

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

Tema:

Diseño de un sistema de protección contra incendio según las normas de la Asociación Nacional de Protección Contra Incendios N° 70-72 en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

AUTOR:

Torres Vargas, Ronald Yorman

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

TUTOR:

Meléndez Rangel, Jesús Ramón, PhD

Guayaquil, Ecuador

03 de septiembre del 2024



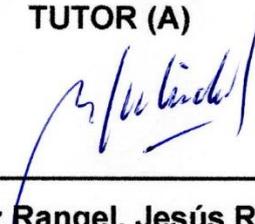
UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
INGENIERÍA ELÉCTRICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Torres Vargas, Ronald Yorman**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero en Electricidad**.

TUTOR (A)

f. 

Ing. Meléndez Rangel, Jesús Ramón, PhD

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 

Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo, PhD

Guayaquil, a los 03 días del mes de septiembre del año 2024



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

INGENIERÍA ELÉCTRICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Torres Vargas, Ronald Yorman

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Diseño de un sistema de protección contra incendio según las normas de la Asociación Nacional de Protección contra incendios N° 70-72 en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Electricidad**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

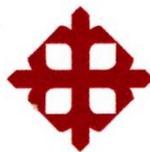
Guayaquil, a los 03 días del mes de septiembre del año 2024

EL AUTOR (A)

f.

Ronald Torres Vargas

Torres Vargas, Ronald Yorman



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Torres Vargas, Ronald Yorman**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Diseño de un sistema de protección contra incendio según las normas de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios N° 70-72** en la **Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 03 días del mes de septiembre del año 2024

EL AUTOR:

f. 
Torres Vargas, Ronald Yorman



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
INGENIERÍA ELÉCTRICA

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

TESIS Ronald Yorman Torres

0%
Textos sospechosos

1% Similitudes (ignorado)
0% similitudes entre comillas (ignorado)
0% entre las fuentes mencionadas (ignorado)
2% Idiomas no reconocidos (ignorado)

Nombre del documento: TESIS Ronald Yorman Torres.docx	Depositante: Jesús Ramón Meléndez Rangel	Número de palabras: 10.700
ID del documento: c4fbc1f14f9e232d232d5a33b14fd6695b28e545	Fecha de depósito: 21/8/2024	Número de caracteres: 72.311
Tamaño del documento original: 4.26 MB	Tipo de carga: interface	
Autores: []	fecha de fin de análisis: 21/8/2024	

Ubicación de las similitudes en el documento:

CERTIFICADO COMPILATIO

Reporte Compilatio del trabajo de titulación de la carrera de **Electricidad**, denominado: **“Diseño de un sistema de protección contra incendio según las normas de la Asociación Nacional de Protección contra incendios N° 70-72 en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil”**, del estudiante **TORRES VARGAS, RONALD YORMAN**, se encuentra al 0% de coincidencias.

Atentamente,

Ing. Meléndez Rangel, Jesús Ramón, PhD
Docente Tutor

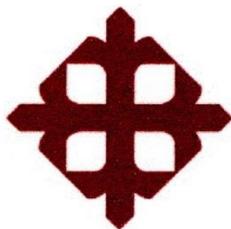
AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a mi familia, mi esposa e hijos por darme ánimos para culminar mi etapa de pregrado.

Así mismo agradezco a la UCSG por los conocimientos adquiridos durante mi etapa de estudiante universitario, en ese mismo sentido a mi tutor Dr. Jesús Ramón Meléndez Rangel, por haber compartido sus conocimientos y experiencias en la dirección en contenido y forma para desarrollar esta importante investigación del área de la ingeniería de riesgos y la ingeniería eléctrica.

DEDICATORIA

Así mismo dedico el presente trabajo de titulación a mis padres, que sin ellos no sería posible llevar a cabo mi formación profesional. Dedico este trabajo de grado a mi familia que son el motor que me impulsa a seguir cumpliendo metas personales



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
INGENIERÍA ELÉCTRICA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.  _____

ING. BOHÓRQUEZ ESCOBAR, CELSO BAYARDO, PHD

DIRECTOR DE CARRERA

f.  _____

ING. UBILLA GONZÁLEZ, RICARDO XAVIER, MSC

COORDINADOR DE TITULACIÓN

f.  _____

ING. PEÑAFIEL OLIVO KETY JENNY, MSC

OPONENTE

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
RESUMEN	XV
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 Antecedentes	3
1.2 Planteamiento del Problema.....	4
1.3 Justificación del problema	7
1.4 Objetivos.	11
1.4.1 Objetivo General.....	11
1.4.2 Objetivos Específicos.	11
1.5 Hipótesis general.....	12
2. MARCO TEÓRICO.....	13
2.1 Bases teóricas	13
2.1.1 Origen de la norma NFPA-72.	13
2.1.2 Medidas de seguridad contra incendios y eventos adversos. .	13
2.1.3 Aparatos, equipos y sistemas de protección contra incendios.	15
2.1.4 Compuertas cortafuegos y humos (fire damper)	23
2.1.5 Señalización	24
2.1.6 Sistema de cableado	25

2.1.7	Clasificación de riesgo.....	26
2.2	Marco referencial.....	27
2.3	Marco legal.....	30
2.3.1	Regla Técnica Metropolitana RTQ 6/2021	30
2.3.2	Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios	33
2.4	Marco conceptual	35
3.	METODOLOGÍA	37
3.1	Perspectiva metodológica de la investigación.....	37
3.1.1	Investigación exploratoria	38
3.1.2	Investigación descriptiva.....	39
3.1.3	Método inductivo	40
3.1.4	Modalidad de la investigación: Proyecto de innovación	40
3.2	Etapas del Diseño de la Propuesta.....	41
4.	PROPUESTA DE DISEÑO.....	47
4.1	Título	47
4.2	Desarrollo de la propuesta.....	47
4.3	Ubicación.....	55
4.4	Presupuesto.	56
	CONCLUSIONES	60
	RECOMENDACIONES	61
	ANEXOS	68

Anexo 1: Clasificación de riesgos – NFPA 13	69
Anexo 2: Nueva propuesta. Sistema de alarmas- Planta Baja General	70
Anexo 3: Nueva propuesta. Sistema de alarmas - Planta Alta General	71
Anexo 4: Nueva propuesta. Sistema de alarmas - Planta Baja – Módulos 1 y 2.....	72
Anexo 5 : Nueva propuesta. Sistema de alarmas- Planta Baja-Módulos 3 y 4.....	73
Anexo 6: Nueva propuesta. Sistema de alarmas - Planta Baja-Módulos 5 6 y 7.....	74
Anexo 7: Nueva propuesta. Sistema de alarmas - Planta Alta- Módulos 4 y 5.....	75
Anexo 8: Nueva propuesta. sistema de alarmas - Planta Alta- Módulos 6 y 7.....	76
Anexo 9: Nueva propuesta. Sistema de alarmas - Diagrama de conexiones.....	77
Anexo 10: Nueva propuesta. Sistema de alarmas - Detalles generales ...	78
Anexo 11: Memoria Técnica Sistema de alarma y señalización	79
Anexo 12: Sistema de extinción - Diseño Hidráulico Módulos 1-7	87
Anexo 13: Sistema de extinción – Planta Baja	88
Anexo 14: Sistema de extinción – Planta alta.....	89
Anexo 15: Memoria Técnica Sistema Hidráulico	90
Anexo 16: Plan de emergencia (Rutas de evacuación y escape)	104

Anexo 17: Planificación Detallada para el Plan de Emergencia Contra Incendios.....	107
Anexo 18: Declaración y Autorización	101
Anexo 19: Repositorio nacional de Ciencia y Tecnología	Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Esquema de control de la FACU	16
Figura 2	Detector de humo	18
Figura 3	Detector de humo por ionización	20
Figura 4	Detector de humo fotoeléctrico	21
Figura 5	Detector de humo dispersión de luz fotoeléctrico	21
Figura 6	Detector de humo de ocultación de luz fotoeléctrica	22
Figura 7	Compuertas cortafuegos y humos (fire damper)	23
Figura 8	Señalización según NFPA	24
Figura 9	Instalaciones de cable canalizado	25
Figura 10	Metodología para el desarrollo del sistema de protección	37
Figura 11	Algoritmo de la metodología propuesta	45
Figura 12	Evaluación de fuentes potenciales de incendio.	48
Figura 13	Tablero bomba Jockey	51
Figura 14	Ubicación de la propuesta	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Separación de rociadores contra incendios.	52
Tabla 2	Presupuesto para la implementación del Sistema de detección y alarmas	52
Tabla 3	Presupuesto para la implementación del Sistema de detección y alarmas (Cont.)	53
Tabla 4	Presupuesto para el Sistema de detección de incendio	54
Tabla 5	Presupuesto para el Sistema de detección de incendio (Cont.).	55
Tabla 6	Presupuesto total para el Sistema de protección contra incendio	55

RESUMEN

La seguridad contra incendios es una preocupación primordial en las instituciones educativas, donde la protección de vidas humanas, bienes materiales y la continuidad de las actividades académicas son de vital importancia, de ahí la importancia de formular propuestas en este sentido. El presente estudio tiene como objetivo diseñar un sistema de protección contra incendios conforme a las normas de la Asociación Nacional de Protección contra Incendio N° 70-72 para la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, a partir de la implementación de una metodología inductiva, por medio de la aplicación de técnicas tanto descriptivas así como exploratorias para determinar la situación actual del problema. Como resultado del presente trabajo de grado, se obtiene una propuesta completa con la descripción de los elementos constitutivos del sistema así como su presupuesto. El estado actual de los sistemas de protección contra incendios en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo presenta deficiencias debido a su obsolescencia, los componentes eléctricos y electrónicos, fueron analizados para su respectiva inclusión en la propuesta de mejora. Por estas razones se propuso un sistema integral de protección contra incendios, junto con protocolos de evacuación, basado en las Normas NFPA 72 y NFPA 70.

Palabras Claves: *Incendio, NFPA 70, NFPA 72, incendio, alarma, hidráulico*

ABSTRACT

Fire safety is a primary concern in educational institutions, where the protection of human lives, material goods and the continuity of academic activities are of vital importance, hence the importance of formulating proposals in this regard. The present study aims to design a fire protection system in accordance with the standards of the National Fire Protection Association (NFPA 72-70) for the Faculty of Technical Education for Development of the Catholic University Santiago de Guayaquil, based on the implementation of an inductive methodology, through the application of both descriptive and exploratory techniques to determine the current situation of the problem. As a result of this degree work, a complete proposal is obtained with the description of the constituent elements of the system as well as its budget. The current state of the fire protection systems at the Faculty of Technical Education for Development presents deficiencies due to their obsolescence, the electrical and electronic components were analyzed for their respective inclusion in the improvement proposal. For these reasons, a comprehensive fire protection system was proposed, along with evacuation protocols, based on NFPA 72 and NFPA 70 Standards.

