitir a muro según NFPA 24, Capitulo 7 Hidrantes, articulo 7.2.4.

Se debe considerar la provisión de 250 gpm en las dos conexiones de manguera hidráulicamente más remotas.

Según lo anterior, se deberán instalar grifos perimetrales, consistentes en una cañería de acero de 6 pulgadas cedula 40 de 85 cm de altura, con una conexión de tubería de 160 mm. También, deberán cambiarse todas las conexiones en los grifos de mangueras de diámetro nominal 2 pulgadas, a otras de diámetro nominal de 2 ½ pulgadas.

Estas salidas serán de uso exclusivo para bomberos y/o la brigada contra incendios de la planta. (Anexo C)

3.1.1.2. Estación de mangueras y equipos

Según requisitos de NFPA 14, Artículo 7.10.1.2 se establece que en las mangueras de ataque rápido Clase 2 lo siguiente:

- La distancia máxima de cobertura de gabinete de ataque rápido es de 39,7 m.
- Boca de salida y manguera es de 1 ½ pulgadas con válvula de restricción de presión.
- Caudal mínimo 100 gpm.
- Presión 65 psi.

Por lo tanto, junto a cada grifo se debe proveer una estación de manguera con sus equipos, en el interior de cada caseta deberá estar disponibles:

- 2 mangueras de 2 pulgadas tipo colapsibles de 25 m con conexión tipo storz de 2 pulgadas en sus extremos.
- 2 pitones metálicos de chorro solido de 2 pulgadas ajustable gradualmente desde chorro directo a neblina.

- 2 reducción conexión tipo storz de 2 ½ pulgadas a 2 pulgadas.

3.1.1.3. Gabinetes con carrete de manguera Clase II Riesgo Ordinario

Debido a que existían muchos carretes de manguera sin su gabinete, en las zonas de Clase II Riesgo Ordinario, deberán instalarse los gabinetes con la siguiente especificación:

El gabinete deberá ser de acero con puerta cubierta con policarbonato o malla, en su interior deberá tener una capacidad para albergar un carrete de manguera con alimentación axial, con 30 m de manguera semirrígida de 1 ½ pulgadas de diámetro nominal, con un pitón metálico ajustable desde neblina hasta chorro directo y corte.

La apertura de sus puertas deberá ser en 180º, se deberá proveer con pitón de 1 ½ pulgadas capaz de desalojar 100 gpm con una presión de 65 psi, Su descarga deberá ser gradualmente ajustable desde la válvula. (Anexo D)

3.1.1.4. Gabinetes con carrete de manguera Clase II Riesgo Ligero

Se deberán utilizar los gabinetes con carretes de manguera de 1 pulgada para proteger las zonas de administración, y zona de casino.

3.1.1.5. Válvulas

Donde la empresa constructora del proyecto lo estime conveniente, instalar válvulas seccionadoras o sectorizadoras, se recomienda que sean válvulas de corte tipo compuerta de 6 pulgadas. En aquellos lugares donde se requiera una válvula de corte se podrán emplear válvulas de mariposa.

Además, se recomienda la instalación de válvulas de retención de hierro, el diseño debe permitir su instalación en posición vertical y horizontal.

3.1.1.6. Sensores

Un sensor es un dispositivo que esta capacitado para detectar estimulos físicos, se encarga de medirlas y transmitirlas en señales eléctricas.

3.1.1.6.1. Sensores de flujo

Se recomienda proveer de sensores de flujo para supervisar el flujo de agua de la matriz principal de alimentación de mangueras. Estos sistemas deberán estar conectados

al sistema de detección y alarmas. Deberán entregar una condición de alarma con flujo de 10 gpm, listado para presiones de servicio de hasta 450 psi, resistente a la intemperie, debe tener una flecha indicadora de flujo en su exterior.

3.1.1.6.2. Sensor de estado de válvulas

En caso de emplear sensores de estado de válvulas que no estén incorporados en la válvula, este sensor se recomienda entregar una señal que será conectada a un módulo de monitoreo del sistema de detección de incendios y deberá tener las siguientes características mínimas: Alta resistencia a las variantes condiciones climáticas, actuador ajustable y un tubo de entrada única con montaje bidireccional.

3.1.1.6.3. Sensor de presión

En la cañería matriz de impulsión, en la sala de bombas, se recomienda instalar un sensor de presión, conectado al sistema de detección de fuego y calibrado para dar una señal de alerta cuando la presión disminuya a un valor inferior de 75 psi. Debe permitir presiones de trabajo máxima de 200 psi.

