

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**TEMA:
ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO EN
EL ÁREA DE ALMACENAJE EN LA EMPRESA TRIBOILGAS CÍA. LTDA
EN EL AÑO 2016**

**AUTOR:
CRISTIAN ANDRÉS TOAPANTA VALVERDE**

**TUTORA:
RAQUEL PRISCILA MIRANDA BARRERA**

Quito, julio del 2018

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Cristian Andrés Toapanta Valverde con documento de identificación No. 171798624-2, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy el autor del trabajo de titulación intitulado “ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS EN EL ÁREA DE ALMACENAJE EN LA EMPRESA TRIBOILGAS CÍA. LTDA EN EL AÑO 2016” mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Electrónico en la Universidad Politécnica Salesiana quedando la universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



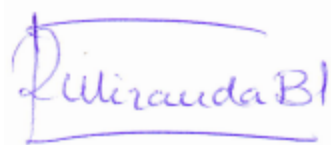
Cristian Andrés Toapanta Valverde
C.I. 171798624-2

Quito, julio 2018

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación “ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS EN EL ÁREA DE ALMACENAJE EN LA EMPRESA TRIBOILGAS CÍA. LTDA EN EL AÑO 2016”, realizado por Cristian Andrés Toapanta Valverde, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerado como trabajo final de titulación.

Quito, julio 2018

A handwritten signature in blue ink, reading "Priscila Raquel Miranda Barrera". The signature is written in a cursive style and is enclosed within a simple blue rectangular border.

Priscila Raquel Miranda Barrera

C.I. 050241661-3

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de titulación a mis padres Ángel Gabriel Toapanta López y Cecilia del Pilar Valverde Baldeón por su incondicional apoyo para la culminación de este proyecto, pero especialmente por todo ese cariño y comprensión que me brindaron durante todo el tiempo que duró la carrera.

A mis hermanos Alex y Johana por estar siempre presentes acompañándome y alentándome en cada instante de mi vida para poderme realizar.

A mis sobrinos Martín, Sebastián, Leandro, Gabriel, Alejandro y Julián quienes han sido y son mi motivación, inspiración y felicidad.

Cristian

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres y hermanos que han sido el mejor apoyo no solo en la ayuda para cumplir uno de mis objetivos, sino en toda mi vida, gracias a sus consejos a compartir su tiempo conmigo y supieron ser un soporte invaluable en todo momento a lo largo de mi vida.

A Triboilgas Cía. Ltda por haber prestado todas las facilidades de información, así como al personal técnico de la misma, que contribuyeron para el desarrollo del presente trabajo.

A todas y cada una de las personas que de una u otra forma han contribuido con la realización del presente trabajo y han hecho de éste una realidad por su compañía incondicional hasta en los momentos más difíciles, puedo decir que la vida me ha bendecido con cada uno de ellos, gracias a toda mi familia que ha confiado y siempre confiará en mí.

También quiero dar mis más sinceros agradecimientos a la Ing. Raquel Priscila Miranda Barrera por su ardua labor, guía y apoyo que me ofreció para poder culminar este proyecto.

Cristian Andrés Toapanta Valverde

ÍNDICE DE CONTENIDO

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	i
DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	ivii
ÍNDICE DE TABLAS	iviii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi
CAPÍTULO 1	1
ANTECEDENTES	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Justificación del proyecto	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
CAPÍTULO 2	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1 Ubicación geográfica de la empresa	4
2.1.1 Descripción de la zona de almacenamiento	5
2.2 Seguridad industrial	6
2.2.1 Técnicas de seguridad en bodegas y almacenes	6
2.3 Clasificación de los riesgos	7
2.3.1 Riesgos físicos y químicos	7
2.3.2 Riesgo leve (bajo)	7
2.3.3 Riesgo ordinario (medio)	8
2.3.4 Riesgo extra (alto)	8
2.4 Evaluación de riesgo	8
2.4.1 Inspección de seguridad y evaluación de riesgos	9

2.4.2	Inspección de instalaciones eléctricas	9
2.5	Química del fuego	9
2.5.1	Tipos de combustible	9
2.5.2	Combustibles sólidos.....	10
2.5.3	Combustibles líquidos	10
2.5.4	Combustibles gaseosos.....	11
2.5.5	Comburentes.....	11
2.5.6	Energía de activación	11
2.6	Triángulo y tetraedro del fuego	12
2.7	Tipos de fuego	13
2.8	Plan de extinción	13
2.8.1	Polvo químico seco PQS	15
2.8.2	Anhídrido carbónico.....	15
2.9	Normas y códigos de la NFPA-72.....	16
2.9.1	Nivel de evaluación de riesgo método Meseri	17
CAPÍTULO 3	.....	19
	DISEÑO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS	19
3.1	Descripción de materiales en la zona de almacenaje	19
3.2	Clasificación explosiva de la planta de almacenaje	19
3.3	Sistema de detección de fuego	20
3.4	Instrumentación para el diseño	21
3.4.1	Detector de humo	21
3.4.2	Panel de control	22
3.4.3	Pulsador manual	24
3.4.4	Sistema de alarma.....	24
3.5	Cable para la conexión de instrumentos.....	25
CAPÍTULO 4	.....	27
	COSTO/BENEFICIO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO	27
4.1	Costo del sistema de detección de incendios	27
4.2	Costos de materiales	28
4.3	Evaluación de costo del diseño	28
4.4	Análisis costo – beneficio	29
4.4.1	Costos	30
4.3	Beneficios	31
CONCLUSIONES	.....	33
RECOMENDACIONES	.....	35
BIBLIOGRAFÍA	.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Ubicaciòn geogràfica de la empresa	25
Figura 2.2 Estanterias en el àrea de almacenamiento.....	25
Figura 2.3 Esquema de tècnics aplicadas	19
Figura 2.4 Triàngulo del fuego	11
Figura 2.5 Tetraedro del fuego	13
Figura 2.6 Extintor categoria a,b,c	19
Figura 2.7 Extintor categoria b,c	16
Figura 2.8 Mètodo simplificado de evaluaciòn Meseri.....	17
Figura 2.9 Orientaciòn del sistema de detecciòn de incendio	28
Figura 2.10 Detectores y alarma con panel de incendio	19

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Características y clasificación de combustibles sólidos.....	19
Tabla 2.2 Características y clasificación de combustibles líquidos	29
Tabla 2.3 Características y clasificación de combustibles gaseosos	11
Tabla 2.4 Tipos de fuego	219
Tabla 2.5 Agentes extintores según el tipo de fuego.....	235
Tabla 4.6 Análisis de costo de un sistema de detección de incendio	16
Tabla 4.7 Análisis de costos de materiales Allied.....	33
Tabla 4.8 Análisis de costo de materiales Grinnell	335
Tabla 4.9 Cotización de equipos para el sistema de detección de incendio	335
Tabla 4.10 Costo del personal requerido	16

RESUMEN

El proyecto estableció el estudio y diseño de un sistema de detección de incendios en base a la normativa NFPA - 72, para la empresa Triboilgas Cía. Ltda, su actividad es brindar servicios petroleros, complementado con el mantenimiento de maquinaria pesada, indicó conceptos y terminología obligatorios de las normas y reglamentos para la prevención de incendios que se aplicará en este diseño.

La ausencia de un sistema de detección de incendios en el área de almacenamiento de la empresa (acería, plásticos, madera) y los eventos suscitados a causa de incendios no controlados originados por seres humanos, combinados con elementos de combustión, presentó el planteamiento del sistema de detección de incendios, que incluyó conceptos del código de alarmas contra incendios del Cuerpo de Bomberos de Quito y el código eléctrico de acuerdo a la Ordenanza Metropolitana No. 407; además de contener cálculos financieros para el diseño del sistema, accesorios y selección de los equipos y materiales complementarios, presentados en cuadros con especificaciones técnicas, planos y recomendaciones para el sistema de detección de incendios.

Estimó un costo/beneficio del sistema de detección de incendios en el área de almacenaje de acuerdo a la normativa establecida, y principalmente el diseño radicó en permitir a las personas que realizan labores o utilizan de alguna forma el área de almacenaje y sus alrededores tener la seguridad necesaria para que en caso de existir algún tipo de incendio dentro del lugar se evite pérdidas humanas además de proteger la estructura y materia prima en sus instalaciones.

ABSTRACT

The project established the study and design of a fire detection system based on NFPA - 72, for Triboilgas Cía. Ltda its activity is to provide oil services supplemented with the best maintenance of heavy machinery indicated mandatory concepts and terminology of the rules and regulations for fire prevention that will be applied in this design.

The absence of a fire detection system in the company's storage area (steel mill, plastics, wood) and are the events caused by uncontrolled fires caused by human beings, combined with elements of combustion, presented are the approach of the system is of fire detection, which included concepts of the fire alarm code of the Quito Fire Department and are the electrical code according to the Metropolitan Ordinance No. 407 besides containing financial calculations for are the design of the system, accessories and selection of equipment and complementary materials presented in tables with technical specifications plans and recommendations for are the fire detection of this system.

He estimated a cost / benefit of the fire detection system in the storage area according to the established regulations, and mainly the design was based on allowing people who perform work or use the storage area and its surroundings in some way necessary security so are that if is there is any kind of fire is inside the site human losses are avoided as well as protecting the structure and raw material in its facilities.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como objetivo fundamental el diseño de un sistema de detección de incendios para la empresa Triboilgas Cía. Ltda, el sistema garantizará la seguridad de los trabajadores y los bienes materiales de la empresa en caso de un incendio, para este efecto se dividirá al proyecto en los siguientes capítulos:

El primer capítulo (Fundamento del proyecto) presenta toda la información detallada de los componentes y las bases por las cuales se realizará el diseño, la justificación del por qué es necesario realizar el análisis de seguridad y los objetivos que se deben cumplir en el transcurso del proyecto.

El segundo capítulo (Fundamento teórico) presenta toda la información detallada de los riesgos, técnicas de seguridad industrial y todo lo que respecta a estudios del comportamiento del fuego, sus componentes y las técnicas para sofocarlos además de la descripción de la empresa.