Keywords : *Fire, NFPA 70, NFPA 72, fire, alarm, hydraulic*

1. INTRODUCCIÓN

La seguridad contra incendios es la máxima prioridad de cualquier institución educativa, ya que garantiza la protección de la vida humana, la propiedad y la infraestructura. En este contexto, la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo enfrenta importantes desafíos, ya que la diversidad de actividades y materiales dentro de su campo aumenta el riesgo de accidentes por incendio. Por lo tanto, es necesario desarrollar un sistema de protección contra incendios que cumpla con los estándares internacionales más estrictos, como los de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA 72-70).

La norma NFPA 70, National Electrical Code [NEC] (NFPA, 2024) y la norma NFPA 72, National Fire Alarm and Signaling Code (2022) [NFPA 72] traducida al español como el Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización y la National Electrical Code (NEC, 2020) [NFPA 70] describen medidas específicas para la instalación y mantenimiento de sistemas de detección y alarma de incendios para garantizar su efectividad y confiabilidad. Estas normas proporcionan un marco técnico que guía el diseño, implementación y operación de sistemas de protección contra incendios y se adapta a las necesidades específicas de cada edificio y uso. La aplicación de estas normas es importante para reducir la vulnerabilidad a los incendios y mejorar las capacidades de respuesta de las instituciones educativas.

Este trabajo no es sólo para proteger los recursos y asegurar la continuidad de las actividades académicas, sino también para el bienestar general de la comunidad académica. Finalmente, el éxito de esta medida

puede replicarse en otras agencias, promoviendo la adopción generalizada de métodos de extinción de incendios basados en estándares internacionales.

1.1 Antecedentes

Los edificios contra incendios se consideran como uno de los desastres y emergencias más comunes y devastadores. Salvar los edificios escolares contra incidentes como el fuego es muy importante ya que los estudiantes son muy vulnerables a los incidentes, especialmente al fuego (Hesam et al., 2020). La seguridad contra incendios es una preocupación primordial en las instituciones educativas, donde la protección de vidas humanas, bienes materiales y la continuidad de las actividades académicas son de vital importancia. Los incendios plantean riesgos importantes, que incluyen la pérdida de vidas, la destrucción de bienes y efectos adversos sustanciales en la economía. Por lo tanto, la priorización de la seguridad contra incendios en las estructuras de los edificios debe ser adoptada por todas las partes interesadas pertinentes, incluidos los propietarios de los edificios, las autoridades y el público en general (Alfalah et al., 2023).

En este contexto, la implementación de sistemas de protección contra incendios se convierte en una medida esencial para mitigar los riesgos asociados a posibles siniestros. La Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil no es la excepción, y la necesidad de contar con un sistema robusto y eficiente se hace evidente ante el creciente número de estudiantes, personal y recursos involucrados en sus operaciones diarias.

Las normas de la National Fire Protection Association (NFPA, 2022b), específicamente las NFPA 72 y NFPA 70, proporcionan un marco detallado y riguroso para el diseño, instalación, funcionamiento y mantenimiento de sistemas de protección contra incendios. Estas normativas, reconocidas internacionalmente, se basan en décadas de investigación y experiencia en el campo de la seguridad contra incendios, estableciendo directrices claras para la detección temprana de incendios, la activación de alarmas, el control de humos y la extinción de llamas. El objetivo principal de esta tesis es diseñar un sistema de protección contra incendios para la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, cumpliendo con las especificaciones de las normas NFPA 72-70. Este diseño se enfocará en proporcionar una cobertura integral y efectiva que garantice la seguridad de los ocupantes y la protección de las instalaciones.

1.2 Planteamiento del Problema

Adoptado en los 50 estados de EE. UU. y alrededor del mundo, el NFPA 70, Código Eléctrico Nacional (NEC, es el referente para el diseño, la instalación y la inspección eléctrica segura, con el fin de proteger a las personas y la propiedad de los peligros de la electricidad (NFPA, 2022b).

La primera NFPA surgió de una primera reunión sobre normas de rociadores. Los estatutos de la Asociación, establecida por primera vez en 1896, encarnan el espíritu del proceso de desarrollo de normas. El artículo 2 de estos estatutos establece en parte: “Los propósitos de la Asociación serán promover la ciencia y mejorar los métodos de protección y prevención de incendios, seguridad eléctrica y otros objetivos de seguridad relacionados; para obtener y difundir información y promover la educación y la investigación

sobre estos temas; y asegurar la cooperación de sus miembros y del público para establecer salvaguardias adecuadas contra la pérdida de vidas y propiedades (NFPA, 2022b).

Los incendios son considerados una amenaza significativa en el mundo, tales consecuencias terminan en la pérdida de la vida humana, la propiedad y el medio ambiente, dando como resultado graves pérdidas sociales, económicas y ambientales. Cabe destacar que, para atenuar tales riesgos, es crucial contar con sistemas de protección contra incendios seguros y con un buen funcionamiento. Las normas de la National Fire Protection Association (NFPA) 72 y 70 establecen directrices rigurosas para la instalación, el funcionamiento y el mantenimiento de estos sistemas, cubriendo aspectos como la detección temprana de incendios, la activación de alarmas, el control de humos y la extinción de llamas. Estas normas se basan en décadas de investigación y experiencia en el campo de la seguridad contra incendios, y son ampliamente reconocidas a nivel internacional como referencia en la materia.

Comúnmente, las instituciones y empresas ven a un sistema de protección contra incendio y a un plan de emergencia como gasto innecesario. Olguín (2022), plantea que el objetivo primordial es reducir los riesgos que surgen al detectar un incendio y permitir una rápida respuesta del personal. Se ha demostrado que una empresa o institución que no cuenta con un sistema de detección y alarma de incendios y un plan de emergencia pone en peligro la vida de todos los presentes. Cuando suceden estos incidentes, a menudo las pérdidas de la propiedad pueden ser totales, y revertir esta

situación es casi imposible desde el punto de vista económico, sin mencionar la pérdida de empleos que esto causaría.

La problemática de esta investigación es la variabilidad en la implementación y el cumplimiento de las normas NFPA 72 y NFPA 70, y cómo esta variabilidad impacta la eficacia de los sistemas de protección contra incendios. Aunque las normas proporcionan un marco detallado para la instalación y el mantenimiento, las diferencias en interpretación, recursos disponibles y supervisión regulatoria pueden resultar en sistemas que no operan de manera óptima.

Un diseño e instalación errónea de los sistemas de detección y alarma de incendios pueden ser una causa significativa de fallas en el diseño e instalación de sistemas de detección y alarma de incendios, esto incluye la falta de cobertura adecuada, en lugares incorrectos y la elección de equipos inapropiados, podemos incluir también la falta de mantenimiento adecuado de los sistemas de protección contra incendios es otra causa crítica de fallos en la detección y control de incendios, por consiguiente la detección y notificación tempranas son cruciales para activar otros sistemas de protección contra incendios, como los rociadores automáticos. Si estos sistemas no se activan a tiempo, el incendio puede propagarse más rápidamente, causando mayores daños materiales.

El diseño de un sistema de protección contra incendio en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, según las normas NFPA 72-70, enfrenta diversas variables que interfieren en su eficacia. Estas incluyen factores técnicos y operativos, como el diseño adecuado del sistema, la correcta instalación y el mantenimiento

regular, así como variables contextuales y de cumplimiento, como la adherencia a las normativas NFPA, la disponibilidad de recursos económicos y técnicos, y la supervisión y control regulatorio. La variabilidad en la interpretación y aplicación de las normas, junto con las limitaciones que puedan existir en recursos y la ausencia de supervisión adecuada, puede resultar en sistemas de protección contra incendios que no operan de manera óptima, aumentando los riesgos de fallos operativos, daños materiales y amenazas a la vida humana en caso de incendio.

1.3 Justificación del problema

La seguridad contra incendios es una preocupación principal en cualquier edificio, especialmente en instituciones educativas donde las personas se concentran en cantidad y la protección tanto de las personas como de la propiedad es de suma importancia. La Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil alberga un gran número de estudiantes, así como personal docente y administrativo, lo que incrementa la responsabilidad de asegurar un entorno seguro.

En Ecuador, al igual que en muchos otros países, las regulaciones locales pueden no ser tan específicas o estar tan actualizadas como las normas internacionales. La Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) se erige como el organismo de referencia a nivel mundial en cuanto a normas de seguridad contra incendios. Las normas NFPA 72 y NFPA 70 gozan de reconocimiento global por establecer estándares rigurosos e integrales para la instalación de sistemas eléctricos y de protección contra incendios, respectivamente.

La Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) es una organización sin fines de lucro fundada en los Estados Unidos en 1896. Su misión principal es promover estándares, prácticas y leyes de seguridad para reducir los efectos nocivos del fuego y otros peligros. Entre sus principales funciones está el desarrollo de códigos y regulaciones: La NFPA es conocida por establecer mejoras en las prácticas para la prevención de incendios, seguridad en la construcción y prevención de riesgos eléctricos, materiales peligrosos y automatización.

Promueve el profesionalismo y la calidad en la implementación de procedimientos de seguridad al ofrecer un programa de certificación para profesionales de seguridad contra incendios y certificación para organizaciones que cumplen con los estándares NFPA. Con relación a la seguridad pública, las normas NFPA están diseñadas para proteger la vida y la propiedad mediante el establecimiento de normas técnicas basadas en investigaciones y datos científicos. La NFPA desempeña un papel importante en la mejora de la seguridad pública a través de sólidos estándares técnicos, educación y promoción, pero enfrenta desafíos en la implementación y adaptación a los diferentes requisitos de seguridad del mundo moderno.

La norma NFPA 70, National Electrical Code [NEC] (NFPA, 2024) y la norma NFPA 72, National Fire Alarm and Signaling Code (2022) [NFPA 72], son dos normas principales creadas por la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) que cubren áreas específicas de seguridad y protección contra incendios relacionadas con sistemas eléctricos y de comunicaciones.