3.1.1.6.4. Sensor de niveles de estanque de agua

Se recomienda proveer e instalar 1 sensor de nivel por estanque de agua de la red de incendio, calibrado para entregar una señal de alerta cuando:

- El nivel de agua se sobrepase del máximo y llegue a nivel del rebalse.
- Cuando el volumen alcance un 60% del total.
- Cuando el nivel de agua alcance un 20% del total.

3.1.1.7. Manómetros

Para la sala de bombas y manifold de gabinetes se recomienda proveer manómetros de 3 ½ pulgadas de diámetro, con escala de 0 a 300 psi, graduado en psi y en bar. (Anexo E)

3.1.1.8 Fittings

Los fittings utilizados para el proyecto por parte de la empresa, deberá estar según norma ANSI, el cual es una organización encargada de supervisar el desarrollo de normas para los servicios, productos, procesos y sistemas en los Estados Unidos. El ANSI forma parte de la Organización Internacional para la Estandarización y de la Comisión Electrotécnica Internacional. Los fittings deberán ser específicamente en norma ANSI B16. Esta norma cubre los ratios de presión-temperatura, materiales, dimensiones, tolerancias, marcaje, test y métodos de designación de las bridas o accesorios para tuberías.

3.1.1.9. Red de cañerías

Las cañerías a emplear que se utilizarán para la instalación de los nuevos equipos exigidos y recomendados deberán ser acero, cobre, y polietileno de alta densidad.

Las cañerías deberán estar certificadas por CESMEC u otro organismo debidamente autorizado, en todo aquello que no sea cubierto por las especificaciones de ASTM que correspondan. La ASTM es una organización de normas internacionales que desarrolla y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicio.

El sistema de cañerías deberá soportarse mediante dos tipos de elementos, los colgadores y los anclajes sísmicos. Los primeros tienen por función nivelar la red y los segundos ligarla a la estructura del edificio para evitar movimientos diferenciales. Todos los soportes están claramente definidos en la Norma NPFA 13 sección 2.6.

3.2. SISTEMA DE IMPULSIÓN

Se establece en la NFPA 20 “Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra Incendios” sección 4.7.

- Bombas dedicadas y listadas solo al servicio de protección de incendio.
- Motores deben ser eléctrico, diésel, turbinas de vapor o combinación de estos.
- Cada bomba debe tener su propio motor

- El motor debe proveer la energía requerida para el funcionamiento de la bomba a la velocidad nominal y la carga máxima de la bomba bajo cualquier condición de caudal.

3.2.1. Bomba Principal

Se deberá instalar una bomba diseñada para trabajar a una velocidad máxima de 3000 rpm y deberá proveer una descarga de 500 gal/min a una presión de 120 psi.

La bomba será impulsada por un motor eléctrico, la potencia del motor deberá ser ajustada considerando un 3% de disminución por cada 300 m arriba de 100 m sobre el nivel del mar, y 1% por cada 5.55 ºC sobre 25 ºC de temperatura ambiente, de acuerdo a como se señala en la NFPA 20.

La bomba deberá venir completamente armado de fábrica, alambrado y probado antes de ser despachado desde las bodegas del fabricante. Deberá incluir cargadores de baterías, partidor automático de prueba semanal, bobina de prueba, inscriptor de papel para registrar la presión en la red con 7 días de duración. Deberá proveerse con dos cargadores y sus respectivas baterías, con alimentaciones con protecciones independientes, fusibles o interruptores automáticos en las salidas de corriente continua.

El controlador deberá proveer indicación audible y visual tanto local como remota para las siguientes condiciones de alarma:

- Falla en la partida del motor eléctrico.
- Falla de alimentación eléctrica.
- Parada por sobre velocidad.
- Alarma por temperatura elevada.

Estas señales deberán ser monitoreadas por el sistema de detección de fuego, el que entregará una señal de supervisión por cada una de ellas. En la figura 3-1 se muestra la bomba que se instaló en plasco, la cual si cumple con las exigencias de la NFPA.

Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada

Figura 3-1. Bomba nueva instalada en Plasco

3.2.2. Bomba Jockey

Según lo establece la NFPA 20 articulo 3.3.38.14 bomba jockey es una “Bomba diseñada para mantener la presión en los sistemas de protección contra incendios entre los límites previamente configurados cuando en el sistema no circula agua”. [10]

Se debe instalar una bomba jockey para entregar 18.9 gpm a una presión de 130 psi, del tipo centrifuga horizontal, acoplada a un motor eléctrico, con operación de energía eléctrica trifásica. El controlador de la bomba jockey deberá venir provisto de fusible desconector, interruptor de presión interno ensamblado en las cañerías, interruptor selector en panel frontal para seleccionar el modo de funcionamiento manual - detenida - automático y relés de sobrecarga, todos montados en un gabinete tipo nema 2. (Anexo J)

3.2.3. Requerimiento eléctrico de las bombas:

Se considera un tablero eléctrico independiente para cada bomba de incendio (uno para la jockey otro para la principal) sin importar la procedencia de la bomba. Ambos deben tener respaldo del grupo electrógeno de emergencia.