El tercer capítulo (Diseño del sistema de detección de incendio) utilizando la normativa internacional que presenta la NFPA 72 se realiza la elección de los diferentes componentes que constituyen el sistema de alarma y el sistema de detección, al elegir los tipos de detectores, la posición de la alarma y la determinación del cable y tubería a usar para el diseño.

El cuarto capítulo (Análisis financiero) es una valoración del costo de los diferentes elementos del sistema hasta establecer su costo total y el beneficio que tendría para la empresa tanto en lo económico como en la seguridad de sus instalaciones.

Como parte final se incluyen anexos que hacen referencia a las normas aplicadas en el diseño del sistema, además de los planos de la ubicación del sistema de alarma y detección, plano de ruta de evacuación, plano unifilar de la conexión y de las dimensiones del área de almacenamiento.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

Este capítulo describe el problema en la falta de un sistema de alarma y detección de incendios en el área de almacenamiento en la empresa Triboilgas Cía. Ltda frente a la creciente seguridad interna que requieren este tipo de infraestructuras tipo galpón, además contiene antecedentes sobre la metodología del uso de materiales en el área.

1.1 Planteamiento del problema

Para evitar el riesgo de incendios hay que tomar medidas apropiadas las cuales pueden variar de acuerdo a las circunstancias en las cuales ocurra el fenómeno, teniendo en cuenta su evolución y las medidas de seguridad pertinentes además de considerar los factores que puedan incidir en su ocurrencia, es decir, no sólo la parte de los equipos y materiales que se encuentren en el área afectada, sino también las actitudes del trabajador y las medidas administrativas que puede tomar para este tipo de eventualidades.

Las diferentes actividades humanas y laborales, cualquiera que estas sean, están propensas a riesgos y amenazas de todo tipo ya sean naturales o por circunstancias no planeadas, la respuesta ante cualquier tipo de amenaza normalmente es escapar del lugar o área de peligro; es de analizar entonces, la búsqueda de algún tipo de mecanismo que logre apaciguar dicho comportamiento, esto a su vez representará en el evento de un siniestro un factor positivo para combatir el mismo.

De acuerdo a la Constitución de la República del Ecuador desde el año 2016, son deberes primordiales del Estado Ecuatoriano proteger la vida y garantizar a sus habitantes el derecho a una seguridad integral, así como proteger a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, el reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios a través del MIES (Ministerio de Inclusión Económica y Social) dicta que:

Artículo 1. Las disposiciones legales del Reglamento de Prevención, Mitigación y protección contra incendios, serán aplicadas en todo el territorio nacional, para los proyectos arquitectónicos y de ingeniería, en edificaciones a construirse, así como la modificación, ampliación, remodelación de las ya existentes, sean públicas, privadas o mixtas, y que su actividad sea de comercio, prestación de servicios, educativas, hospitalarias, alojamiento, concentración de público, industrias, transportes, almacenamiento y expendio de combustibles explosivos, manejo de productos químicos peligrosos y de toda actividad que represente riesgo de siniestro. (Méndez, 2009)

1.2 Justificación del proyecto

La obligación de prevenir posibles daños dentro del área de almacenamiento de la empresa Triboilgas Cía. Ltda, además de daños a infraestructuras o equipos de diferentes características, así como reducir tiempos de respuesta ante distintas emergencias, disminuir las posibles pérdidas derivadas del combate de incendios y posteriores arreglos para el reinicio de las funciones normales en dicha área de la empresa, tomando en cuenta principalmente el cuidado de la salud de los trabajadores, hace necesario el diseño de un sistema de detección de incendios para contrarrestar este tipo de eventualidades .

Al no tener un margen de respuesta favorable cuando ocurren emergencias cerca de las instalaciones, además, que posea variedad y suficientes herramientas de rápida acción ante la posibilidad de presentarse un incendio, argumenta a que la empresa requiera el análisis de un diseño de un sistema de detección de incendios para lograr una rápida respuesta para el manejo y control de este tipo de riesgos.

Actualmente, la empresa no cuenta con un sistema que permita combatir este tipo de sucesos y reducir los costos y daños que podrían causar dentro del área de almacenaje de la empresa en la sucursal de Tambillo y sus zonas de influencia, una desgracia de este tipo puede afectar en los servicios y actividades que brinda la empresa a sus contratistas llevando a pérdidas económicas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de detección de incendios en el área de almacenaje en la empresa Triboilgas Cía. Ltda aplicando normas NFPA-72.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar el área de almacenaje de la empresa Triboilgas Cía. Ltda, para generar las bases iniciales del sistema de detección de incendios.
- Diseñar la ingeniería en detalle del sistema de detección de incendios en la zona de almacenaje para encontrar el hardware y software necesarios de la propuesta base.
- Estimar un costo/beneficio del sistema de detección de incendios en el área de almacenaje de la empresa Triboilgas Cía. Ltda.

CAPÍTULO 2

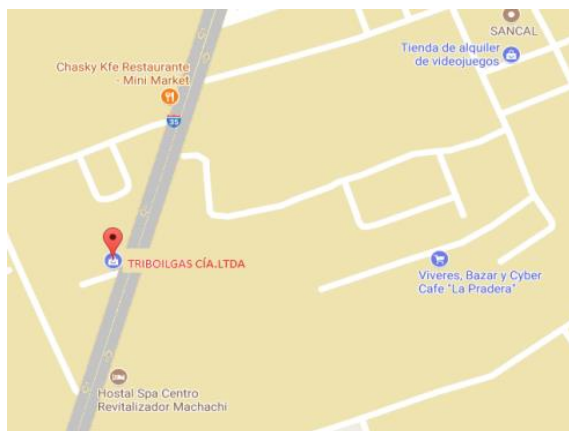
MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se describirá la situación actual de la empresa así como la descripción de las instalaciones de la empresa Triboilgas Cía. Ltda, haciendo énfasis en el área de almacenaje de materia prima, además de contener los principios teóricos en los cuales estará enmarcado el presente proyecto.

2.1 Ubicación geográfica de la empresa

La empresa Triboilgas Cía. Ltda se encuentra ubicada en la provincia de Pichincha en el sector sur de la ciudad de Quito, específicamente en Tambillo en la Panamericana Sur km 22 ½ barrio el Rosal, como se muestra en la Figura 2.1

Figura 2.1 Ubicación geográfica de la empresa Triboilgas Cía. Ltda



Lugar de referencia de la ubicación de la empresa Triboilgas Cía. Ltda, Fuente: (Google Map)

Triboilgas Cía. Ltda es una empresa ecuatoriana creada en 1996 que brinda servicios de reacondicionamiento, perforación y pistoneo de pozos petrolíferos, cumpliendo estándares de calidad dentro de la industria hidrocarburífera, trabaja de manera óptima tanto con empresas privadas como estatales.

2.1.1 Descripción de la zona de almacenamiento

El área de almacenaje en la empresa Triboilgas Cía. Ltda es un galpón de 450 m² con una temperatura de 22°C y humedad del 35% en condiciones controladas y de 12 m de altura el cual fue diseñado para albergar diferentes tipos de repuestos para motores además de equipos de oficina, los equipos almacenados están dispuestos en 2 áreas, la primera es una oficina en la cual se registran todas las entradas y salidas de los repuestos que se utilizan para el mantenimiento de los diferentes activos que posee la empresa y la segunda es donde se encuentran los estantes metálicos con los repuestos.

Las áreas nombradas en el área de almacenaje, en la parte interna consta de 2 estanterías metálicas simples y 4 dobles de 7 m de altura y 1.75 m de ancho, en 6 de ellas se encuentra diferentes tipos de repuestos como abrazaderas, amortiguadores, brocas etc. Hay que nombrar que en la primera estantería se encuentra aceite hidráulico, aceite mineral, aceite sintético, para el uso exclusivo de los montacargas ya que se utilizan para sacar los equipos de mayor peso y que se encuentran a mayor altura los cuales reposan en bases de madera de 50 kg ubicados en el resto de estanterías a lo largo del almacén., como se muestra en la Figura 2.2

Figura 2.2 Estantería en el área de almacenaje



Estructuras metálicas donde se colocan repuestos de maquinaria. Elaborado por: Cristian Toapanta V.

Se presenta el plano arquitectónico en el cual se puede apreciar las dimensiones que tiene el galpón de almacenamiento tanto de las oficinas como el espacio en sí de dicha área, esto servirá para el posterior análisis y así aplicar las normas adecuadas de diseño tanto del cuerpo de bomberos de Quito como las de la National Fire Protection Association – 72. (Ver Anexo 1)

Además se muestra una lista detallada de los equipos y materiales que se encuentran en cada estante en el almacén (Ver Anexo 6 y 7).

La empresa actualmente cuenta con 2 extintores AFFF tipo A y B, 5 extintores de CO₂ y PQS tipo B y C de polvo químico seco PQS multiusos de 14 kg distribuidos en toda el área de almacenaje.

2.2 Seguridad industrial

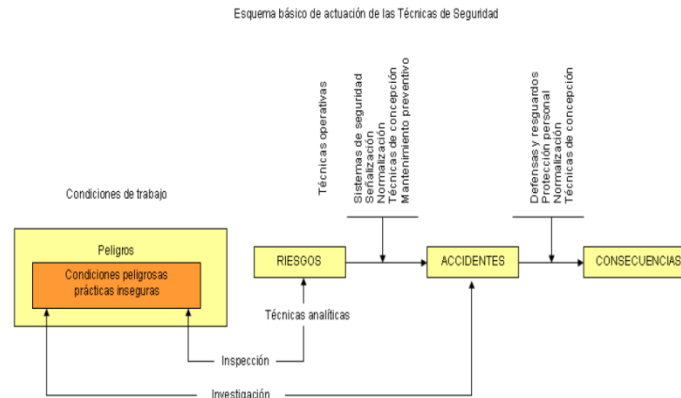
La seguridad industrial aplicada a los riesgos contra incendios son principios, normas, técnicas y conocimientos tecnológicos destinados a evaluar, prevenir, localizar y controlar las causas de los riesgos que puedan producir accidentes laborales que atenten contra la vida e integridad de los trabajadores u ocasione daños destructivos a los bienes físicos de la empresa como equipos e instalaciones .