Esta norma especifica los requisitos para el diseño, instalación, prueba, inspección, mantenimiento y uso de sistemas de señalización de emergencia y alarma contra incendios. Algunos de los puntos principales de NFPA 72 son los tipos de sistemas, lo cual define los diferentes tipos de sistemas de alarma contra incendios, como sistemas de detección de humo, sistemas de alarma por voz, sistemas de megafonía, etc.

Determina cómo se instalan y configuran los equipos de detección y alarma para garantizar la detección temprana y la notificación efectiva en caso de incendio u otra emergencia. Sobre el mantenimiento y pruebas, establece procedimientos para el mantenimiento regular y las pruebas funcionales del sistema para garantizar que el sistema continúe funcionando. La NFPA 72 es importante para garantizar que los sistemas de alarma contra incendios cumplan con los estándares necesarios para proteger la vida y la propiedad contra incendios y otras emergencias.

Con relación a las NFPA 70, se puede acotar que corresponden al Código Eléctrico Nacional (NEC), es una norma que está relacionada con instalaciones eléctricas en edificios, estructuras y áreas exteriores. El código proporciona pautas detalladas para el diseño, instalación y mantenimiento seguros de sistemas eléctricos, que incluyen disposiciones de cableado, es decir determina cómo instalar conductores eléctricos, equipos eléctricos y equipos para reducir incendios, descargas eléctricas y accidentes. Y otros problemas.

Sobre la seguridad y protección, estas normas incluyen medidas de protección contra sobrecargas, cortocircuitos, fallas a tierra y otros problemas eléctricos que representan un peligro para las personas y la propiedad. Con

relación a la inspección y mantenimiento, establece estándares para la inspección y el mantenimiento periódicos de los sistemas eléctricos para garantizar su correcto funcionamiento en el tiempo. Las NFPA 70 se usa ampliamente en los Estados Unidos y se utiliza como referencia en otros países para establecer requisitos de seguridad eléctrica.

Sobre la justificación para la realización de este trabajo, se puede acotar que posee justificación práctica, debido a que en la actualidad las instalaciones de La Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, presentan deficiencias con relación al estado actual de los dispositivos, así como en la actualización de los protocolos de seguridad, que por tratarse de una institución de educación superior, estos deben ser actualizados e implementados cada cierto periodo de tiempo, de ahí la utilidad de llevar a cabo este tipo de estudio.

El objetivo principal de este trabajo es diseñar un sistema de protección contra incendios que cumpla con las normativas NFPA 72 y 70, adaptado a las necesidades de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo. Este diseño servirá como modelo de referencia para futuras instalaciones en otras facultades y edificios de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, elevando así los estándares de seguridad de la institución.

La implementación de estándares reconocidos internacionalmente puede mejorar la reputación y confianza de la Universidad y atraer a más estudiantes, demostrando que la institución prioriza la seguridad. Por tanto, este trabajo se justifica por la necesidad de proteger vidas y bienes mediante un sistema de protección contra incendios robusto y eficiente, acorde a normas internacionales. No solo mejorará la seguridad en la Facultad de

Educación Técnica para el Desarrollo, sino que también establecerá un precedente positivo para otras instituciones en el país, subrayando el compromiso de la Universidad con la excelencia y la seguridad.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo General.

Diseñar un sistema de protección contra incendios conforme a las normas de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios N° 70-72 para la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Ecuador.

1.4.2 Objetivos Específicos.

1. Evaluar el estado actual de los sistemas de protección contra incendios en las instalaciones de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo
2. Describir componentes eléctricos y electrónicos de los sistemas avanzados de detección de incendios, como detectores de humo y calor, asegurando que cubran todas las áreas de riesgo.
3. Describir componentes eléctricos y electrónicos de los sistemas de notificación temprana, incluyendo alarmas audibles y visuales, para asegurar una advertencia rápida y efectiva a todos los ocupantes en caso de incendio.
4. Proponer un sistema integral de protección contra incendios junto con protocolos de evacuación y respuesta ante emergencias.

1.5 Hipótesis general.

La implementación de un sistema de protección contra incendios basado en las normas NFPA 72 y NFPA 70 en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil mejorará significativamente la seguridad contra incendios de la institución, reduciendo los riesgos de daños materiales y personales en caso de un evento de incendio.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Bases teóricas

2.1.1 Origen de la norma NFPA-72.

La principal autoridad en sistemas de prevención de incendios se encuentra en la NFPA (National Fire Protection Association), registrada mundialmente por su responsabilidad en la expansión de información decisiva, datos precisos y estándares rigurosos en seguridad contra incendios y defensa de vidas. Con sede en Quincy, Massachusetts, EE.UU., la NFPA, establecida en 1896, es una entidad internacional dedicada a desarrollar normativas destinadas a salvaguardar a las personas, sus propiedades y el entorno natural contra el riesgo de incendios (NFPA, 2022b).

2.1.2 Medidas de seguridad contra incendios y eventos adversos.

Los lugares de trabajo deben ser diseñados y construidos para facilitar el control de situaciones de emergencia, especialmente en caso de incendio, y permitir la rápida y segura evacuación de los empleados cuando sea necesario. Además, deben estar equipados con dispositivos adecuados para combatir incendios. Las diversas instalaciones presentes en el lugar de trabajo también influirán en los medios e instalaciones de protección activa contra incendios. Esto se debe a que, para ciertos tipos de instalaciones, su normativa específica puede incluir requisitos más estrictos para la provisión de ciertos medios de protección contra incendios. Además, es necesario verificar que no exista legislación autonómica y local que imponga requisitos más estrictos que los establecidos en la normativa del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo [INSST](INSST, 2019).

El correcto funcionamiento de los medios técnicos y humanos es crucial para el éxito de cualquier acción preventiva o de extinción de incendios. Las diferentes normativas que aprueban el reglamento de instalaciones de protección contra incendios, establecen entre otras, las condiciones que deben cumplir los aparatos, equipos y sistemas, así como su instalación y mantenimiento, utilizados en la protección contra incendios. Estos reglamentos abarcan entre otros, los siguientes aspectos (FREMAP, 2024):

- Instaladores.
- Mantenedores.
- Instalación, puesta en servicio y mantenimiento.
- Características e instalación de los aparatos, equipos y sistemas de protección contra incendios.
- Relación de normas UNE de obligado cumplimiento.
- Mantenimiento mínimo de las instalaciones de protección contra incendios.

En la planificación de edificaciones, es obligatorio adoptar una serie de medidas de seguridad contra incendios y eventos adversos para garantizar la protección de las personas y los bienes. Estas medidas incluyen la instalación de pulsadores de alarma y difusores de sonido, sistemas de descargas estáticas atmosféricas (pararrayos) en estructuras metálicas, organización de brigadas de supresión de incendios, utilización de materiales ignífugos y muros cortafuego, protección de instalaciones para cocina, mantenimiento de sistemas y equipos de prevención, diseño de puertas de emergencia adecuadas, y adopción de medidas específicas según el riesgo de ignición y acumulación de materiales combustibles en las edificaciones, todo ello con el

objetivo de garantizar la seguridad integral y minimizar los riesgos para el entorno (Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2009).

2.1.3 Aparatos, equipos y sistemas de protección contra incendios.

Estos dispositivos forman parte de las instalaciones de protección activa contra incendios, que incluyen un conjunto de equipos, sistemas y componentes, ya sean manuales o automáticos, cuya función es detectar, controlar y/o extinguir incendios, facilitar la evacuación de los ocupantes y prevenir la propagación del fuego, minimizando así las pérdidas humanas y materiales (INSST, 2019).

2.1.3.1 Panel principal de detección de incendio.

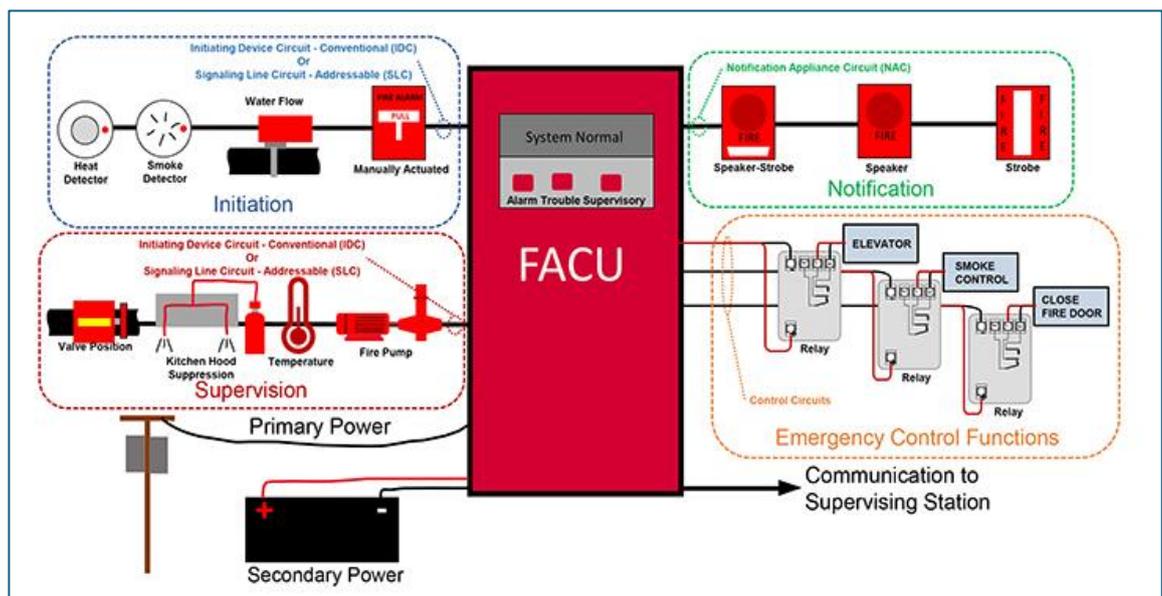
Los sistemas de detección de incendios son altamente efectivos para proteger a las personas, instalaciones, equipos, bienes y materiales de los peligros ocasionados por un incendio, siempre que se instalen, mantengan y utilicen correctamente. A lo largo del tiempo, estos sistemas han evolucionado gradualmente y, gracias al avance de las tecnologías y la experiencia en su uso, se han consolidado como un componente esencial para detectar incendios, especialmente en sus fases iniciales, que son los momentos más críticos. En las primeras etapas, un incendio puede ser apagado con relativa facilidad; sin embargo, una detección tardía que retrase las acciones de emergencia puede causar grandes pérdidas y aumentar considerablemente la dificultad de su extinción (Esplugas, 2016).