3.2.4. Estanques

Se necesita una cierta demanda de agua para poder proteger de manera eficaz la empresa, los requisitos de demanda de agua deben determinarse a partir del método de control de incendio que corresponda al riesgo de ocupación, según lo señalado en lo anterior. Para establecer los requisitos mínimos de suministro de agua para el control de

incendios de Plasco deben determinarse a partir de lo que se muestran en la tabla 3-1, la cual, es un resumen de la tabla 1-1.

Tabla 3-1. Resumen de Duración del Abastecimiento de Aguas para Sistemas Calculados Hidráulicamente

Ocupación	Caudal mangueras interiores (gpm)	Caudal total (gpm)	Tiempo (min)	Volumen de agua (m^3)
Riesgo Ordinario	250	500	60	114

Fuente: NFPA 13 “Norma para la instalación de sistema de rociadores”

Calculo reserva de agua requerida de agua para protección contra incendios en Plasco

Ecuación Caudal:

$Q = V/t$ Q: Caudal (m^3/s)

V: Volumen (m^3)

t: Tiempo (s)

$V = Q \times t$

V= 500 gpm x 3.785 l/gal x 1/1000 m3/ l x 60 min

El resultado es que el volumen de estanque para un tiempo de 60 min de capacidad es de = 114 m^3.

Debido a este resultado, la empresa constructora propone la instalación de 3 estanques de fibra interconectados con capacidad de 40 m^3 cada uno con una capacidad total de 120 m^3, dando cumplimiento al volumen de estanque requerido.

En la figura 3-2 se ven los tres estanques que se instalaron en Plasco, con las características anteriormente señaladas.

Fuente: Elaboración propia en base a fotografía tomada

Figura 3-2. Estanques de fibra interconectados instalados en Plasco

3.3. SISTEMA DE DETECCIÓN

El código que aplica a esta materia es la NFPA 72, siendo su propósito “Definir los medios para activar señales, transmitirlas, notificarlas y anunciarlas; los niveles de desempeño; y la confiabilidad de los diversos tipos de sistemas de alarmas de incendio, sistemas de alarma de estaciones de supervisión, sistemas públicos de notificación de alarmas de emergencia, equipos de advertencia de incendio, sistemas de comunicaciones de emergencia y sus componentes.” [6]

En Plasco se deberá proveer un sistema de detección de incendios del tipo inteligente. En el cual, los sensores inteligentes deberán tener la función de reportar su estado de detección analógico y con esa información la central de alarmas incendios, deberá ser capaz de discriminar entre las diferentes condiciones:

- Condición de alarma.
- Condición de pre-alarma.
- Condición de alerta de mantención.
- Condición de falla.

3.3.1. Equipos del sistema de detección

Todos los equipos deben estar certificados bajo certificaciones UL/FM.

3.3.1.1. Suministro de energía

La NFPA 72 sección establece que “deben proveerse al menos dos suministros de energía independientes y confiables, uno primario y uno secundario” [6]

El sistema deberá tener su propia fuente de poder ininterrumpida, que le permita una operación continuada durante 24 horas como mínimo sin energía de la red pública, y después de lo cual el sistema deberá ser capaz de funcionar a plena capacidad por un periodo de 10 minutos.

Con una central de incendios análoga ubicada en la portería de acceso a la planta, en la cual supervisara todos los sensores, dispositivos y elementos de supervisión de la red húmeda.

Se recomienda tener una fuente de alimentación remota que sea de uso exclusivo para el sistema con cargador de batería, que se pueda conectar a cualquier panel de control de alarma contra incendios de 12 o 24 voltios.

3.3.1.2.Central de alarma direccionable

Se deberá proveer un panel de incendio direccionable única y exclusivamente para la planta. Este es un sistema que usa un método de comunicación digital mediante el cual, una unidad de control o panel puede identificar un dispositivo de detección o modulo específico que está enviando señales, esto gracias a un número de identificación que se configura en cada detector, además, normalmente estos sistemas utilizan el mismo medio para transmitir los datos y la alimentación del detector.