2.2.1 Técnicas de seguridad en bodegas y almacenes

La empresa posee técnicas de seguridad en las cuales se busca reducir riesgos, eliminar peligros y proteger al trabajador o a la máquina para evitar riesgos, las cuales se aplican dependiendo la etapa en que se encuentre el accidente.

En el siguiente esquema se observa las formas de actuación de las diferentes técnicas de seguridad para afrontar riesgos contra incendio o accidentes de trabajo que se aplican el Triboilgas Cía. Ltda., como se muestra en la Figura 2.3

Figura 2.3 Esquema de las técnicas de seguridad



Técnicas aplicadas en la empresa Triboilgas Cía. Ltda, Fuente: (Manual de seguridad Industrial, Storch de Gracia)

2.3 Clasificación de los riesgos

2.3.1 Riesgos físicos y químicos

Un riesgo físico es la posibilidad de que suceda un accidente por causa de la exposición al ruido, cambios bruscos de presión, temperaturas extremas, vibraciones extremas, iluminación y radiación. Los riesgos químicos se derivan de sustancias que atacan en forma directa los tejidos corporales tales como gases, vapor, líquidos o una combinación de ellos, para ésta evaluación se tomara en cuenta el método Meseri que se lo analizará con más detalle posteriormente. (Rodriguez, 2014)

2.3.2 Riesgo leve (bajo)

Cuando se habla de lugares que contengan combustible clase A se refiere a muebles, decoraciones los cuales se encuentran en edificaciones lugares cerrados como oficinas, salones de clase es decir materiales que no se propaguen rápidamente en caso de fuego o incendios, para este tipo de riesgos el uso de medidas y protección son diferentes por ejemplo en el uso de cierto tipo de extintores como medida básica de seguridad. (Rodriguez, 2014)

2.3.3 Riesgo ordinario (medio)

En todas las empresas dedicadas a servicios petroleros y mantenimiento de maquinaria existe cierta cantidad de combustible ya sea de clase A o inflamables clase B, las cuales pueden estar expuestas en comedores, tiendas de mercancía y almacenamiento es decir donde se manipula equipos que presenten un riesgo, ante este tipo de situaciones se deben tomar medidas que controlen cualquier eventualidad que conlleven posibles causas de fuego o incendio. (P., 2014)

2.3.4 Riesgo extra (alto)

Para este tipo de riesgos es necesario explicar que se refiere a lugares donde la cantidad de combustibles clase A e inflamables Clase B, están presentes en almacenamientos de productos terminados en cantidades que sobrepasan lo estimado y son clasificados como peligrosos en caso de ocurrir accidentes que conlleven fuego o incendio, por lo que los parámetros de seguridad son distintos a los otros riesgos antes mencionados. (P., 2014)

2.4 Evaluación de riesgo

La evaluación de riesgos es un proceso dinámico cuyo objetivo principal es identificar y localizar los peligros y riesgos resultantes de las condiciones de trabajo y de esta manera estimar la magnitud de los riesgos, según el Artículo 1 de la constitución es obligación del empresario el realizar una evaluación de riesgos ya que por medio de la cual se pueden evitar muchos accidentes y daños a la salud de los trabajadores y de bienes, para lo cual se debe hacer una diferencia entre riesgo y peligro. (P., 2014)

- **Peligro:** Cualquier condición de la que se pueda esperar con certeza que cause lesiones o daños a la propiedad y/o al medio ambiente y es inherente a las cosas materiales está relacionada directamente con una condición insegura. (P., 2014)
- **Riesgo:** Es la posibilidad de pérdida y el grado de probabilidad de estas pérdidas, la exposición a una posibilidad de accidentes es definida como correr un riesgo y depende directamente de un acto o una condición insegura. (P., 2014)

2.4.1 Inspección de seguridad y evaluación de riesgos

La evaluación de riesgos que a continuación se plantea pretende detectar posibles riesgos para los trabajadores y eventuales riesgos de incendio, con el objeto de poder disminuir o eliminar los peligros que se asocian en la manipulación y almacenamiento de materiales que allí reposen, la empresa Triboilgas Cía. Ltda al tener un galpón de almacenamiento ha colocado extintores en puntos determinados, pero carece de un sistema fijo contra incendios, la inspección se enfoca en la superficie de trabajo y dimensiones de dicha zona utilizando el método Meseri.

2.4.2 Inspección de instalaciones eléctricas

La inspección estará encaminada en la localización y evaluación de riesgos de las instalaciones que conlleven a posibles cortocircuitos o incluso incendios, esta inspección consiste en un examen o reconocimiento directo de las instalaciones eléctricas para detectar posibles riesgos para los trabajadores, la misma que la puede realizar un técnico encargado de la parte eléctrica de la empresa así como un inspector de seguridad ya que es un formato general que sirve como guía para la correspondiente evaluación, al menos cada 6 meses se debería levantar actas de las deficiencias que deben ser corregidas o mejoradas antes de un proceso de diseño y no tener errores cuando ya estén instalados los equipos eléctricos, el formato recomendado está en el (Anexo 5).

2.5 Química del fuego

Se entiende por fuego a la combinación de un combustible con el oxígeno ambiental proceso conocido como oxidación, entonces el fuego es la liberación de luz y calor el cual al no ser controlado podría llegar a causar varios daños materiales personales.

2.5.1 Tipos de combustible

Los combustibles según su composición y características están clasificados de la siguiente manera.

2.5.2 Combustibles sólidos

Dentro de los combustibles sólidos se puede diferenciar entre naturales o artificiales cada una con sus diferentes características y la clasificación de cada uno de ellos como se muestra en la Tabla 2.1

Tabla 2.1. Características y clasificación de los combustibles sólidos.

Combustibles Sólidos			
Característica	Clasificación	Naturales	Maderas Residuos Vegetales Carbón
* El carbón es el más empleado y se usa como materia prima para la obtención de combustibles líquidos y gaseosos.			
* Las instalaciones más usuales para la combustión de elementos sólidos son las calderas.		Artificiales	Carbón Vegetal Aglomerados, Briquetas Coques
*Se necesita limpiar las cenizas producidas y controlar el proceso de combustión.			

Características de combustibles sólidos. Fuente: (Cárdenas, 2011)

2.5.3 Combustibles líquidos

La mayoría de combustibles líquidos provienen del petróleo, pero también se puede encontrar en alcoholes y residuos que pueden ser utilizados en diferentes procesos, es importante tomar en cuenta que este tipo de carburantes son los más peligrosos ya que emiten gases que afectan en mayor cantidad a las personas involucradas en su alrededor, su clasificación se muestra en la Tabla 2.2 (Valenzuela Neda, 2013)

Tabla 2.2 Características y clasificación de los combustibles líquidos.

Combustibles Líquidos				
Característica	Clasificación	Alcoholes	Naturales Artificiales	
*En calderas se caracteriza por la viscosidad debido a que debe circular por tuberías para ser pulverizado y atomizado en la cámara de combustión.			Residuales	Lejías negras
*Para combustiones con líquidos se emplean para diversas instalaciones tanto generadoras de calor como productoras de energía.			Derivados del petróleo	Gasóleos Fuelóleos

Características de combustibles líquidos, Fuente: (Cárdenas, 2011)

2.5.4 Combustibles gaseosos

Los combustibles gaseosos tienen características muy diferentes a los anteriores combustibles, ya que al ser gaseosos y mezclarse con el aire permiten una mayor intensidad calorífica ya que permite una mayor expansión del incendio como se muestra en la Tabla 2.3 (Valenzuela Neda, 2013)

Tabla 2.3 Características y clasificación de los combustibles gaseosos.

Combustibles Gaseosos			
Característica	Clasificación	Residuales	Fuel - Gas
*Presentan ventajas sobre los sólidos y líquidos por su facilidad de transporte y Almacenamiento.		Gas natural	Diferentes familias
* Mayor poder calorífico debido a la facilidad de mezclarse con el comburente (aire).		GLP	Propanos y Butanos
* El gas natural se emplea en instalaciones De calefacción como en generadoras de energía.		Artificiales o elaborados	Gas de alto horno Gas de coque Gas pobre Gas de agua Gas de ciudad

Características de combustibles gaseosos, Fuente: (Cárdenas, 2011)

2.5.5 Comburentes

Es un elemento que al combinarse con un combustible puede llegar a crear suficiente calor para crear fuego, un ejemplo natural de comburente es el oxígeno que se encuentra en el aire en un 21% en volumen, existen otros como el peróxido de hidrogeno, el ozono.

2.5.6 Energía de activación

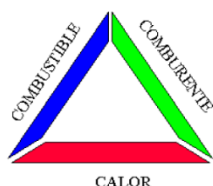
En una empresa hay que tomar en cuenta este punto ya que es la temperatura mínima a que una sustancia (sólida o líquida) debe ser calentada a fin de iniciar una combustión que se sostenga por sí misma independientemente de fuentes externas de calor.