La unidad de control de alarma contra incendios (FACU), sirve como el cerebro del sistema de alarma contra incendios al monitorear todas las entradas y controlar todas las salidas. Algunos también pueden referirse a

esto como panel de control de alarma contra incendios o panel de alarma contra incendios. Los diferentes tipos de condiciones que se pueden ver en la unidad de control de alarma contra incendios son Alarma, Supervisión y Problemas, estas condiciones también pueden dar lugar a que se envíe una señal a la estación supervisora (Mahoney, 2021), el diagrama de control del FACU se muestra en la Figura 1:

Figura 1

Esquema de control de la FACU



Nota. Adaptado de *Una guía de conceptos básicos de alarmas de incendio*, por Mahoney, 2021, <https://www.nfpa.org/news-blogs-and-articles/blogs/2021/03/03/a-guide-to-fire-alarm-basics>.

La unidad de control de alarmas de incendio actúa como el cerebro de este sistema al monitorear todas las entradas y controlar todas las salidas. Algunos también pueden referirse a esto como un panel de control de alarmas de incendio o un panel de alarmas de incendio. La iniciación de un sistema de alarmas de incendio incluye todos los dispositivos y circuitos que envían una señal a una alarma de incendio para proporcionar el estado de un espacio protegido o la existencia de un incendio. Los dispositivos de iniciación

incluyen, entre otros, detectores de calor, detectores de humo, interruptores de flujo de agua, dispositivos accionados manualmente e interruptores de presión. Dependiendo del sistema, la señal de un dispositivo iniciador puede crear una condición de alarma o una condición de supervisión. Según el tipo de detectores y la unidad de control de alarmas de incendio, las señales se pueden enviar a través de un circuito de dispositivo de iniciación para sistemas convencionales, o un circuito de línea de señalización para sistemas direccionables.

La unidad de control de alarmas de incendio proporciona un rol fundamental en la supervisión y monitoreo de los sistemas de seguridad contra incendios, actuando como el foco central que regulariza las respuestas a otras condiciones de alarma, supervisión y problema. Su capacidad para integrar varios dispositivos de iniciación y enviar señales a través de circuitos específicos, sean estos convencionales o direccionables, garantiza una respuesta rápida y eficaz ante emergencias, protegiendo vidas, propiedades y misiones críticas.

El panel de detección y alarma de incendios es el componente central del sistema, encargado de supervisar las señales entrantes y controlar las salientes. Además, proporciona energía eléctrica a los dispositivos de detección y alarma. Este panel de control incluye circuitos lógicos que procesan las señales provenientes de los dispositivos de iniciación y, según la lógica de su programación, envía señales de notificación a través de los circuitos de los aparatos de notificación. En síntesis, los paneles de detección y alarma de incendios son componentes esenciales en sistemas de control y seguridad. Estos desempeñan un papel crucial en la supervisión y control de

señales, garantizando una respuesta rápida y eficaz en caso de emergencias (Quispe, 2021).

2.1.3.2 Detectores de humo.

Los detectores de humo son cruciales para la seguridad contra incendios en el hogar, ya que el riesgo de morir en incendios domésticos es un 55% menor en viviendas con detectores de humo en funcionamiento en comparación con aquellas sin alarmas o con alarmas que no funcionan. La compra de detectores de humo puede resultar confusa para quienes no están familiarizados con los diferentes tipos y la terminología utilizada.

Es importante destacar la diferencia entre un "detector" de humo y una "alarma" de humo. Un detector de humo es solo un sensor que monitorea el humo y está conectado a un sistema de alarma contra incendios de todo el edificio. En cambio, una alarma de humo incluye tanto el sensor para monitorear el humo como el altavoz que emite el sonido para notificar a los ocupantes de la casa (ver Figura 2).

Figura 2

Detector de humo



Nota. Adoptado de *Detector de humo convencional*, por Intelbras, 2024, www.intelbras.com/es/detector-de-humo-convencional-dfc-421-un.

Para el INSST (1988), los detectores son dispositivos diseñados para captar un fenómeno específico, como el humo, y cuando el valor de este fenómeno excede un umbral prefijado, se genera una señal de alarma que se transmite a la central de control y señalización. Este proceso es sencillo, generalmente manifestándose como un cambio en el consumo o en la tensión de la línea de detección. El usuario recibe información sobre la zona en la que se ha producido el incendio, pero no sobre el punto exacto. Para identificar individualmente cada detector, sería necesario conectar un único detector por cada zona, incrementando así el número de zonas necesarias y, consecuentemente, el tamaño de la central y la complejidad del cableado. Con la aparición del microprocesador, se ha desarrollado la técnica de identificación individual de cada detector, lo que ha dado lugar al sistema de detección direccionable, que proporciona la dirección del detector activado.

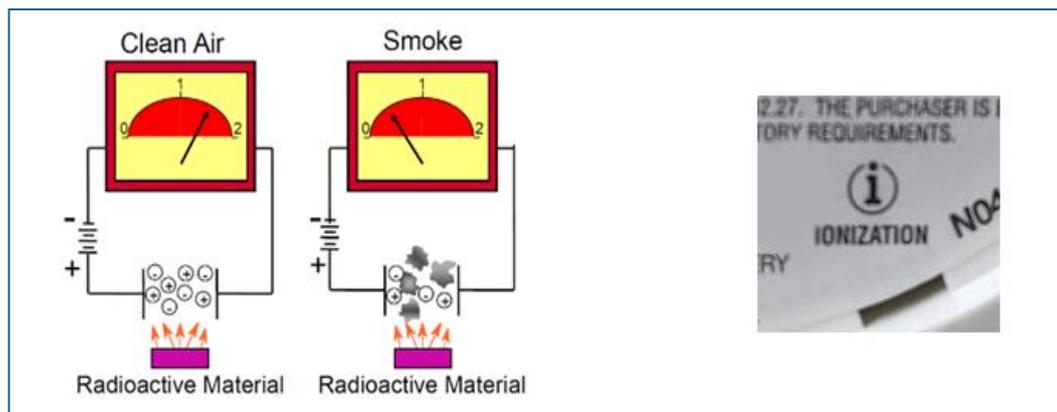
En los sistemas direccionables, los detectores operan de manera similar a los sistemas convencionales, analizando un parámetro específico y generando una señal de alarma cuando el valor de dicho parámetro supera un umbral determinado. Un avance significativo en los sistemas de detección ha sido el desarrollo de elementos sensibles que analizan la concentración de humo (u otros parámetros como la temperatura) y generan una señal proporcional a dicha concentración. Esta señal, de naturaleza continua, se denomina analógica en términos electrónicos.

2.1.3.2.1 Detectores de humo por ionización. Detectores de humo por ionización. Los detectores de humo por ionización emplean una pequeña cantidad de material radiactivo para ionizar las moléculas de aire, creando moléculas cargadas positiva y negativamente que generan una pequeña

corriente eléctrica (ver Figura 3). Cuando el humo se introduce en ese aire ionizado, reduce la cantidad de corriente y activa la alarma de humo. Generalmente, las alarmas de humo con detectores de ionización suelen ser más económicas que las que utilizan detectores fotoeléctricos (Mahoney, 2023).

Figura 3

Detector de humo por ionización



Nota. Adaptado de *Smoke Alarm Types*, por NFPA, 2024, <https://www.nfpa.org/news-blogs-and-articles/blogs/2023/03/06/what-kind-of-smoke-alarm-smoke-detector-should-i-buy>

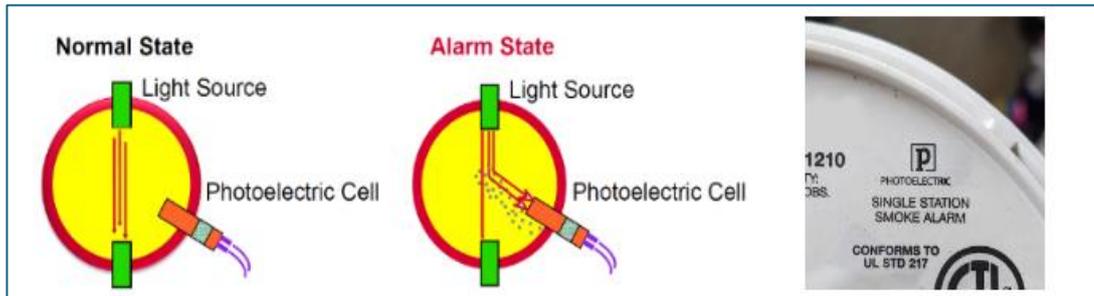
2.1.3.2.2 Los detectores de humo fotoeléctrico. Los detectores de humo fotoeléctricos utilizan una fuente de luz y una célula fotosensible. Cuando el humo ingresa en la cámara, dispersa la luz, que es detectada por la célula fotosensible, lo que activa la alarma. Este tipo de detector es especialmente eficaz para detectar incendios de combustión lenta y con mayor cantidad de humo, tal como se indica en la Figura 4.

2.1.3.2.3 Detector de humo de dispersión de luz fotoeléctrico. La mayoría de los detectores de humo fotoeléctricos son de tipo puntual y funcionan basándose en la dispersión de la luz. En estos detectores, un diodo emisor de luz (LED) dirige un haz hacia una zona que normalmente no es

detectada por un elemento fotosensible, generalmente un fotodiodo (ver Figura 5).