La Central debe tener su propia fuente de poder y baterías de respaldo para operar al menos durante 12 horas sin energía de la red, tiempo de respuesta a una activación menor a 10 segundos.

3.3.1.3.Dispositivos iniciadores

En los siguientes párrafos esta el desglose de los detectores que se utilizaran en la planta, con su respectivas exigencias minimas.

3.3.1.3.1. Detector de humo por análisis continúo de aire aspirado

Un Sistema de Detección Temprana de Humo por aspiración, se debe instalar en bodega de almacenamiento, este sistema debe estar instalado por detectores de humo de alta sensibilidad basados en lectura infrarroja de alto rendimiento con un rango de sensibilidad a oscurecimiento de 0.01 – 10 Obs/m con aspiradores conectados a dos redes de tubería de muestro.

El detector debe estar equipado con dispositivo sensores específicos para cada uno de los canales y, por tanto, ser capaz de identificar al instante el tubo que esta con humo,

debe ser fácilmente configurable para las topologías de la red de tuberías de muestreo más utilizadas.

El detector debería poder suministrar demoras óptimas de tiempo de las señales de salidas de alarma para eliminar las alarmas de falla debido a condiciones de humo transitorias. También, deberá suministrar instalaciones para la conexión de equipos de monitoreo para el registro de la información de niveles de humo de alerta, alarma y las demoras. (Anexo F)

3.3.1.3.2. Detector haz lineal o proyectado

Debe instalarse en las zonas de inyección, soplado y tapas.

El detector inteligente de rayos reflectante deberá ser con ajuste de sensibilidad y de una autonomía de entre 8 y 100 m, además debe funcionar con el principio de oscurecimiento de reflexión del haz de infrarrojos. Siempre debe notificar al panel de alarma de incendio cuando el haz de luz infrarroja se vea oscurecido por el humo, es por esto, que la trayectoria de luz de los detectores de tipo haz proyectado deben mantenerse libre de obstáculos opacos en todo momento. (Anexo G)

Los emisores del haz lineal y los espejos deben montarse en superficies estables para evitar una operación falsa o errática causada por un movimiento. El haz debe estar diseñado como para que pequeños movimientos angulares de la fuente de luz o del receptor no impidan el funcionamiento debido al humo y no causen falsas alarmas.

3.3.1.3.3. Detector de humo fotoeléctrico tipo puntual

Se instalará en casino, administración, las salas de reuniones y oficinas distribuidas en cada área.

Este sensor deberá tener detección análoga inteligente con direccionamiento individual, con protección para impedir el paso de polvos insectos o aire, con sensibilidad ajustable, además debe estar protegido para impactos, vibraciones, corrosión, variaciones de voltaje, entre otros. (Anexo H)

3.3.1.3.4. Detector compensación de velocidad (Rate anticipation)

Debido a que estos detectores son más adecuados en zonas de trabajo donde se puede producir humo o la cantidad de polvo en el aire es elevado, se instalaran en el sector de mantenimiento.

Deben ser sensores con activación de temperatura de 93°C, con discriminador de falsas alarmas, además con sellado hermético contra humedad y polvo, sellado a prueba de impacto.

3.3.1.4.Alarma de sirena con luz estroboscópica

En cada salida y entrada, se instalarán sirenas con luz estroboscópica para indicar la posición de la salida en condiciones de humo para alertar a los ocupantes de la empresa.

Según NFPA 72 articulo 24.4.2.20.4 establece lo siguiente “Las luces estroboscópicas utilizadas en sistemas combinados en los que la misma luz estroboscópica se use tanto para notificación masiva como para notificación de incendios deben cumplir con lo siguiente: Ser transparentes o de color blanco nominal, cumplir con los requisitos de listado de ANSI/UL 19 (Norma para dispositivos de señalización para personas con discapacidad auditiva) No tener marcas o estar marcadas con la palabra “ALERTA” estampada o impresa sobre el aparato y ser visibles para el público.” [6]

Por lo tanto, se recomienda una sirena con luz estroboscópica: De un máximo de salida de 93 decibeles a 3 m de distancia, color rojo construcción metálica o plástica, luz tipo flash color rojo o blanco estroboscópico, intensidad de luz de 70 candelas y frecuencia de destello 1 Hz.

3.3.1.5.Pulsador manual

Se recomienda que los pulsadores manuales de alarma de la empresa tengan las siguientes características mínimas: Activación requerirá de doble acción, pulsadores de alarma de emergencia inteligente con direccionamiento individual, montaje en caja a prueba de impacto color rojo. Al ser activado, debe restaurarse mediante llave especial.