2.6 Triángulo y tetraedro del fuego

El fuego no puede existir sin la conjunción simultánea de combustible (material que arde, comburente (oxígeno del aire) y de la energía de activación (chispas mecánicas, soldaduras, fallos eléctrico, etc.), si falta alguno de estos elementos, la combustión no es posible, a cada uno de estos elementos se los representa como lados de un triángulo. (Estevéz, 2011)

A continuación se representa una combustión sin llama o incandescente, así como existen diferentes modelos para explicar fenómenos físicos, existe un modelo geométrico llamado triángulo de fuego propuesto fundamentalmente para explicar los mecanismos de acción sobre el fuego de los distintos elementos extintores, el fuego se extingue si se destruye el triángulo, eliminándolo o acortando alguno de sus lados, como se muestra en la Figura 2.4

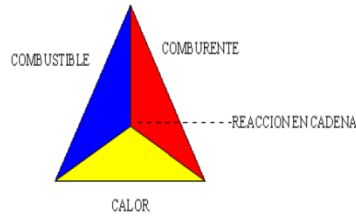
Figura 2.4 Triángulo del fuego



Análisis de Riesgo De instalaciones Industriales, Fuente: (Casal Joaquín, Pág. 128)

Un factor llamado reacción en cadena que interviene de manera decisiva en el incendio, la eliminación de este cuarto factor significa intervenir un proceso químico y por consiguiente habrá una extinción química, aunque además pueda estar presente una extinción física, como se muestra en la Figura 2.5

Figura 2.5 Tetraedro del fuego



Análisis de Riesgo De instalaciones Industriales, Fuente: (Casal Joaquín, Pág. 129)

2.7 Tipos de fuego

Para analizar los diferentes tipos de fuego primero es necesario entender que el comportamiento del fuego depende del combustible que ha iniciado el incendio para lo cual se clasifica el fuego en 4 tipos mostrados en la Tabla 2.4 (Alecop_Group, 2014)

Tabla 2.4 Tipos de Fuego

CLASES DE FUEGO	CARACTERÍSTICA	EXTINCIÓN
	Se origina por la combustión de objetos sólidos como: madera, carbón, papel, tela	Se requiere de enfriamiento, es decir se elimina el componente temperatura través de agua rociada
	El combustible son materias sólidas grasas o líquidos combustibles como: cera, grasas	Se sofoca eliminando el aire, por medio de espuma
	El origen del fuego son los gases inflamables como: acetileno, metano, propano	Se lo puede apagar con extintores para fuegos tipo A o B es decir con sustancias de polvo químico CO2
	Son producidos por metales especiales como: aluminio, polvo, potasio, sodio	Para sofocarlo se requiere extintores especiales

Tipos de fuego. Fuente: (Escudero Serrano, 2011)

2.8 Plan de extinción

La extinción de incendios se basa en tratar de controlar y apagar el fuego, en el menor tiempo posible para así evitar pérdidas humanas y económicas para el lugar donde se generó dicho incendio, mediante el uso de agentes y equipos de extinción. Entre los

equipos más utilizados por la empresa Triboilgas Cía. Ltda se tienen extintores adecuados en cada área según la norma del cuerpo de bomberos de Quito, por lo que los equipos de detección de incendios se deben instalar en áreas donde la propagación del fuego pueda ser rápida y sea necesaria una intervención urgente. (Alecop_Group, 2014)

Figura 2.6 Extintor categoría ABC



Extintores ABC colocados en la empresa Triboilgas Cía. Ltda. Elaborado por: Cristian Toapanta V.

Se presenta la ruta de evacuación para el galpón de almacenaje base Tambillo en el cual se especifica la cantidad y el tipo de extintores que posee el área en sí, además de informar a los trabajadores que ahí desempeñan sus funciones como proceder en caso de una alarma del sistema con ello se puede facilitar las medidas de seguridad. (Ver Anexo 2).

Figura 2.7 Extintor categoría BC



Extintores BC colocados en la empresa Triboilgas Cía. Ltda, Por: Cristian Toapanta V.

Los agentes que se deben tomar en cuenta y son adecuados según el material comburente ya que existen varios fabricantes que proveen estos agentes de extinción contra fuegos, se muestran en la Tabla 2.5

Tabla 2.5 Agentes extintores según el tipo de fuego.

Clase A Materiales Sólidas	Clase B Líquidos Combustibles	Clase C Gases Inflamables	Clase D Metales Especiales
Agua pulverizada	Polvo normal	Cerrar la válvula	Productos específicos
Agua a chorro	Polvo polivalente	Refrigerar el recipiente	
Espuma física	Espuma física	Polvo polivalente	
Polvo polivalente		Polvo normal	
Anhidrido carbónico			

Extintores egun el tipo de fuego, Fuente: (Cardenas,2011)

A continuación se describen los agentes extintores y sus características para la mitigación del fuego.

2.8.1 Polvo químico seco PQS

Existen diferentes tipos de polvo químico como el BC o llamado normal y el polvo ABC o llamado polivalente o anti brasa, el primero antes mencionado polvo BC está compuesto por un 95-98% bicarbonato sódico y aditivos, para evitar el apelmazamiento, facilitar la fluidez y proteger contra la humedad y su posterior uso, la característica de este tipo de polvo químico es que extingue el fuego por sofocación e inhibición de la reacción y su aplicación es la extinción de fuegos clase B.

El polvo ABC tiene otro tipo de componentes como bisulfato amoniaco o fosfato amónico y aditivos para mejorar su capacidad de extinción, su característica es apagar el fuego mediante sofocación e inhibición de la reacción; es decir cuando el combustible es sólido lo recubre e impide que se reinicie el fuego, este tipo de extinción permite apagar fuegos clase A y B, ambos tipos de polvo, BC y ABC permiten o se aplican también para la extinción de fuegos clase C. (Escudero Serrano, 2011)

2.8.2 Anhidrido carbónico

Es también conocido como nieve carbónica, su fórmula química es el CO₂, este gas en condiciones normales es más pesado que el aire, es decir se licúa a una presión aproximada de 62 kg/cm² a 21° y se evapora al salir del extintor absorbiendo calor y provocando un descenso en la temperatura, extingue el fuego por sofocación, se aplica

para la extinción de fuego clase B y para fuegos producidos en instalaciones eléctricas por su mala conductividad. (Escudero Serrano, 2011)

2.9 Normas y códigos de la NFPA-72

La National Fire Protection Association (NFPA) es la fuente de códigos y normas que gobiernan la industria de protección contra incendios y seguridad humana, 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.

La NFPA 72 trata sobre las últimas disposiciones de seguridad para cumplir con la detección de incendios, señalización y las demandas de comunicaciones de emergencia, además del enfoque principal en los sistemas de alarma contra incendios, el código incluye requisitos para los sistemas de notificación masiva utilizados para emergencias climáticas; actos terroristas; biológicos, químicos, nucleares y las emergencias; y otras amenazas.

Las Normas se refieren a la aplicación, instalación, ubicación, funcionamiento, inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de alarma contra incendios, sistemas de estaciones de supervisión de alarmas, sistemas de notificación de alarma de emergencia pública, equipo de alarma de incendios y sistemas de comunicación de emergencia (ECS), y sus componentes, las provisiones se expresan en los requisitos normativos con los métodos de diseño basados en el rendimiento y los requisitos de análisis de riesgos previstos y esenciales para el adecuado diseño e integración de sistemas de notificación masiva, a continuación se redactan algunas de las normas y códigos de la NFPA- 72 versión 2013 aplicados para el diseño en el siguiente capítulo.

- Carpeta 23 de la norma NFPA-72 2014 Instalaciones de alarma contra incendios.

Artículo 23.- Se permitirá que los sistemas de alarma de incendio combinen detección, notificación y funciones auxiliares en un solo sistema o ser una combinación de subsistemas componentes.

- Carpeta 17 de la norma NFPA-72 Inicio de dispositivos:

Artículo 17.- Los dispositivos de iniciación se instalarán de manera que provee accesibilidad para inspecciones periódicas, pruebas y mantenimiento.

Artículo 17.7.- La ubicación de los detectores de humo se basará en una evaluación de posibles fuentes ambientales de humo, humedad, polvo, influencias eléctricas o mecánicas para minimizar las alarmas molestas.

2.9.1 Nivel de evaluación de riesgo método Meseri

Con frecuencia, las inspecciones llevadas a cabo por los gerentes de riesgos exigen de bastante tiempo y de un análisis extenso de datos que posibilitan una adecuada evaluación de los riesgos, en ese sentido, disponer de un método simplificado de evaluación de riesgos puede ser francamente útil a este propósito.

En el Método Meseri se conjugan, de forma sencilla, las características propias de las instalaciones y medios de protección, de cara a obtener una cualificación del riesgo ponderada por ambos factores, ágil y fácil comprensión, el método permite al interlocutor realizar una evaluación rápida durante la inspección y efectuar, de forma casi instantánea, las recomendaciones oportunas para disminuir la peligrosidad del riesgo de incendio.

Método de Cálculo: Una vez completado el correspondiente cuestionario de Evaluación del Riesgo de Incendio se efectuara el cálculo numérico, siguiendo las siguientes pautas: subtotal X, suma de todos los coeficientes correspondientes a los 18 primeros factores en los que aún no se han considerado los medios de protección. Subtotal Y.

Suma de los coeficientes correspondientes a los medios de protección existentes, el coeficiente de protección frente al incendio (P), se calculara aplicando la siguiente formula:

$$P = \frac{5x}{126} + \frac{5y}{26} + 1(BCI) \quad \text{Ec. (2.1)}$$

En caso de existir Brigada Contra Incendio (BCI) se le sumara un punto al resultado obtenido anteriormente, el riesgo se considera aceptable cuando $P \geq 5$.

Se puede identificar cada uno de los valores que se asignaron para poder realizar los cálculos relacionados con la empresa en donde se realizó el diseño además de los cálculos realizados de los factores de construcción y de las instalaciones (X) y los factores de protección (Y) los cuales se reemplazarán en la fórmula del método Meseri para obtener el valor del riesgo de incendio.

Valores obtenidos como resultado 46 para (X) y 33 para (Y) los cuales al remplazarlos en la fórmula nos dan el valor final de evaluación de riesgo (P) de 4,6389 /10 lo que quiere decir que la empresa Triboilgas Cía. Ltda se encuentra en un promedio de regular, por lo que debería realizar una detección automática de incendios en dicha área de evaluación.

La aplicación del método es posible a partir de los datos recabados directamente en una inspección por el técnico que vaya a emplearlo, incluso por otro experto, a partir de un cuestionario de inspección debidamente complementado, su utilidad fundamental puede resumirse en una faceta:

- Facilita el estudio de mejoras de riesgo, mediante las modificaciones adecuadas que hagan subir los coeficientes hasta conseguir un coeficiente P suficiente.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

El presente capítulo contiene el diseño del sistema de detección de incendio en el área de almacenaje en la empresa Triboilgas Cía. Ltda, la constitución de los parámetros y normas de instalación de detección y alarma, el presente diseño se lo realiza en base a la National Fire Protection Association – 72 y las normas del Cuerpo de Bomberos de Quito las cuales fundamentan los criterios generales de diseño.