Figura 4

Detector de humo fotoeléctrico

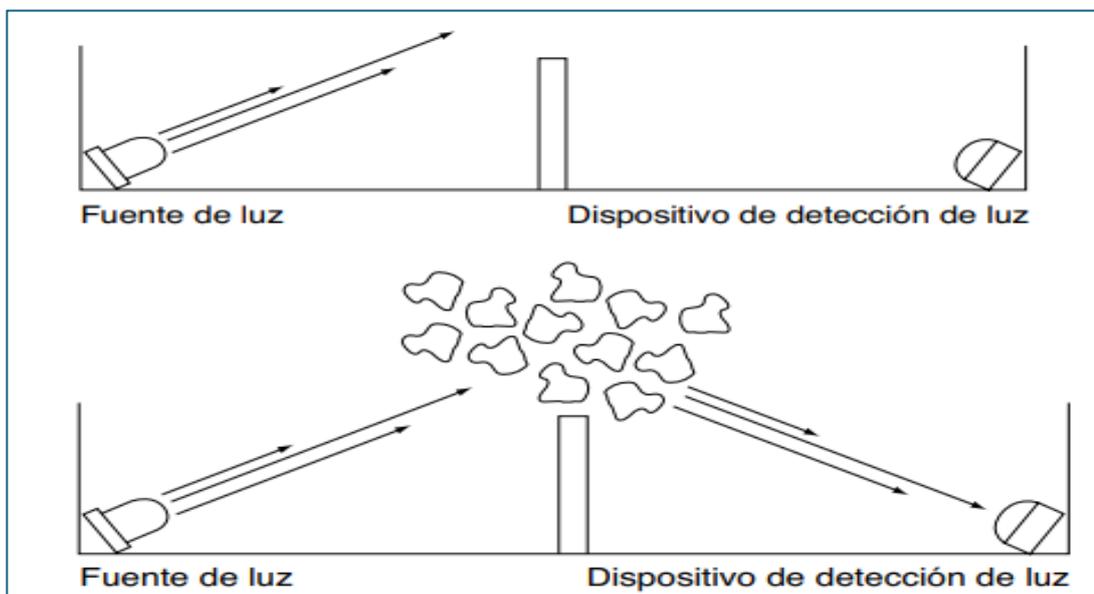


Nota. Adaptado de *Smoke Alarm Types*, por NFPA, 2024, <https://www.nfpa.org/news-blogs-and-articles/blogs/2023/03/06/what-kind-of-smoke-alarm-smoke-detector-should-i-buy>

Cuando las partículas de humo entran en el camino de la luz, esta se dispersa al chocar con las partículas, desviándose hacia el fotodiodo. Esta dispersión de la luz activa el detector, desencadenando la alarma (System Sensors, 2021).

Figura 5

Detector de humo dispersión de luz fotoeléctrico



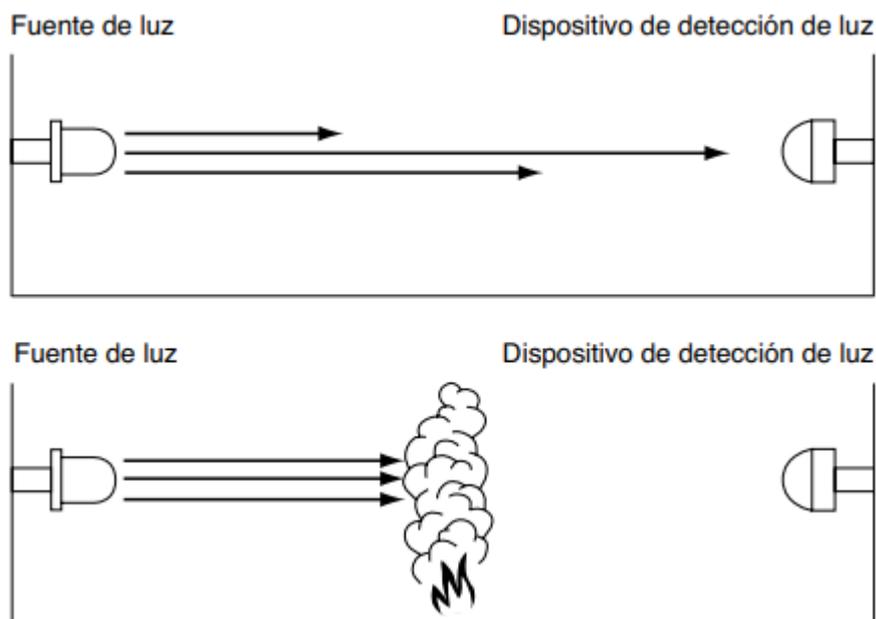
Nota. Adaptado de *Sistema de detectores de humo*, por System Sensors, 2021, https://www.anapci.cl/wp-content/uploads/2021/09/SY-AG-SmokeDetector-SPAG9103-01jan2021_ES-web.pdf

2.1.3.2.4. **Detector de humo de ocultación de luz fotoeléctrica.**

Otro tipo de detector fotoeléctrico es el detector de ocultación de luz, que utiliza una fuente de luz y un dispositivo de recepción fotosensible, como un fotodiodo (ver Figura 6). En este tipo de detector, cuando las partículas de humo bloquean parcialmente el haz de luz, se reduce la cantidad de luz que llega al dispositivo fotosensible, lo que altera su salida. Los circuitos del detector detectan este cambio en la salida, y cuando se supera un umbral específico, se activa una alarma. Los detectores de ocultación de luz suelen ser de tipo de haz proyectado, donde la fuente de luz cubre el área que se quiere proteger (System Sensors, 2021).

Figura 6

Detector de humo de ocultación de luz fotoeléctrica



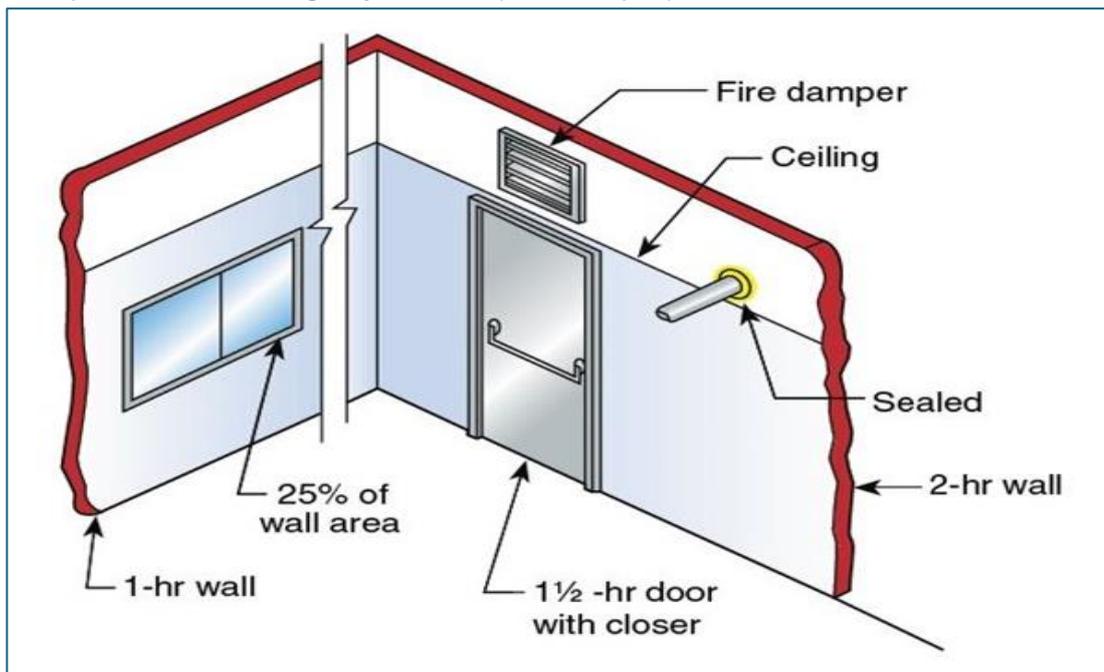
Nota. Adaptado de *Sistema de detectores de humo*, por System Sensors, 2021, https://www.anapci.cl/wp-content/uploads/2021/09/SY-AG-SmokeDetector-SPAG9103-01jan2021_ES-web.pdf

2.1.4 Compuertas cortafuegos y humos (fire damper)

Los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado, junto con otros componentes que facilitan el movimiento del aire en los edificios, son indispensables para el funcionamiento diario. Estos sistemas calientan, enfrían y distribuyen el aire eficientemente a través de conductos y partes superiores de un edificio (Figura 7). Para asegurar que el aire alcance todos los puntos necesarios dentro del edificio, pueden requerirse conjuntos con clasificación de resistencia al fuego o protegidos contra la transferencia de humo. Al igual que las puertas cortafuegos que protegen aberturas, los amortiguadores aseguran que los conductos no comprometan la integridad estructural contra la propagación de fuego y humo, preservando áreas no afectadas del edificio (Bigda, 2021).

Figura 7

Compuertas cortafuegos y humos (fire damper)



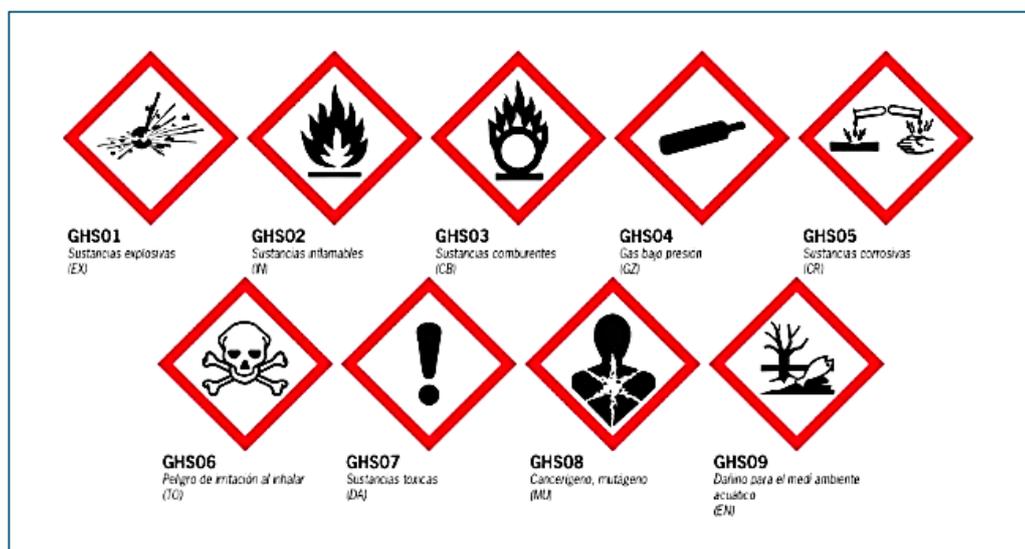
Nota. Adaptado de *Basics of fire and smoke damper installations*, por NFPA, 2021, <https://www.nfpa.org/news-blogs-and-articles/blogs/2021/08/12/basics-of-fire-and-smoke-damper-installations>

2.1.5 Señalización

La norma NFPA 72 es un estándar establecido por la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) en los Estados Unidos, que se enfoca en sistemas de señalización de alarmas de incendio y comunicaciones de emergencia. Esta norma detalla los requisitos para el diseño, instalación, prueba, inspección, mantenimiento y uso de sistemas de señalización de alarmas de incendio (ver Figura 8). En particular, NFPA 72 cubre aspectos como los tipos de dispositivos de señalización permitidos (como alarmas audibles y visuales), la ubicación y disposición adecuadas de estos dispositivos dentro de los edificios, los requisitos de potencia y supervisión de los circuitos de señalización, y los protocolos para la transmisión de señales de alarma a los servicios de emergencia (NFPA, 2022a).