3.3.1.6.Módulos

Deberán instalarse tres tipos de módulos: Monitoreo, control y relé.

Los módulos de monitoreo son usados para supervisar los dispositivos que son incapaces de identificarse a sí mismos ante la central de incendios, como por ejemplo: sensores de flujo, sensores de apertura de válvulas, etc.

El módulo de control se utiliza para conmutar una fuente de alimentación externa, que puede ser una fuente de alimentación o un amplificador de audio a los aparatos de

notificación. También supervisa el cableado a las cargas conectadas y reporta su estado al panel como normal, abierto, circuito corto.

Se recomienda instalar relees remotos direccionables para comandar en forma automática y programada la activación de las funciones que se indican: Reinicio de alimentación de los sensores de haz lineal y reinicio de alimentación de las sirenas de alarma.

3.3.2. Lógica de funcionamiento

El sistema de detección de incendios y alarmas deberá funcionar de acuerdo a la lógica siguiente:

1. Condición de pre-alarma.

Se define una condición de pre-alarma cuando se ha activado un sistema de haz lineal.

2. Condición de alarma Incendio.

Se define una condición de alarma de incendio cuando hay una de las situaciones siguientes:

- Activación de un sensor de humo o calor
- Activación de un pulsador manual de alarma.
- Activación de un sensor de flujo de la red de gabinetes de mangueras.
- Activación de un haz lineal.

3. Se debe declarar una alarma de supervisión ante cualquiera de las acciones siguientes:

- Activación de sensor de válvulas de la red húmeda.
- Activación de sensores de nivel de agua de estanque de incendio.
- Activación de sensor de presión que indica baja presión de agua en la red de incendio.
- Activación de sensores de supervisión de las bombas de incendio.
- Activación del sensor de energía eléctrica en tablero de bomba principal.

3.4. ESTIMACION DE COSTOS

El estimación total de costos del proyecto en pesos chilenos es de $ 379.063.077, es decir, UF.13737. Con el valor del dólar 708 a serian US$535.400 de inversión en el proyecto.

A continuación en la tabla 3-2 se presentan la estimación de costos del proyecto.

Tabla 3-2. Estimación de Costos

Equipo	Cantidad	Unidad medida	Precio Unitario	Precio total (peso chileno)	Precio total (UF)	Precio total (Dolar)
Hidrantes	11	und	$590.955	$6.500.505	UF.236	US$9.182
Estacion de mangueras y equipos: Gabinetes con 2 Mangueras Colapsables 2.1/ pulg, 25m con Acople Storz para Bomberos de 2,1/2 pulg o 3 pulg.	10	und	$755.814	$7.558.140	UF.274	US$10.675
Gabinete de carrete de manguera clase II riesgo ordinario: Con manguera semirigida 1 1/2 pulg; Gabinetes metalicos; llave de angulo 90º en bronce.	9	und	$799.064	$7.191.576	UF.261	US$10.158
Gabinete de carrete de manguera clase II riesgo ordinario: Con manguera semirigida 1 pulg; Gabinetes metalicos; llave de angulo 90º en bronce	10	und	$799.000	$7.990.000	UF.290	US$11.285
Valvula de compuerta	2	und	$268.606	$537.212	UF.19	US$759
Valvula de mariposa	11	und	$195.160	$2.146.760	UF.78	US$3.032
Valvula de retencion	2	und	$282.671	$565.342	UF.20	US$799
Sensor de flujo	8	und	$164.285	$1.314.280	UF.48	US$1.856
Sensor de estado de valvulas	15	und	$158.360	$2.375.400	UF.86	US$3.355
Sensor de niveles de estanque de agua	3	und	$178.550	$535.650	UF.19	US$757

Fuente: Elaboración propia en base de precios entregados por empresa Ingefire

Tabla 3-2. Estimación de Costos (Continuación)