3.1 Descripción de materiales en la zona de almacenaje

El área de la empresa Triboilgas Cía. Ltda contiene diferentes tipos de materiales como metales, maderas, aceites etc, el mayor riesgo de incendio de la planta se presenta en el área de almacenamiento el cual puede producirse por agentes externos, como la presencia de fuentes de calor como chispas, superficies calientes, llamas, etc. (Ver Anexo 6 y 7)

3.2 Clasificación explosiva de la planta de almacenaje

La detección de indicios de fuego en las instalaciones en la empresa (acería, plásticos, madera) debe hacerse de forma rápida y eficaz, son las características fundamentales de un sistema de detección para de esa forma proteger la vida de las personas y los bienes materiales y así evitar la propagación del incendio, en vista de lo expuesto anteriormente se hace necesario el diseño de un sistema de detección y alarma el cual se desarrolla dependiendo de las fuentes principales de incendio como dicta la norma NFPA 13 que es:

- 36% Fumar sin cuidado (cigarrillos mal apagados)
- 25% Explosiones de combustibles (Almacenamiento de combustible cerca de chimeneas calentadores etc.)
- 15% Fuego de objetos incandescentes (candelas , fósforos)
- 14% Sobre cargas de dispositivos eléctricos y cortocircuitos
- 7% Calentamiento de Objetos (Equipos eléctricos)
- 3% Otros

Figura 3.9 Diamante de materiales explosivos

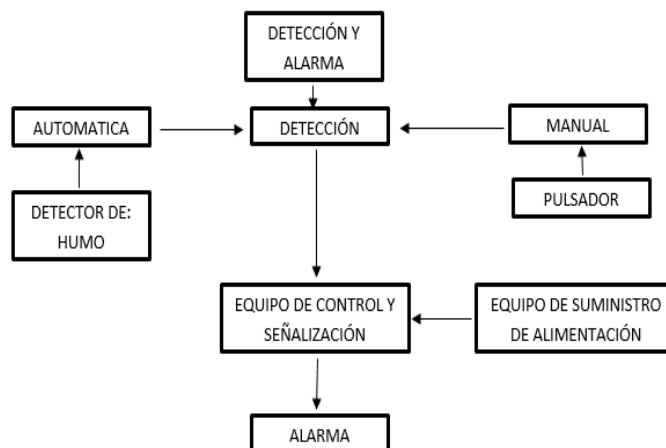


Nivel de riesgo de materiales, Fuente: (Méndez A, pág. 125,2013)

3.3 Sistema de detección de fuego

El sistema de detección debe ser automático debido a que necesita ser vigilado de manera permanente y accionado con rapidez, por lo que en el diseño para la empresa se optó por una mayor seguridad aumentando con 2 sistemas que son: detección automática y detección humana, el diagrama de orientación a seguir en caso de la detección de fuego en el diseño propuesto, como se muestra en la Figura 3.10

Figura 3.10 Orientación del Sistema de Detección de Incendio.



Esquema del sistema manual y automático, Por: Cristian Toapanta V.

3.4 Instrumentación para el diseño

La implementación de un sistema de control de los equipos es muy importante para poder garantizar la seguridad y la eficiencia de una planta, gracias a este sistema, se controlan todas las variables que intervienen en el proceso y que podrían afectar a este por lo tanto, se asegura la calidad, la viabilidad y la seguridad, a continuación se redactará la forma adecuada según los códigos de la norma NFPA-72 para utilizar los diferentes equipos y dispositivos en el diseño.

3.4.1 Detector de humo

Se debe elegir teniendo en cuenta a detectores y sus mejores aplicaciones, por lo que se elige el detector de humo con gradiente de ionización con base intercambiable y piloto indicador de alarma para el diseño, ya que este tipo de detectores son accionados por la variación de humo que provoca un incendio, también se consideró las condiciones y materiales que almacenan en el área es el más adecuado.

Para el diseño se seleccionó el detector de humo iónico con base intercambiable y piloto indicador de alarma modelo 1800-S de Sovica Electronics C.A, diseñado para localizar las manifestaciones de humo cuando se produce incendios y envía una señal de alerta a la central de control.

La ubicación de un detector es crítico como indica la norma 17.7.3.2.1 de la carpeta 17 de la norma NFPA-72 2014, establece que para detectores de humo deberán ser ubicados en las paredes laterales a una distancia entre 4 a 12 pulg del techo. (Ver Anexo 8)

El espaciamiento entre detectores se realiza en base al artículo 17.7.3.1.2 que indica la altura, tipo de techo y la sensibilidad de los dispositivos por lo que tenemos lo siguiente:

En el techo existente en el área de almacenaje son techos circulares tipo galpón a dos aguas, el espaciamiento y ubicación para este tipo de techo deben tener una fila de detectores ubicados a 3 pies cada uno, se puede observar en la (Tabla 17.6.3.5.1) la

reducción del espacio de detección de calor/humo basado en altura del techo para realizar el diseño correcto. (Ver Anexo 10)

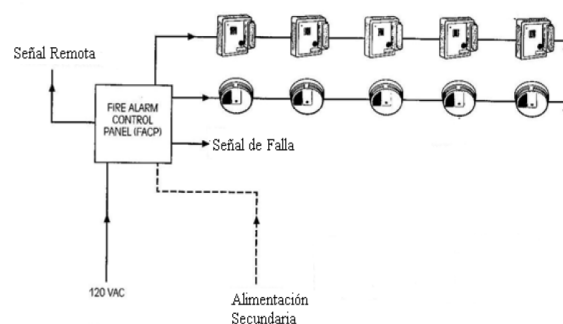
Instalación y Montaje: El espaciamiento requerido entre detectores se los desarrolla de acuerdo al apéndice B de la NFPA- 72 código 17.7.3.2.3.1, dicho apéndice se basa en pruebas de incendio a escala real no debe exceder los 9 pies, la altura del techo de la estructura que conforma el área de almacenamiento es de 14 m, de acuerdo al código 17.6.3.5.1 el espaciamiento registrado para los detectores de humo es especificado por el fabricante según el apartado en el (Anexo 11).

De acuerdo a las características del detector mostrados el espaciado registrado es de 5.6 m entre cada detector, para un área de vigilancia promedio a 25m^2 se utilizarán 18 sensores debido a que el área del almacén es de 450m^2 . (Ver Anexo 4)

3.4.2 Panel de control

Después de saber el número de sensores a utilizar en el diseño se procede a elegir el panel adecuado es decir, que permita la conexión de 18 detectores de humo en serie en cada línea con alimentación de 120 AC, la conexión tiene que ser como se muestra en la Figura 3.12

Figura 3.12 Detectores y alarma con panel de control.



Detectores en línea de conexión, Fuente: (Escudero Serrano, 2011).

Mostrando la conexión desde el panel de control el cual para el diseño es marca Bosch fdp- 7024 con montaje sobre caja metálica con puerta acristalada y cerradura de

seguridad, con módulo de alimentación, rectificador de corriente y cargador, batería de 24 V, módulo de control con indicador de alarma, avería y conmutador de corte de zonas, monitorea constantemente la integridad de cada circuito, con este tipo de conexión se puede conectar hasta 20 detectores, algunas características del panel de control son:

- Dos circuitos de apartado de notificación IDC (Circuito de Dispositivos de Iniciación) integrados con un suministro de alimentación interno compartido y regulado de 24 V, 4 A.
- Cuatro zonas de iniciación hasta 20 detectores de humo de dos cables por zona.

Acercas del circuito de dispositivos de iniciación (IDC) es el más común en los paneles contra incendios, conectan los dispositivos de iniciación (normalmente abiertos), por medio de dos cables al módulo IDC localizado en el panel de control, al final de la línea se conecta una resistencia a la que se le llama resistencia de final de línea ELR, por lo que el módulo IDC detecta una caída de voltaje en la línea. (Ver Anexo13)

En operación normal el módulo IDC trabaja de la siguiente manera:

- Al estar los contactos normalmente abiertos, no hay flujo de corriente a través de estos, por lo que toda la corriente fluye a través de la resistencia, esto ocasiona una caída de voltaje la cual es censada constantemente por el módulo IDC, siempre que el módulo IDC detecte una caída de voltaje este operara en condición normal.

En operación de alarma el módulo IDC trabaja de la siguiente manera:

- El contacto normalmente abierto se cierra ya sea por acción automática o manual en caso de incendio, con esto el circuito se cierra creando que sea el mismo voltaje tanto en la terminal positiva como en la negativa, y al no haber diferencia de potencial no fluye corriente a través del circuito, el módulo IDC detecta esta condición e inmediatamente el panel de control activa la alarma.

3.4.3 Pulsador manual

Se activan de forma manual por personas por lo que se consideran aparatos de detección humana por ello se eligió para el diseño el modelo Pucar el cual debe ser ubicado cada 100 m, la persona que detecte el incendio debe activar el pulsador de alarma contra incendios más cercano y avisar inmediatamente al departamento de seguridad, el código 17.4.9 establece que los pulsadores deben estar convenientemente distribuidos y señalizados para su fácil localización por lo que se utilizará estaciones de acción simple con vidrio de seguridad. (Ver Anexo 14)

- Pulsador fácilmente armable mediante el accionamiento del interruptor amarillo de la cara frontal.
- Tapa protectora transparente de la cara de accionamiento para evitar pulsaciones accidentales.
- Reconocimiento visual inmediato del estado de alarma por la activación permanente del led y el disparo de una lengüeta de color amarillo en la parte inferior de la cara de accionamiento.