Figura 8

Señalización según NFPA



Nota. Adaptado de *Rombo de seguridad o Rombo NFPA 704*, por NFPA, 2024, <https://deseguridadindustrial.com/rombo-de-seguridad-nfpa-704/>

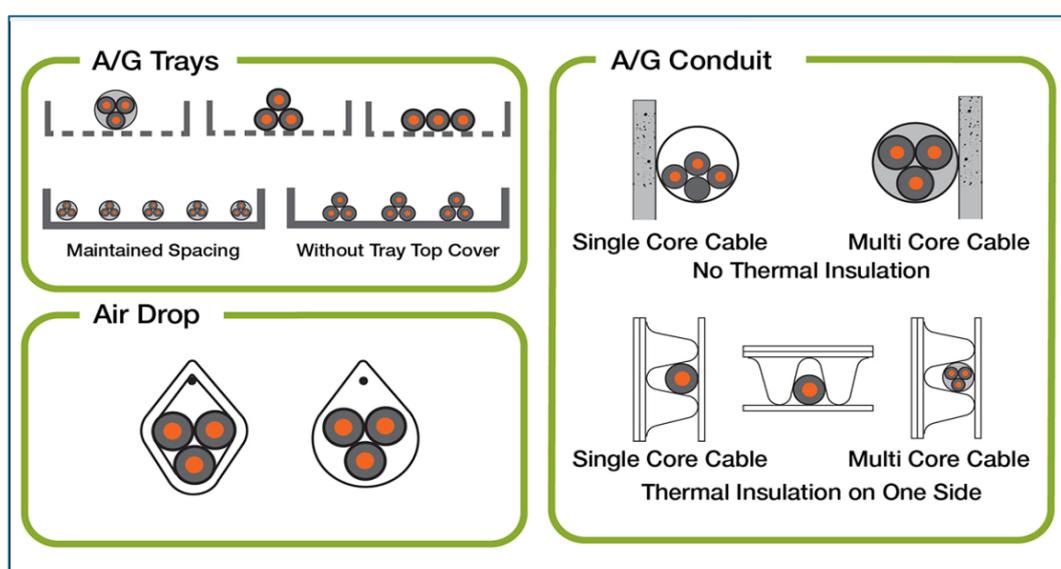
Esta norma también establece directrices para la integración de sistemas de señalización de alarmas de incendio con otros sistemas de seguridad y de gestión de emergencias dentro de un edificio o instalación. Su objetivo principal es garantizar que los ocupantes sean alertados de manera efectiva en caso de incendio u otras emergencias, facilitando así la evacuación segura y la respuesta adecuada de los equipos de emergencia (NFPA, 2022a).

2.1.6 Sistema de cableado

En cualquier sistema de seguridad, la instalación del cableado y los medios de transmisión son fundamentales para asegurar la fiabilidad. En sistemas de detección de incendios, es crucial que la detección se comunique de manera inmediata y efectiva a la central. Es importante seguir las directrices específicas de cada fabricante respecto al tipo de cable, sección y longitud máxima. Además, se deben cumplir con los reglamentos locales aplicables, como los descritos en el artículo 760 de la NFA 70 (ver Figura 9).

Figura 9

Instalaciones de cable canalizado



Nota. Adaptado de *NEC: Norma NFP 70*, por etap, 2021, <https://etap.com/es/product/nec-nfpa-70-standard>

El diseño del sistema debe considerar el estilo de cableado adecuado para mantener el funcionamiento ante condiciones anormales o fallos. Según la NFPA 72, los circuitos más comunes son Clase A y Clase B, aunque también existen otras opciones como Clase D, Clase E y Clase X. Además de los sistemas cableados tradicionales, las soluciones inalámbricas son una alternativa viable que cumple con los requisitos de fiabilidad establecidos por la NFPA. Aunque tienen un costo inicial más elevado en hardware, ofrecen un ahorro significativo en obra civil al eliminar la necesidad de cableado y conductos.

2.1.7 Clasificación de riesgo.

La Norma NFPA 13 de 2022, conocida como la «Norma para la instalación de sistemas de rociadores», establece los requisitos básicos para el diseño, instalación y mantenimiento de sistemas de rociadores automáticos. Es ampliamente utilizada y citada en códigos de construcción y regulaciones de seguridad contra incendios a nivel mundial.

Cumplir con esta norma internacional disminuye significativamente el riesgo de desastres en edificios que cuentan con sistemas de rociadores. Este documento técnico especifica los estándares mínimos para el diseño, instalación, inspección y mantenimiento de sistemas de supresión de incendios. Para la presente aplicación y según la Tabla de Clasificación de Riesgos (ver Anexo 1), se puede establecer que para el caso de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, el Riesgo es Leve.

2.2 Marco referencial

Los autores Wang et al. (2015), condujeron una investigación sobre la aplicación sobre el modelado de información de edificios, donde se diseñó un modelo basado en Modelado de Información de Construcción (BIM) para respaldar la gestión de seguridad contra incendios de los edificios. El modelo consta de cuatro módulos: evaluación de evacuación, planificación de rutas de escape, educación sobre seguridad y mantenimiento de equipos. El módulo de planificación de rutas de escape utiliza BIM para determinar si la distancia de una ruta de escape es aceptable.

El módulo de educación sobre seguridad presenta áreas peligrosas, videos de rutas de escape y mapas direccionales, todo en tres dimensiones, para educar a los ocupantes del edificio sobre seguridad contra incendios. El módulo de mantenimiento de equipos está implementado en un prototipo basado en web para soportar las tareas de mantenimiento de forma remota. Los resultados de la aplicación de BIM han demostrado que BIM puede proporcionar eficazmente datos geométricos 3D para respaldar la evaluación y planificación de la seguridad contra incendios (utilizando los primeros tres módulos), y puede almacenar información para respaldar la gestión de la seguridad y la gestión de propiedades en un formato basado en la web (Wang et al., 2015).

En el artículo de investigación titulado: “Análisis de seguridad del sistema de sistemas complejos de la NASA con ingeniería basada en modelos”, realizado en el 2022 por los autores (Lindsey et al., 2022) (2022), se propone como objetivo establecer un modelo para un sistema integrado que permita

una evaluación casi inmediata de un cambio de diseño, así como el desarrollo de procesos operativos para la evaluación y comunicación de riesgos.

Utilizando un modelo existente desarrollado para análisis de confiabilidad, los expertos en modelado y seguridad de sistemas del Centro de vuelos espaciales Goddard (GSFC) realizaron análisis/modelado de seguridad del sistema y produjeron productos de seguridad. El equipo evaluó la viabilidad basada en modelos para respaldar la ingeniería de seguridad del sistema, desarrolló procesos de modelado de análisis de seguridad e identificó necesidades de desarrollo/avance de capacidades de herramientas (Lindsey et al., 2022). Este estudio presenta una visión general de la evaluación de la implementación del OHSEMS en laboratorios de educación superior. La implementación del SGASST tiene como objetivo prevenir accidentes laborales en el laboratorio.

Otra investigación llevada a cabo por los autores Lestari et al. (2019), sobre la valuación de la implementación de sistemas de gestión de salud, seguridad y medio ambiente en el trabajo en laboratorios de educación superior, plantean como objetivo del estudio, la implementación del OHSEMS en los laboratorios de instituciones mediante la evaluación de los porcentajes de cumplimiento del OHSEMS en los laboratorios.

Se evalúan cinco aspectos: política y compromiso de salud, seguridad y medio ambiente en el trabajo (SST), planificación, implementación, evaluación y revisión de la gestión. El resultado muestra que el cumplimiento promedio del aspecto de política y compromiso SST es del 59.4% y para la planificación, implementación, evaluación y revisión de gestión, el porcentaje de

cumplimiento promedio es 33,0%, 65,3%, 26,0% y 0,0%, respectivamente (Lestari et al., 2019).

En la investigación realizada por los autores Hassanain et al., (2022), en la cual proponen la evaluación de riesgos de seguridad contra incendios en las instalaciones del lugar de trabajo: un estudio de caso, propone como objetivo evaluar los riesgos de seguridad contra incendios para crear conciencia sobre la cultura de seguridad contra incendios en el lugar de trabajo y para capacitar a los empleados sobre los requisitos y métodos eficaces de respuesta a incendios.

Esta investigación presenta un estudio de caso que demuestra la utilización de la evaluación de riesgos para la prevención de seguridad contra incendios en una instalación laboral. Se sintetiza literatura relevante para identificar las causas de los incendios, diversos peligros de propagación y medidas de control para desarrollar una herramienta de evaluación de riesgos basada en códigos de incendios (Hassanain et al., 2022).

En el artículo de investigación titulado: “Seguridad contra incendios en edificios de gran altura mediante ventilación mecánica y presurización de escaleras: una revisión”, realizado por los autores Alianto et al., (2022). Esta investigación tiene como objetivo proporcionar práctica profesional y conocimiento sobre la metodología de evaluación del riesgo de incendio, al servicio de los profesionales de la seguridad y administradores de instalaciones.

Se sintetiza literatura relevante para identificar las causas de los incendios, diversos peligros de propagación y medidas de control para

desarrollar una herramienta de evaluación de riesgos basada en códigos de incendios. Los códigos se analizaron describiendo los requisitos para las medidas de precaución de seguridad contra incendios, seguido de una evaluación ejemplar (Alianto et al., 2022).

A continuación en la investigación titulada: “Gestión de la seguridad contra incendios en túneles y pensamiento sistémico: adaptación de la práctica de la ingeniería a través de regulaciones y educación”, realizada por los autores Bjelland et al., (2024), formulan como objetivo investigar cómo el pensamiento sistémico podría apoyar la práctica de ingeniería existente. El trabajo presentado en este artículo es el resultado de una colaboración entre investigadores y profesionales de la seguridad contra incendios de cinco países y tres continentes.

A través de tres talleres, se han recopilado y discutido los principios actuales de la Gestión de Seguridad contra Incendios en Túneles (TFSM). Se sugiere rediseñar las normas de seguridad de los túneles para fortalecer la capacidad de los ingenieros para trabajar en equipos de diseño utilizando principios de pensamiento sistémico (Bjelland et al., 2024).