Equipo	**Cantidad**	**Unidad medida**	**Precio Unitario**	**Precio total (peso chileno)**	**Precio total (UF)**	**Precio total (Dolar)**
Manometro	3	und	$36.196	$108.588	UF.4	US$153
Fittings	6	und	$174.098	$1.044.588	UF.38	US$1.475
Cañeria de acero	350	m	$42.446	$14.856.100	UF.538	US$20.983
Cañeria de polietileno de alta	296	m	$41.824	$12.379.904	UF.449	US$17.486
Soporte antisísmico	20	und	$13.611	$272.220	UF.10	US$384
Bomba: Bomba principal, bomba jockey,motores electricos,baterias, cargadores de baterias, partidor automatico de prueba semanal, bobina de prueba, fusibles, protecciones y accesorios varios	1	und	$39.213.000	$39.213.000	UF.1421	US$55.386
Estanques y accesorios	3	und	$29.412.150	$88.236.450	UF.3198	US$124.628
Panel inteligente de deteccion	1	und	$3.563.261	$3.563.261	UF.129	US$5.033
Sensor de humo por analisis continuo de aire aspirado	54	und	$2.692.480	$145.393.920	UF.5269	US$205.359
Sensor haz lineal	24	und	$1.080.348	$25.928.352	UF.940	US$36.622
Sensor fotoelectrico	6	und	$50.450	$302.700	UF.11	US$428
Sensor compensacion de velocidad	5	und	$95.973	$479.865	UF.17	US$678
Alarma de sirena con luz estroboscopica	14	und	$68.251	$955.514	UF.35	US$1.350
Pulsador manual	14	und	$48.933	$685.062	UF.25	US$968
Modulo: Monitoreo, control y relé	67	und	$133.264	$8.928.688	UF.324	US$12.611
			Total	$379.063.077	UF.13737	US$535.400

Fuente: Elaboración propia en base de precios entregados por empresa Ingefire.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Lo expuesto a lo largo de este trabajo permite arribar a las siguientes conclusiones:

El diagnóstico, se realiza con un análisis en terreno en conjunto con la empresa que realiza este proyecto, se describieron todos los elementos de protección de incendios existentes en cada área de Plasco. .

Se concluye que la bomba, los motores y controladores no cumplen con la NFPA 20 debido a que las bombas no están listadas para dicha actividad. En cuanto, a la NFPA 24 no está en cumplimiento con respecto a la matriz principal del servicio privado contra incendios, debido a que su medida es de 110 mm de diámetro y la sección 5.2 establece que debe ser instaladas tuberías de mínimo 152.4 mm de diámetro. Además, en los grifos hay válvulas de 2 pulg. debiendo ser de 2 ½ pulg. Por último, respecto a la NFPA 24 no existen casetas para almacenar los equipos, y se exige que deben haber casetas con las mangueras y equipos. Respecto a la NFPA 72 de alarma de incendios se observa que en la zona de almacenamiento los detectores de haz lineal se activan al mover los pallets generando falsas alarmas.

Ya realizado el diagnóstico, se elaboró la propuesta para el cierre de brechas y otras recomendaciones adicionales para mejorar el sistema de protección de incendio. Proponiendo un diseño para el sistema de extinción y de detección, con las exigencias mínimas que deben tener los equipos que no cumplían con las NFPA, por lo tanto, se concluye que para el sistema de extinción deben instalarse nuevos hidrantes, estaciones de mangueras, gabinetes con carrete de manguera clase II riesgo ordinario y ligero. Se recomienda, la instalación de nuevos sensores, manometros, fittings y los requerimientos de la red de cañerías a utilizar en los nuevos equipos. Respecto al sistema de impulsión se describe las exigencias de la instalación de la bomba principal, bomba jockey y su requerimiento eléctrico en base a lo exigido en la NFPA 20. También se establece el caudal que debe tener los estanques a instalar para el correcto funcionamiento del sistema. En cuanto al sistema de detección, se instalará un sistema de detección inteligente y sus respectivos equipos con características que cumplan las exigencias señaladas en la NFPA 72. Estos equipos a instalar son una central de alarma direccionable, sensores de distintos tipos, alarma de sirena con luz estroboscópica, pulsadores manuales y módulos. Describiendo la lógica de funcionamiento del sistema, cerrando así las brechas encontradas en el diagnóstico y recomendando equipos para la mejora de la protección

contra incendio, normalizando la red contra incendio de Plasco con todas las otras plantas de CCU de Chile.

RECOMENDACIONES

1- Se recomienda hacer una prueba del nuevo sistema de protección, con ASP Chile (Asesorías en Seguridad y Prevención Ltda.), es una empresa de propiedad del Cuerpo de Bomberos de Santiago, la cual entre otras cosas realiza pruebas de sistemas y evaluaciones de seguridad. Para la prueba de sistemas se trabaja en base a la normativa legal aplicable al inmueble, fundamentalmente el Reglamento de Instalaciones Sanitarias, Normas Chilenas afines, criterio técnico de la empresa y experiencia del “Cuerpo de Bomberos de Santiago”.
2- Tener un programa de inspección periódica, prueba y mantenimiento realizado por el personal capacitado, los cuales serán encargados de corregir anomalías de los sistemas, entregándolos en informes por separado de inspección, mantención y pruebas según corresponda.
3- Se recomienda una capacitación completa a la brigada de emergencia, respecto a la utilización correcta de todos los equipos recientemente renovados, además de tener conocimientos básicos de la NFPA 600.
4- Se recomienda seguir las indicaciones que señala la NFPA 25 respecto a la inspección, comprobación y manutención, para que la inversión realizada no se vea dañada por una incorrecta manutención.