3.4.4 Sistema de alarma

El objetivo del sistema de alarma audible es transmitir y alertar al personal de la presencia de fuego en el área de almacenamiento, para emprender alguna acción para limitar las consecuencias del incendio, el sistema puede ser accionado automáticamente por la central de control o desde cualquier sector donde una persona descubra el incendio por lo que se debe instalar alarmas audibles, pulsadores de alarma.

Las alarmas de tipo acústico son muy versátiles porque permite una rápida recepción a todos los trabajadores, funciona desde un punto de control se colocan en una área que facilite la transmisión de una señal perceptible en todas las instalaciones preferentemente en espacios altos que permitan percibir la señal en las instalaciones, los componentes que conforman el sistema de alarma para el área de almacenamiento son:

- Los pulsadores deben estar provistos de dispositivos de protección que impidan su activación involuntaria.
- La instalación del sistema de alarma debe ser alimentada como mínimo por dos fuentes de suministro, la principal proviene de la red eléctrica de la empresa y la segunda podrá ser específica para esta instalación o común en otras de protección contra incendio.

Para el caso de alarmas sonoras para sistemas de incendio en el artículo 18.4.3.1 estas deberán ser capaces de emitir un sonido suficiente como para despertar a un habitante dormido, por ello la notificación deberá ser una señal de 15 dB mayor al nivel del sonido ambiente.

Para el nivel de almacenes y bodegas el nivel máximo de ruido que se podría tener es de 55dB, y en el caso que se tengan obstáculos como paredes en medio o puertas, se tendrá que tomar como una reducción de 15 dB a la señal audible esto para puertas, y en el caso de paredes se deberá tomar una reducción mayor, dependiendo el grosor de la pared o muro, para el diseño se utilizará sirena de alarma de incendio color rojo para montaje interior, con señal óptica y acústica, alimentación a 24 V, presión sonora de 110 dB a 1 m y consumo de 120mA. (Ver Anexo 17)

3.5 Cable para la conexión de instrumentos

Todos los cables, ductos, cajas de unión y detectores deberán ir sujetos de la estructura del galpón, en el caso que se esté trabajando con cielo suspendido el detector se puede instalar con tubería flexible como la EMT, siempre y cuando se instalen los soportes respectivos en el cartón del cielo suspendido.

Las líneas que conectan a los detectores entre sí y a la central configurando el sistema, deberán cumplir estrictamente con las normas de la NFPA 70, todos los sistemas de alarma de incendios deberán ser canalizados en tubería o canaleta metálica, independiente de cualquier otro sistema eléctrico, lo más alejado posible de cables eléctricos de potencia y de otras fuentes de interferencia electromagnética.

El cable a utilizar deberá ser del tipo específico para sistemas de detección y alarma de incendios, no se permitirá el uso de cable telefónico ni cable utilizado para redes informáticas, para la conexión del dispositivo final y el circuito correspondiente, se deberá utilizar cajas de conexión y canalización flexibles.

El plano del sistema general es en el que se especifica las rutas de conexión que tiene cada circuito es decir ya están establecidos en diagramas técnicos dependiendo la marca y modelo del panel de control que se utilice.

En el caso del diseño para Triboilgas Cía. Ltda todos los cables van por una tubería pegada a la pared tipo EMT (Electrical Metallic Tubing) de $\frac{1}{2}$ o $\frac{3}{4}$ pulg y el cable a utilizar es unipolar H07V-K con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm de sección con aislamiento de PVC (V), siendo su tensión asignada de 450/750 V. (Ver Anexo 3)

CAPÍTULO 4

COSTO/BENEFICIO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO

El presente capítulo contiene el estudio de factibilidad económica que proporcionaría la implementación de un sistema de detección de incendios; determinando límites razonables, costos y beneficios alcanzables, a fin de racionalizar y optimizar los recursos además de evaluar contratos de servicios propuestos por empresas y/o asesores externos, a fin de determinar su procedencia, realizar los ajustes correspondientes y/o emitir recomendaciones en función a las necesidades planteadas.

4.1 Costo del sistema de detección de incendios

Para establecer los costos de un sistema de detección de incendios se debe tomar en cuenta algunos factores que pueden aumentar o disminuir la inversión dependiendo el tipo de materiales que se utilicen así como la mano de obra, tuberías etc, en este capítulo se analizará los precios de los materiales que actualmente están en el mercado además de cotizar con proveedores locales para conocer el tiempo y entrega de los suministros industriales para el sistema en sí, se muestra los parámetros a tomar en cuenta en la Tabla 4.6 (Rus, 2008)

Tabla 4.6 Análisis de costos de un Sistema de Detección de Incendios.

Costos del Proyecto	Detalle
Materiales	Requeridos para el montaje del sistema contra incendios.
Equipos Importados	Básicamente son los que conformen en la lista que no estén en stock.
Equipos Alquilados	Son equipos como soldadura, andamios, herramientas etc.
Mano de Obra	Montadura de tuberías, equipos y honorarios.
Alarma y Detección	Equipos de control automático.

Parámetros para el análisis. Elaborado por: Cristian Toapanta V.

4.2 Costos de materiales

Cuando se habla de materiales contra incendios se debe referir a ellos como elementos que contribuyen a la protección contra el fuego y los riesgos que puede llegar a causar si no se lo controla por ello se detallará a continuación una comparación entre dos marcas con diferentes características tanto de conexión como de instalación, se darán a conocer los distintos dispositivos que se pueden adquirir según las necesidades del diseñador, como se muestra en la Tabla 4.7 y 4.8 (Rus, 2008)

Tabla 4.7 Análisis de costos de materiales marca Allied

ALLIED			
No.	Descripción	Material	Precio/Unitario (usd)
1	Tubería 1/2'' sch40 smls	A-795	1.51
2	Tubería 1/2'' sch42 smls	A-106	3.20
3	Tubería 1/2'' sch80 smls	A-135	4.82
4	Tubería 1/2'' sch82 smls	A-53	5.21
5	Codo 1/2'' std BE 90	510-S	8.67
6	Codo 1/2'' std BA 90	501-S	9.37
7	Codo 1/2'' std BE 45	519-S	12.32
8	Codo 1/2'' std BA 45	535-S	14.30
9	Tee 1/2'' std BE	A-105	80.42
10	Tee 1/2'' std BA	A-112	90.78

Tuberías y accesorios. Elaborado por: Cristian Toapanta V.

4.3 Evaluación de costo del diseño

Para determinar el costo que en el proyecto constituye la inversión en el sistema de prevención de incendios, se parte de la evaluación del riesgo, luego se determinan los recursos necesarios para prevenir incendios, dando mayor cobertura a las áreas que presenten mayor riesgo, para posteriormente cotizar dichos recursos e instalación de los mismos, como se muestra en la Tabla 4.9

Tabla 4.9 Cotización de los equipos para el Diseño de Detección de Incendios.

Cotización del Diseño			
No.	Descripción	Material	Precio/Unitario (usd)
1	Central de detección	Bosch	467.82
2	Batería de 12 V y 7 A	Atton	48.78
3	Tubo rígido de PVC	IP	183.61
4	Cable unipolar	H07V-K	168.75
5	Pulsador de alarma	510-S	555.12
6	Sirena de alarma	350 mA	177.64
7	Detector de humo iónico	Sovica	958.32
		Subtotal	2560.04
		Total	2944.14

Equipos para el diseño, Elaborado por: Cristian Toapanta V.

4.4 Análisis costo – beneficio

Los recursos son de carácter limitado al momento de satisfacer los deseos ilimitados dentro de la sociedad, por lo cual para conseguir algo debemos estar dispuestos a renunciar a otra cosa que también deseamos tomando decisiones entre alternativas, la relación costo-beneficio es una lógica o razonamiento basado en el principio de obtener los mayores y mejores resultados, es un planteamiento formal para tomar decisiones que cotidianamente se nos presentan, la relación costo beneficio está dada por:

$$\text{Costo/beneficio} = \frac{\text{costo}}{\text{beneficio}} \quad \text{Ec. (4.2)}$$

Para el caso en estudio, el costo representa el dinero que la empresa perdería en caso de un siniestro, es decir todos los daños ocasionados tanto en infraestructura como en indemnizaciones al personal, los beneficios es todo rubro que al implementar el

sistema de prevención de incendios se protegería y salvaría, es decir costo de maquinaria, infraestructura y vidas humanas.

Para lo cual es importante determinar en primera instancia el costo de las propuestas de los sistemas de detección de incendios, y luego en base a los montos asegurados determinar el valor que salvaguardará el sistema propuesto.

Para obtener los disparos se debe comparar las tres señales modulantes con la portadora, para así obtener los pulsos de disparo o señal spwm, la Figura 4.5 observamos cómo están sincronizadas las señales para realizar la comparación, como el osciloscopio al ser solo de dos canales se puede observar solo la señal portadora con una señal modulante.

4.4.1 Costos

Para determinar el costo que en el proyecto constituye la inversión en el sistema de detección de incendios, se parte de la evaluación del riesgo, luego se determinan los recursos necesarios para prevenir incendios, dando mayor cobertura a las áreas que presenten mayor riesgo, para posteriormente cotizar dichos recursos e instalación de los mismos, para el cálculo de los costos, es importante diferenciar los costos directos, de los indirectos.

a) Costos Directos:

- Costo de las horas perdidas utilizadas en labores de evacuación y rescate tanto de brigadistas, mandos, como compañeros en general
- Costo de las horas dedicadas por diferentes miembros de la jerarquía de la empresa a la investigación del siniestro.
- Costo de las horas dedicadas a acompañar a las visitas de los organismos oficiales con motivo del siniestro.

b) Costos Indirectos:

- Costos por la pérdida de imagen a causa del accidente laboral.
- Costos por pérdida de contratación, cuando se valora la integración de la prevención de riesgos.

- Costos de conflictos laborales: deterioro en las relaciones laborales entre los trabajadores y con la empresa.