2.3 Marco legal

2.3.1 Regla Técnica Metropolitana RTQ 6/2021

La Regla Técnica Metropolitana RTQ 6/2021 de Quito, se refiere a un conjunto de normas y especificaciones técnicas que regulan el diseño y la construcción de estructuras dentro del Distrito Metropolitano de Quito. Estas reglas se enfocan principalmente en garantizar la seguridad, funcionalidad y calidad de las edificaciones, considerando las particularidades geográficas y

sísmicas de la región. Normativas de Diseño Estructural: Establece los criterios y procedimientos para el diseño de estructuras, incluyendo aspectos como la resistencia a sismos, cargas de viento, y otros factores ambientales específicos de Quito. La regla rige varios contextos entre los cuales están: Los materiales de Construcción, los Procesos Constructivos, la Sostenibilidad y Medio Ambiente, la Seguridad y la Salud Ocupacional, de la cual se desprenden los capítulos:

Prevención de incendios: Sistema de detección y alarma contra incendios.

Capítulo 5: Dispositivos de iniciación

5.1. Cuando sea requerido un sistema de alarma, en cualquier RTQ de esta Ordenanza, la activación se deberá producir por alguno o todos los dispositivos de iniciación siguientes (Bomberos de Quito, 2021):

- (i) Iniciación manual de la alarma contra incendios.
- (ii) Detección automática de humo o calor.
- (iii) Funcionamiento del sistema automático de extinción.

5.2. Iniciación manual (Estaciones o pulsadores manuales de alarma contra incendios). Para la iniciación manual, se cumplirá con lo siguiente:

- (a) Se deberá proporcionar un pulsador manual de alarma contra incendio cerca de cada salida requerida.
- (b) Los pulsadores deben estar ubicados en cada nivel cerca de cada salida requerida.
- (c) La distancia de recorrido máximo hasta el pulsador manual más cercano, será de 61 metros lineales.

(d) Los pulsadores manuales de alarma de incendio deberán ser específicos para la aplicación contra incendio y se deberán utilizar únicamente para iniciación de alarma de incendio.

(e) 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.

(f) 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.

(g) Los pulsadores ubicados en el exterior, deben estar protegidos contra la inclemencia del ambiente o ser específicos para su utilización en el exterior.

(Bomberos Quito, 2021)

5.3. Iniciación automática. Cuando se requiera un sistema de iniciación automática de incendios, éste se deberá accionar mediante un detector automático, en todas las ocupaciones que especifique la presente Ordenanza. En edificaciones existentes no se requerirá ajustarse a esta RTQ a excepción en los siguientes casos (Bomberos de Quito, 2021):

(a) No existe detección automática y la ocupación lo requiera según RTQ 2 y RTQ 3.

(b) Si se ha realizado ampliaciones constructivas y necesiten el sistema según RTQ 2 y RTQ 3.

(c) Los detectores de humo o calor presentan obstrucciones.

(d) Los detectores de humo o calor no se encuentran ubicados pegados al techo según su superficie y/o inclinación (Bomberos de Quito, 2021).

5.4. Alarmas de humo puntuales. Cuando se requiera la colocación de una alarma puntual, se deben tomar en cuenta las siguientes observaciones:

(a) Dichas alarmas deberán ser específicas para el uso requerido.

(b) Las alarmas deberán operar solamente dentro de la unidad de vivienda, serie de habitaciones o área similar, y no deberán activar el sistema de alarmas contra incendio del edificio completo.

(c) Dichas alarmas pueden operar con:

(i) Baterías.

(ii) Se pueden alimentar de la red eléctrica normal, siempre y cuando cuenten con baterías para operar cuando falle la fuente principal de energía (Bomberos de Quito, 2021).

2.3.2 Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios

Art. 1.- Expedir el "Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios", cuyo contenido certificado por esta Subsecretaría y la Dirección de Defensa Contra Incendios se anexa al presente; el mismo que entrará en vigencia y será de obligatorio cumplimiento a partir de su suscripción, manteniendo subordinación respecto de la Constitución de la República y concordancia con la Ley de Defensa Contra Incendios y su reglamento general de aplicación, y, demás normas conexas (Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2009).

Art. 2.- El reglamento materia del presente acuerdo ministerial, sustituye al Reglamento de Prevención de Incendios que fuere expedido mediante Acuerdo Ministerial No. 0650 de 8 de diciembre del 2006 (Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2009).

Art. 3.- Se dispone a la Dirección de Defensa Contra Incendios y a las jefaturas bomberiles zonales y provinciales del país, la difusión inmediata de este nuevo reglamento y la coordinación oportuna de las actividades de capacitación que correspondan para su eficaz cumplimiento (Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2009).

Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios

Capítulo I: Ámbito de aplicación

Art. 1.- Las disposiciones 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. Adicionalmente esta norma se aplicará a aquellas actividades que por razones imprevistas, no consten en el presente reglamento, en cuyo caso se someterán al criterio técnico profesional del Cuerpo de Bomberos de su jurisdicción en base a la Constitución Política del Estado, Normas INEN, Código Nacional de la Construcción, Código Eléctrico Ecuatoriano y demás normas y códigos conexos vigentes en nuestro país (Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2009).

Art. 2.- Control y responsabilidad.- Corresponde a los cuerpos de bomberos del país, a través del Departamento de Prevención (B2). cumplir y hacer cumplir lo establecido en la Ley de Defensa Contra Incendios y sus reglamentos; velar por su permanente actualización. La inobservancia del presente reglamento, establecerá responsabilidad según lo dispone el Art. 11 numeral 9 y Art. 54 inciso segundo de la actual Constitución Política del Estado (Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2009).

Capítulo II: Precauciones estructurales

Art. 3.- Las precauciones estructurales proveen a una edificación de la resistencia necesaria contra un incendio, limitando la propagación del mismo y reduciendo al mínimo el riesgo personal y estructural (Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2009).

2.4 Marco conceptual

Alarma

Una condición de alarma significa que existe una amenaza inmediata para la vida, la propiedad o la misión. Un ejemplo de esto sería un detector de humo que envía una señal a la unidad de control de la alarma contra incendios de que hay presencia de humo, lo que iniciaría la notificación a los ocupantes para que evacuen (Mahoney, 2021).

Índice de zona

Es una combinación de diagramas, símbolos y texto que forman parte de una unidad indicadora, para identificar la ubicación y el acceso general a zonas individuales (Fire Emergency New Zealand, 2021).

Problema

Una condición de problema significa que hay un problema o falla en el sistema de alarma contra incendios. Un ejemplo sería una interrupción en el circuito de un dispositivo iniciador. Esto aparecería como una señal de problema en la unidad de control (Mahoney, 2023).

Supervisión

Una condición de supervisión significa que hay un problema con un sistema, proceso o equipo que es monitoreado por la unidad de control de alarmas contra incendios (consulte la sección de supervisión). Un ejemplo de esto sería una válvula del sistema de rociadores que se cierra, esto aparecería como una señal de supervisión en la unidad de control (Mahoney, 2023).

Unidad de control (o unidad de control de zona)

Es un gabinete que contiene equipos para controlar el sistema de alarma en una o más zonas y también puede incorporar una unidad indicadora (Fire Emergency New Zealand, 2021).

Unidad indicadora

Contiene dispositivos para indicar la zona donde se ha originado una alarma. También puede contener un índice de zona. Puede formar parte de una unidad de control o puede ser un equipo independiente. La unidad indicadora principal debe estar ubicada en el punto de atención (Fire Emergency New Zealand, 2021).

3. METODOLOGÍA

3.1 Perspectiva metodológica de la investigación

La metodología adoptada para el presente estudio parte de una revisión documental, sobre esto se puede comentar que la revisión de la literatura, como herramienta que ayuda a construir conocimientos, amplía la forma de construir hipótesis al investigador y enriquece su vocabulario para explicar hechos de su tema, constituye un factor que motiva al autor a realizar el proceso de investigación (Gómez et al., 2016). Según Melendez et al., (2022) este proceso investigativo se desarrolló adaptando una secuencia de fases sistémicas descritas como planificación, conducción, organización y presentación de los resultados para cada categoría establecida en contexto de los objetivos específico.

Sobre el tipo de investigación se puede acotar que corresponde al exploratorio y descriptivo, dentro del contexto exploratorio se puede afirmar que corresponde a este tipo, debido a que el presente estudio representa el descubrimiento de nuevos criterios para la aplicabilidad del sistema de protección contra incendio según las normas de la *National Fire Protection Association* (NFPA 72-70). Es descriptivo además porque observa y describe las características de la situación presentada en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

Figura 10

Metodología para el desarrollo del sistema de protección



Nota. Elaborado por el autor, 2024.

3.1.1 Investigación exploratoria

La investigación exploratoria, como su nombre lo indica, tiene la intención simplemente de explorar las preguntas de investigación y no tiene la intención de ofrecer soluciones finales y concluyentes a los problemas existentes. Este tipo de investigación se suele llevar a cabo para estudiar un problema que aún no está claramente definido. La investigación exploratoria, que se lleva a cabo con el fin de determinar la naturaleza del problema, no pretende proporcionar pruebas concluyentes, sino que nos ayuda a tener una mejor comprensión del problema (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

Al llevar a cabo una investigación exploratoria, el investigador debe estar dispuesto a cambiar su dirección como resultado de la revelación de nuevos datos y conocimientos. En consecuencia, los estudios exploratorios a menudo se llevan a cabo utilizando métodos de investigación interpretativa y responden a preguntas como qué, por qué y cómo (Hernández-Sampieri, & Mendoza, 2018)

3.1.2 Investigación descriptiva

La investigación descriptiva puede explicarse como una declaración de asuntos tal como son en la actualidad, sin que el investigador tenga control sobre las variables. Además, “los estudios descriptivos pueden caracterizarse como un simple intento de determinar, describir o identificar lo que es, mientras que la investigación analítica intenta establecer por qué es así o cómo llegó a ser”. Los tres propósitos principales de los estudios descriptivos pueden explicarse como describir, explicar y validar los hallazgos de la investigación. Este tipo de investigación es muy usual entre temas no cuantificados (BRM, 2021).

La investigación descriptiva está “dirigida a arrojar luz sobre cuestiones o problemas actuales a través de un proceso de recopilación de datos que les permita describir la situación de manera más completa de lo que sería posible sin emplear este método. En pocas palabras, los estudios descriptivos se utilizan para describir varios aspectos del fenómeno. En su formato popular, la investigación descriptiva se utiliza para describir las características y/o el comportamiento de la población de muestra. Es un método eficaz para obtener información que se puede utilizar para desarrollar hipótesis y proponer asociaciones (BRM, 2021).