BIBLIOGRAFÍA

[1] José Antonio Neira Rodríguez, Instalación de Protección con Incendios, España, 1995 ISBN 13

[2] NFPA, NFPA en Latinoamérica [en línea] <://www.nfpajla.org/~nfpajla/nfpa-en-lationoamerica/nfpa-en-espanol>. [Consulta: 4 de julio 2018]

[3] CCU, CCU conócenos [en línea] Reseña de la organización Plasco, 2012, <https://www.ccu.cl/conocenos/>

[4] Revisa BiT [en línea] Chile: Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT, de la Cámara de Comercio de Chile, 2015¨ <: https://issuu.com/revista_bit/docs/bit_107/ <ISSN [consulta: 10 de mayo 2019]

[5] Manual de Seguridad Contra Incendio, Cámara Chilena de la Construcción, Chile 2014

[6] NFPA 72 (2007) National Fire Alarm and Signaling Code, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

[7] NFPA 13 (2007). Normas para Instalación de Sistemas de Rociadores Automáticos Contra Incendios, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

[8] NFPA 14 (2007). Normas para Sistemas de Mangueras y Stand Pipes, National Fire Protection Association, Quincy, MA

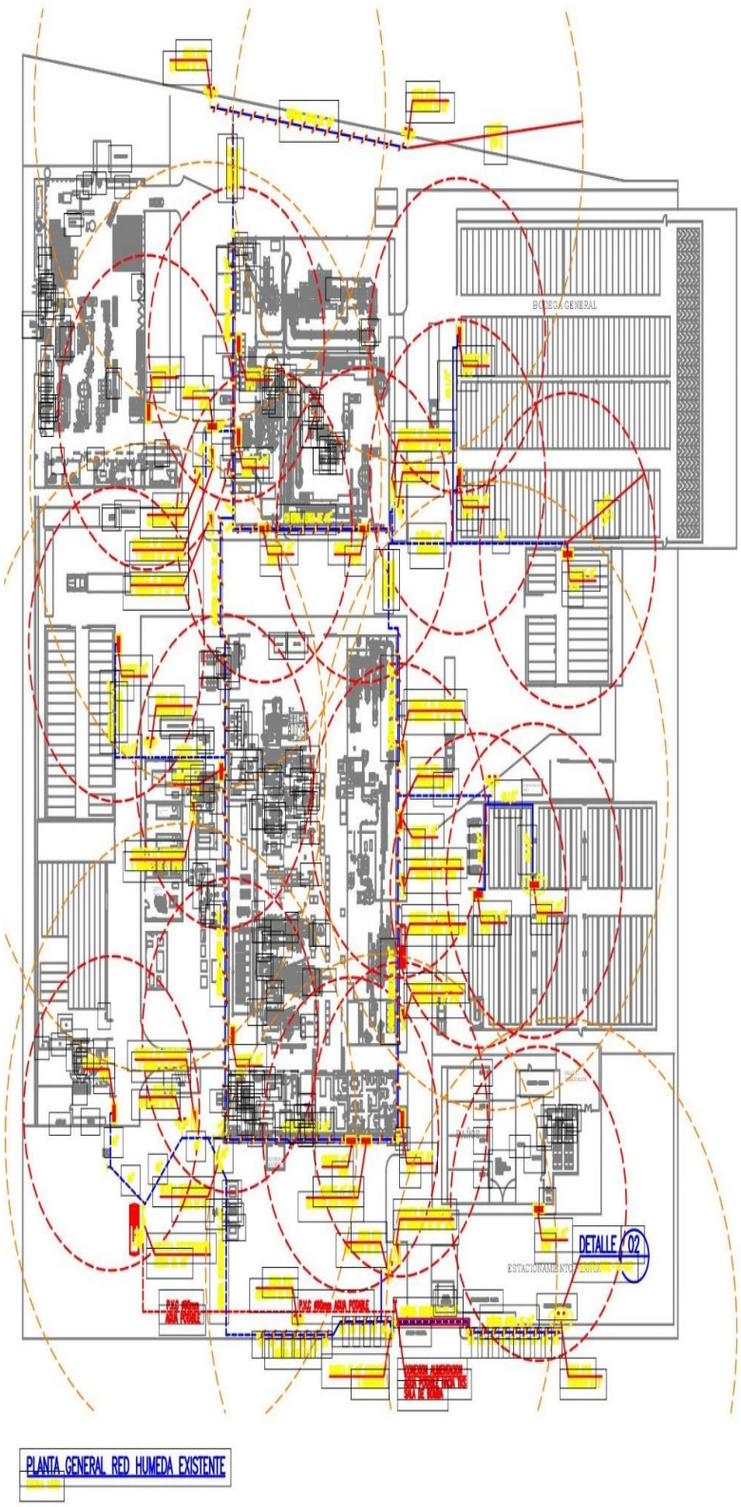
[9] NFPA 24 (2007). Norma para la instalación de sistemas principales privados de protección contra incendios, National Fire Protection Association, Quincy, MA.