La NFPA, año tras año, mantiene cifras sobre el costo del fuego en cada país del mundo, señala que para contabilizar el costo del fuego a nivel país, se debe tomar en cuenta los costos directos: daños a la propiedad, costo de formación en la carrera de bomberos, los costos netos de coberturas de seguros, nueva infraestructura para prevención de incendios, costo a tomar en cuenta si se pagaría a los bomberos voluntarios y el costo de los bomberos y personas civiles que pierden la vida o quedan lesionados a causa del fuego.

4.3 Beneficios

Existen rubros de fácil cuantificación, como lo son infraestructura, maquinaria, materias primas, en sí, bienes tangibles asegurables, cuyo valor monetario se lo lleva controlado en la contabilidad de la compañía, son estos rubros los que constituyen los beneficios al ser los bienes protegidos por el sistema de prevención de incendios, más el valor de vidas humanas protegidas es un rubro incuantificable, pero que se lo debe tomar en cuenta al momento de calcular los bienes salvaguardados.

Para el caso en estudio, el costo representa el dinero que la empresa invertiría en el diseño e implementación del sistema contra incendios, los beneficios es todo rubro que al implementar el sistema de prevención de incendios se protegería y salvaría, es decir costo de maquinaria, infraestructura.

El costo que se obtuvo al cotizar los materiales y mano de obra necesarios fue la suma de 8435,37 dólares y el dato del beneficio que la empresa tendría de acuerdo a la información que brindo contabilidad es el valor de 175534,53 dólares, al remplazarlos se obtendría:

Tabla 4.10 Costo del personal requerido

No	PERSONAL	CANTIDAD	COSTO/HORA (usd/hora)	TIEMPO (h)	COSTO (usd)
1	Ingeniero de Montaje	1	12	240	2880
2	Jefe de Instalación	1	8	240	1920
3	Ayudante Instalador 1	2	5	240	1200
				TOTAL	6000

Personal a contratar. Elaborado por: Cristian Toapanta V.

$$\text{Costo/beneficio} = \frac{8435.37}{175534.53} \quad \text{Ec. (4.2)}$$

$$\text{Costo/beneficio} = 0,04805553 \times 100\%$$

Es decir, la inversión de un sistema de detección de incendios en la empresa Triboilgas Cía. Ltda que dé cumplimiento a la normativa de la NFPA 72 vigente, corresponde al 48 % de los beneficios que el siniestro brindará, concluyendo que al final de una implementación la empresa asegura una correcta forma de controlar el fuego en caso de incendio.

CONCLUSIONES

El método simplificado de evaluación de riesgo Meseri del documento de Cuerpo de Bomberos de Quito 2016 de seguridad contra incendios, indicó que el nivel de riesgo (p) es de 4,6389/10 es decir, el valor mínimo de seguridad en un área de almacenaje que tiene una superficie que excede los 500 m² por lo que aumentar los factores de seguridad y crear el diseño de detección de incendios es necesario para la empresa.

La comparación a escala real de los materiales listados en el almacén de la empresa Triboilgas Cía. Ltda (Anexo 6) mediante la norma No. 231 de la NFPA (norma de almacenaje general interior), permitió identificar al detector de humo iónico modelo 1800-S el adecuado para el diseño del sistema de detección de incendios, en consecuencia su ubicación se valoró conjuntamente con la distribución del almacenaje, determinando las necesidades de protección según las indicaciones que se incluyen en las especificaciones del grupo 2 o 3 según la norma No. 13 de la NFPA (materiales almacenados a poca altura).

La metodología de análisis y caracterización de materiales llevó a determinar que el comportamiento ante el fuego es categoría media según el valor de 5/10 registrado en los factores de activación de la evaluación de riesgo esto y la distribución al almacenarlos es fundamental para el diseño del sistema de detección de incendios, al tener repuestos de maquinaria pesada las estadísticas de la National Fire Protection Association NFPA manifiestan que la carga térmica (Q) en la combustión son el 25% de las pérdidas humanas y el 45% en bienes materiales en áreas de almacenamiento.

El sistema de detección y alarma de incendios fue diseñado para operar en forma automática las 24 horas al día los 365 días del año, al mandar una señal de alarma por incendio al tablero central de alarmas, permitiendo la evacuación segura de las personas que se encuentren el área de riesgo y que el cuerpo de seguridad de la empresa se entere inmediatamente del conflicto, localice el área afectada con precisión y acuda a ella a la brevedad posible a tratar de sofocar el conato de incendio.

El beneficio del diseño de un sistema de detección de incendios para la empresa Triboilgas Cía. Ltda es el 0.48% que representa el costo de inversión (8435,37 usd)

en comparación al monto a salvaguardar tanto en bienes (175534,53 usd) como pagos a incurrirse en caso de siniestro, financieramente el proyecto es viable, por tal razón, representa el primer incentivo para considerar al diseño una inversión rentable más que un gasto.

RECOMENDACIONES

El desarrollo de programas profesionales basados en la norma NFPA de seguridad contra incendios para personal de la empresa representaría un elemento decisivo para la evolución de la seguridad contra incendios, se recomendaría capacitaciones y cadenas de cooperación con el cuerpo de bomberos local, todas estas iniciativas y mejoras serían elementos decisivos en caso de siniestros de incendio en la empresa.

Para la instalación se debe considerar que la alimentación propuesta en este sistema es de 12 Vdc por lo que no presenta inconveniente en que se la lleve en la misma ductería que el lazo de control, pero en caso de llevar señal de alimentación ac, deberá independizarse las tuberías.

En caso de usar otros dispositivos de otros fabricantes es necesario estudiar sus características técnicas y de operación para determinar si pueden interactuar con el módulo de control elegido para el presente proyecto, por ejemplo existen ciertos dispositivos que requieren una alimentación reinicialable para regresar a su estado normal.

Parte de la tubería AMT galvanizada que resguarda los cables de instalación de los detectores por razones de seguridad debe ser enterrada para evitar accidentes laborales y especialmente protegerla de la acción de las llamas de incendio.

Para futuros proyectos se recomienda indicar que el techo del área de almacenamiento debe ser rediseñado para una correcta instalación de diferentes dispositivos electrónicos, que actualmente al ser de doble agua presenta cierta incomodidad en cuanto a las dimensiones y forma en lo que respecta a la distancia de éste con los techos verticales.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, M. (20 de 05 de 2014). *Educación*. Obtenido de Método Meseri:
<http://es.slideshare.net/alfredfer/metodo-meseri>
- Association, N. F. (2013). *NFPA 10 Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios*. Bogotá D.C: OPCI.
- Bomberos, C. d. (2015). *Prevención de Incendios: Sistema de Detección y Alarma Contra Incendios*. Quito: RTQ.
- C. Mullin, R., & Simmons, P. (2011). *ELECTRICAL WIRING*. New York: DELMAR.
- Cardenas, Y. (15 de 01 de 2011). *Sistema de identificación de sustancias, materiales y desechos peligrosos*. Obtenido de El rombo de la NFPA 704:
<http://es.slideshare.net/YACARLA/sustancias-peligrosas-6581464>
- Entrena Gonzáles, F. J. (2014). *UF0565: Eficiencia energética en las instalaciones de calefacción y ACS en los edificios*. Málaga: IC.
- Escudero Serrano, J. (2011). *Almacenaje de Productos*. Madrid: Paraninfo.
- INEN, I. E. (2013). Protección Contra Incendios . En INEN, *Protección Contra Incendios* (pág. 7). Quito.
- Méndez, P. V. (02 de 04 de 2009). *REGLAMENTO DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS*. Recuperado el 17 de 10 de 2016, de MINISTERIO DE INCLUSION ECONOMICA Y SOCIAL:
<http://www.bomberosriobamba.gob.ec/cbr2014/images/bomberos/normativa/REGLAMENTO%20DE%20PREVENCIN%20MITIGACIN%20Y%20PROTECCIN%20CONTRA%20INCENDIOS.pdf>
- Neira Rodríguez , J. A. (2008). *Instalaciones de Protección Contra Incendios*. Madrid: Fundación Confemetal.
- NFPA. (2013). *Código nacional de Alarmas de Incendio*. NFPA.
- Quintela Cortes, J. (2008). *Instalaciones Contra Incendios*. Barcelona: UOC.
- Social, M. d. (2012). *Prevención de Riesgos Laborales*. Madrid: Textos Legales.
- Valentín Labarta, J. L. (2012). *Automatismos Industriales*. San Sebastián, España: Donostiarra.

ANEXOS

Anexo 5: Normas para los Detectores de Humo NFPA 72

17.7.1.6 Se instalarán detectores de humo en todas las zonas de acuerdo con otras leyes, códigos o normas vigentes u otras partes de este código.
17.7.1.7 Selección y colocación de detectores de humo deberá tener en cuenta tanto las características de rendimiento del detector y las áreas en las que se van a instalar los detectores instalados para prevenir alarmas molestas o un funcionamiento incorrecto después de la instalación.
17.7.1.9 * La ubicación de los detectores de humo se basará en un evaluación de posibles fuentes ambientales de humo, humedad, polvo, o humos, e influencias eléctricas o mecánicas, para <u>minimizar las alarmas molestas</u> .
17.7.3.1.2 El diseño deberá tener en cuenta la contribución de los siguientes factores para predecir la respuesta del detector a los incendios previstos a los que el sistema está destinado a responder: (1) Forma y superficie del techo (2) Altura del techo (3) Configuración de contenidos en el área protegida (4) Características de combustión y probable relación de equivalencia de los incendios previstos en relación con las cargas dl área protegida (5) Ventilación del compartimento (6) <u>Temperatura ambiente, presión, altitud, humedad y atmósfera</u>
17.7.3.2.1 * Los detectores de humo de tipo puntual deberán estar situados en el techo o en una pared lateral, entre el techo y 12 pulg. (300 mm) desde el techo hasta la parte superior del detector.
17.7.3.2.3.2 <u>En todos los casos, las instrucciones publicadas por el fabricante Se seguirán.</u>
17.7.3.2.3.3 Se permitirá el uso de otro espaciamiento dependiendo en la altura del techo, condiciones diferentes o respuesta requisitos.
17.7.3.2.3.1 * En ausencia de un diseño específico basado en el rendimiento aplicables, se aplicará uno de los siguientes requisitos: (1) La distancia entre los detectores de humo no deberá exceder el espaciamiento nominal de 9 pies (9 pies)

(Association, 2013)

Anexo 6: Normas para dispositivos de humo Departamento de Bomberos de Quito.