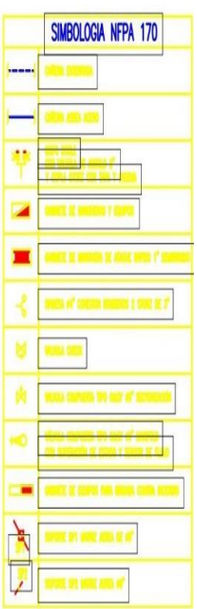
[10] NFPA 20 (2007). Norma para la instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios, National Fire Protection Association, Quincy, MA

[11] Revista HSEC [en línea] Seguridad y Salud Ocupacional , Chile, Mayo 2018 <:http://www.emb.cl/hsec/revista.mvc?edi=: [consulta 16 de agosto 2019]

ANEXOS

ANEXO A: SISTEMA DE EXTINCIÓN PLASCO





ANEXO B: SISTEMA DE DETECCIÓN PLASCO.

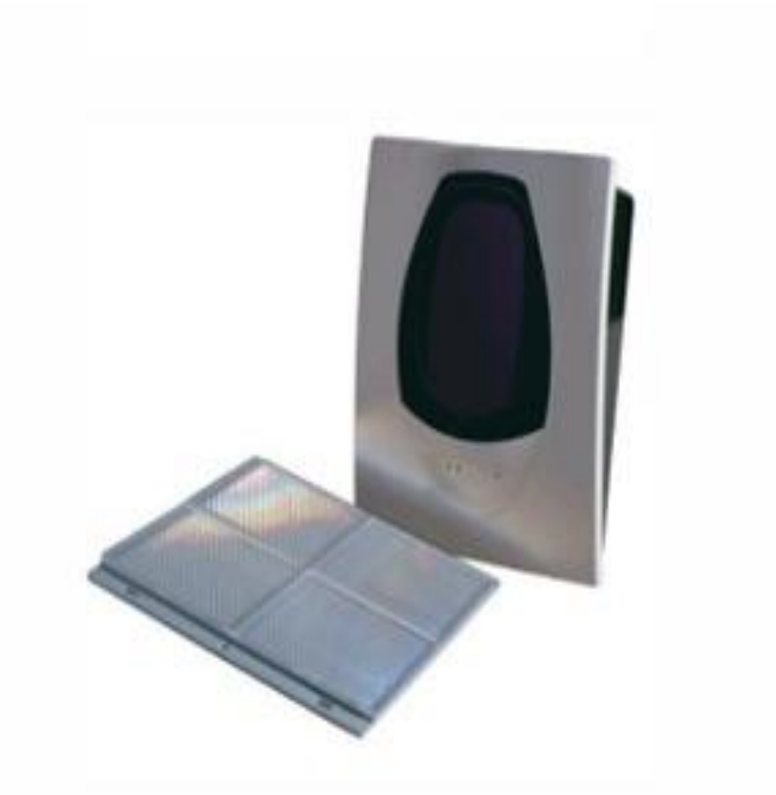
ANEXO C: HIDRANTE BAJO NORMATIVA NFPA 14

ANEXO D: GABINETE DE MANGUERA CLASE II

ANEXO E: MANÓMETRO

ANEXO F DETECTOR DE HUMO POR ANÁLISIS CONTINÚO DE AIRE ASPIRADO

ANEXO G: DETECTOR HAZ LINEAL O PROYECTADO



ANEXO H:
DETECTOR DE HUMO FOTOELÉCTRICO TIPO PUNTUAL

ANEXO I: DETECTOR COMPENSACIÓN DE VELOCIDAD (RATE ANTICIPATION)

ANEXO J: GABINETE TIPO NEMA