Regla Técnica Metropolitana RTQ
7.1. Cuando lo requiera esta Ordenanza, la instalación de un sistema de detección y alarma de incendios implica que sus dispositivos, tanto de iniciación como de notificación, estén conectados y controlados por un panel central de control de incendio. El panel deberá estar instalado de acuerdo a la norma NFPA 72 Código Nacional de Alarmas de Incendio.
7.2. El panel principal de control de incendio deberá estar instalado en una ubicación atendida permanentemente.
7.3. Las siguientes funciones, deberán ser manejadas por el panel central de control de incendio: a) Señal para activar el sistema de evacuación de humos cuando aplique. b) Control de señales audibles y visuales.

(Bomberos, 2015)

Anexo 7: Tabla 17.6.3.5.1 Reducción del Espacio de Detección de Calor/

Ceiling Height Above		Up to and Including		Multiply Listed Spacing by
ft	m	ft	m	
0	0	10	3.0	1.00
10	3.0	12	3.7	0.91
12	3.7	14	4.3	0.84
14	4.3	16	4.9	0.77
16	4.9	18	5.5	0.71
18	5.5	20	6.1	0.64
20	6.1	22	6.7	0.58
22	6.7	24	7.3	0.52
24	7.3	26	7.9	0.46
26	7.9	28	8.5	0.40
28	8.5	30	9.1	0.34

(Association, 2013)

Anexo 8. Normas para detectores automáticos NFPA – 72

National Fire Protection Association
17.4.10 * Si la intención es iniciar una acción cuando el humo / fuego amenaza a un objeto o espacio específico, se permitirá que el detector esté instalado cerca de ese objeto o espacio.
17.5.3.1 Cobertura Total (Completa). Donde sea requerido la cobertura total incluirá todas las habitaciones, salones, áreas de almacenamiento, sótanos, áticos, <u>lofts</u> , anaqueles con subdivisiones y espacios accesibles, así como el interior de todos los armarios, ascensor ejes, escaleras cerradas, pozos de montacargas y toboganes.
17.5.3.1.3 No se requerirán detectores debajo de la rejilla abierta en techos si se cumplen todas las condiciones siguientes: (3) Las aberturas constituyen por lo menos el 70 por ciento del área material del techo.
17.6.3.5.1 * En techos de 10 pies a 30 pies (3.0m a 9.1 m) de altura, el calor y espaciamiento del detector se reducirá. En estos casos, se seguirán las instrucciones publicadas por el fabricante para el punto de alarma y espaciamiento apropiados.
17.6.3.5.2 * Espaciamiento Mínimo. El espaciamiento mínimo de humo/calor no se exigirá que los detectores sean inferiores a 0,4 veces altura del techo.
17.6.3.6 * En un detector de humo deben ser listados por no menos de 50 pies (15.2 M) espaciamiento.

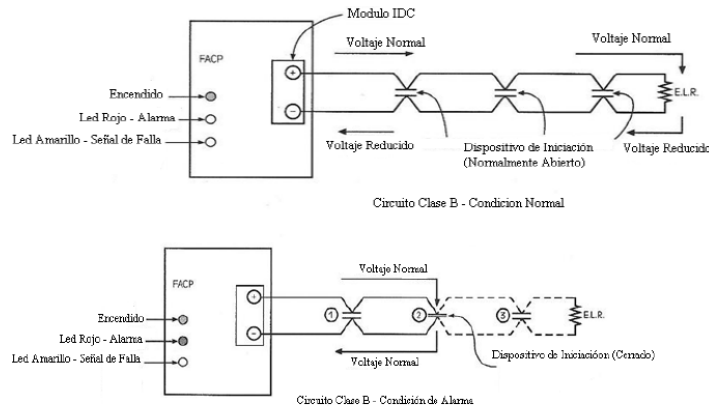
(Association, 2013)

Anexo 9. Normas para dispositivos Iniciadores del Departamento de Bomberos

National Fire Protection Association
17.4.4 Los dispositivos de iniciación se instalarán de manera que provee accesibilidad para <u>inspecciones periódicas, pruebas y mantenimiento.</u>
17.4.5 Se instalarán dispositivos de iniciación en todas las áreas, compartimentos o lugares donde sea requerido por otras Leyes, códigos o normas.
17.4.7 Donde se instalen detectores de humo en lugares ocultos más de 10 pies (3,0 m) por encima del piso terminado o donde el detector o el indicador de supervisión del detector no es visible para el personal que responde a los detectores, se proporcionará con una alarma remota o una indicación de supervisión en un lugar aceptable para la autoridad competente.

(Association, 2013)

Anexo 10. Circuito IDC clase B utilizado en el panel Bosch 7024



(C. Mullin & Simmons, 2011)

Anexo11. Normas para pulsadores manuales NFPA – 72

National Fire Protection Association
17.4.9 * Cuando se requiera en el código 17.4.7 a menos que el detector específico, señal de alarma o de supervisión está indicada en el unidad de alarma remota o indicadores de supervisión deberán instalarse en un lugar accesible y deberán estar claramente indicados por su función como cualquier dispositivo o equipo asociado con cada detector.
* De acuerdo a las recomendaciones de la NFPA 72 la distancia máxima entre dispositivos no debe exceder los 61m en un solo plano.
* La ubicación de no debe exceder los 1,4m del nivel del piso.

(Association, 2013)

Anexo 12. Normas para pulsadores manuales del Departamento de Bomberos

Regla Técnica Metropolitana RTQ
a) Se deberá proporcionar un pulsador manual de alarma contra incendio en las vías naturales de acceso a la salida y cerca de cada salida requerida.
b) Cada pulsador manual de alarma de incendios deberá ser accesible, sin obstáculos y claramente visible. Este pulsador podrá ser protegido por una caja transparente, la cual deberá permitir el accionamiento del pulsador, sin tener que utilizar herramientas ni llaves.
c) Serán instalados a una altura no menor de 1.22 m. ni mayor de 1.70 m. sobre el nivel de piso terminado, medidos hasta el centro del dispositivo.

(Bomberos, 2015)

Anexo 13. Normas para dispositivos audibles Departamento de Bomberos de Quito

Regla Técnica Metropolitana RTQ
Los dispositivos audibles de notificación de alarma deberán estar distribuidos de manera tal que sean escuchados por encima del nivel de ruido ambiental promedio, en condiciones normales de ocupación.
a) Los dispositivos audibles de notificación de alarma deberán producir señales que sean distintas de las señales auditivas usadas para otros fines en el mismo edificio.
b) Las señales audibles en habitaciones deberán tener una intensidad sonora de mínimo 75 decibeles medidos a la altura del techo.

(Bomberos, 2015)

Anexo 14. Normas para los dispositivos audibles NFPA – 72

National Fire Protection Association
18.4.1.2 * El nivel de presión sonora total producido por la combinación del nivel de presión acústica ambiental con todos los avisos audibles los aparatos que funcionen no excederá de 110 dB a la distancia mínima de audición.
18.4.1.3 * Sonido procedente de fuentes normales o permanentes, duración superior a 60 segundos, se incluirán cuando se mida el nivel de sonido ambiental máximo.
18.4.1.4.1 * El diseñador del sistema de notificación audible identificará las salas y espacios que tendrán notificación audible y aquellos en los que no se proporcionará una notificación audible.
18.4.3.1 * Para garantizar que las señales audibles sean claros al oído, deberán tener un nivel sonoro de al menos 15 dB por nivel medio del sonido ambiente o 5 dB por encima del nivel sonoro que tenga una duración de al menos 60 segundos, Es mayor medida a 5 pies (1,5 m) sobre el suelo en la zona requerido por el sistema utilizando la escala ponderada (DBA).

(Association, 2013)

Anexo 15. Detector de Humo Iónico.



VISTA " A "

VISTA " B "

...EL DETECTOR IONICO modelo: 1800-S de **SOVICA ELECTRONICS C.A.** ha sido diseñado para focalizar las manifestaciones de humo cuando se produce incendio y enviar una señal de alerta a la central de incendio.

CARACTERISTICAS :

- * Voltaje de alimentación : Entre 10 y 32 V DC.
- * Funciona por "consumo" (se utilizan solo dos cables).
- * Consumo de corriente en espera: 15 µA.
- * Consumo de corriente en alarma: 1 milido hasta 80 mA.
- * Resiste corrientes de aire hasta de 750 mts. por minuto.
- * Posee una base que facilita su instalación
- * Protección contra excesos de corriente.
- * Sensibilidad: 1.5% de humo.
- * Cámara estable de ionización unipolar.
- * Dimensiones : 13 cm de Diámetro y 8 cm de alto.

ESQUEMA DE CONEXIONES:



1
CARACAS, 09/04/2006 2

(Cardenas, 2011)

Anexo 16. Pulsador de alarma manual Pucar.



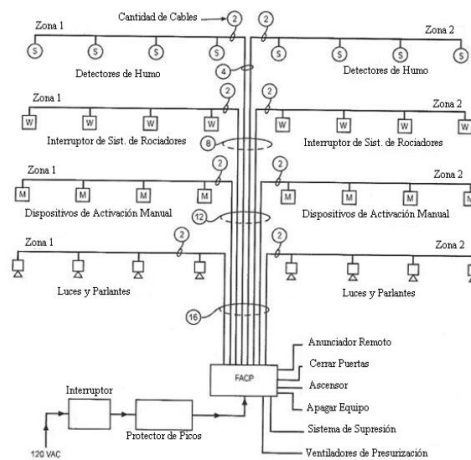
(Cardenas, 2011)

Anexo 17. Panel contra incendio Bosch FPD- 7024.



(Cardenas, 2011)

Anexo 18: Cableado de los dispositivos



(C. Mullin & Simmons, 2011)