3.1.3 Método inductivo

Entre los principales métodos cuantitativos encontramos al Inductivo, que va de lo particular a lo general. El analítico, que separa de las partes de un todo para analizarlas independientemente y establece las relaciones que se presentan entre ellas (Guamán et al., 2021). Aplicar el método inductivo al diseño de un sistema de seguridad contra incendios implica observar casos específicos de incendios y extraer principios generales que puedan ser utilizados para diseñar sistemas más efectivos.

Al aplicar el método inductivo de esta manera, los diseñadores y expertos en seguridad contra incendios pueden desarrollar sistemas que son más efectivos, adaptables y capaces de responder a una amplia variedad de escenarios basados en experiencias previas y datos empíricos.

3.1.4 Modalidad de la investigación: Proyecto de innovación

Para desarrollar un proyecto de innovación para un sistema de protección contra incendios en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo según las normas de la National Fire Protection Association (NFPA 72-70), se puede proponer una modalidad de investigación basada en el método inductivo, por medio de los enfoque de Investigación descriptiva y exploratoria y apoyado en una Revisión sistémica de literatura. Estos enfoques buscan aplicar conocimientos teóricos y prácticos existentes para resolver el problema específico presente en la situación actual de la facultad, y en este caso, para diseñar e implementar un sistema de protección contra incendios eficaz y adaptado a las necesidades de la Unidad Académica.

Dentro de este conjunto metodológico, la propuesta se centra en un proyecto especial de innovación (Palella y Martins 2006), el cual podrá servir

como referencia para estudios futuros relacionados con las disciplinas de ingeniería de riesgos y la ingeniería eléctrica. La propuesta se estructura en 6 etapas y las sub-etapas correspondientes, que a continuación se describen.

3.2 Etapas del Diseño de la Propuesta.

Esta secuencia asegura un enfoque sistemático y completo para el desarrollo e implementación del sistema de protección contra incendios en la Facultad de Educación Técnica de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Etapa 1: Evaluación de riesgos

Comprende:

1.1 Inspección de Instalaciones

- Realizar inspección detallada de edificaciones.
- Identificar fuentes potenciales de incendio.
- Evaluar las rutas de evacuación existentes.

1.2 Análisis de Riesgos

- Evaluar materiales inflamables presentes y la carga de fuego.
- Analizar actividades que podrían aumentar el riesgo de incendio.
- Evaluar la capacidad actual de respuesta ante emergencias.

1.3 Revisión de Historiales

- Considerar incidentes previos de incendios y respuestas.
- Identificar patrones o áreas de especial preocupación.

1.4 Informe de Evaluación

- Documentar los hallazgos y generar un informe de evaluación de riesgos.

- Utilizar el informe como base para el diseño del sistema.

Etapa 2: Diseño del Sistema Según las Normas NFPA

Comprende:

2.1 Selección de Equipos

- Elegir detectores de humo, calor, rociadores automáticos, alarmas y otros equipos que cumplan con los estándares NFPA.

2.2 Configuración del Sistema

- Diseñar la disposición y ubicación de los equipos para garantizar cobertura óptima.
- Determinar zonas de detección y sistemas de alarma.

2.3 Cumplimiento Normativo

- Asegurarse de que el diseño cumpla con todas las regulaciones locales y los estándares NFPA.
- Incluir consideraciones para personas con discapacidades.

Etapa 3: Documentación y Planificación

Comprende:

3.1 Plan de Instalación

- Desarrollar una planeación detallada que incluya cronogramas, requerimientos de personal y logística.

3.2 Documentación Técnica

- Preparar planos, diagramas y especificaciones de los sistemas a instalar.

3.3 Plan de Emergencia

- Revisar y actualizar planes de emergencia y evacuación de acuerdo con el nuevo sistema de protección.

Etapa 4: Instalación y Pruebas

Comprende:

4.1 Instalación de Equipos

- Llevar a cabo la instalación de los equipos seleccionados según el plan de emergencia.

4.2 Pruebas Funcionales

- Realizar ensayos iniciales del sistema para verificar que todos los componentes funcionen correctamente.

4.3 Pruebas de Integración

- Verificar la integración del sistema con otros sistemas de protección y comunicación en la facultad.

Etapa 5: Documentación y Capacitación

Comprende:

5.1 Manual de Operación

- Elaborar un instructivo detallado de operación y mantenimiento del sistema.

5.2 Capacitación del Personal

- Proporcionar capacitación al personal de seguridad y mantenimiento sobre el funcionamiento y manejo del sistema.
- Instruir sobre la respuesta adecuada ante situaciones de emergencia.

5.3 Simulacros de Emergencia

- Realizar simulacros para garantizar que todos los ocupantes de la facultad conozcan los procedimientos de evacuación y seguridad.

Etapa 6: Mantenimiento y Actualización

Comprende:

6.1 Mantenimiento Regular

- Implementar un programa de mantenimiento periódico que incluya inspecciones regulares, pruebas de sistemas y mantenimiento preventivo.

6.2 Actualización del Sistema

- Revisar y actualizar el sistema según sea necesario para incorporar nuevas tecnologías y cumplir con cambios en las normas NFPA.

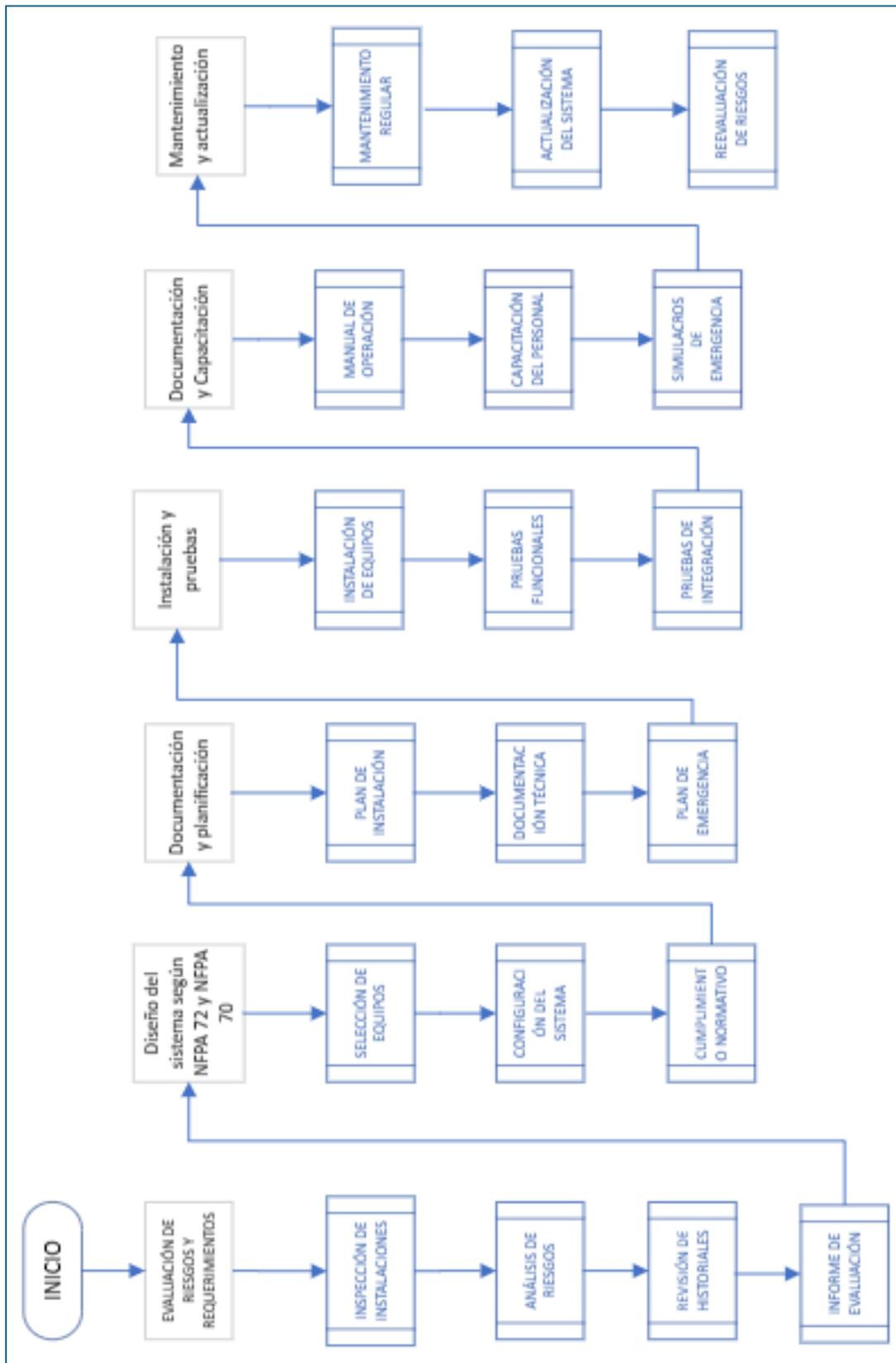
6.3 Reevaluación de Riesgos

- Realizar diagnósticos periódicos de riesgos para asegurar que el sistema siga siendo adecuado para las necesidades de la facultad.

El desarrollo de la propuesta anteriormente citado, se puede ver representada de manera general por medio de un diagrama de flujo, tal como se muestra en la Figura 11 a continuación:

Figura 11

Algoritmo de la metodología propuesta



Nota. Elaborado por autor, 2024.

4. PROPUESTA DE DISEÑO

4.1 Título

Sistema de protección contra incendios conforme a las normas de la Asociación Nacional de Protección contra incendios N° 70-72 para la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Ecuador.

4.2 Desarrollo de la propuesta.

Para elaborar un sistema de protección contra incendios conforme a las normas de la Asociación Nacional de Protección contra I N° 70-72 para la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Ecuador; será necesario de establecer varias fases, entre las cuales se tiene:

Etapas 1: Evaluación de riesgos

Objetivo: Identificar y analizar los riesgos de incendio en las instalaciones de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

1.1 Inspección de Instalaciones

Las instalaciones de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil se encuentran detalladas en sus respectivos planos en los Anexo 2 al Anexo 8. En los cuales se detalla de forma gráfica las edificaciones o estructuras que componen la Unidad académica, para lo cual se procede a:

- Realizar inspección detallada de edificios, laboratorios, talleres y áreas comunes, la inspección debe realizarse minuciosamente con la finalidad

de no pasar por alto ninguna estructura. Tal como se indica en los planos (ver Anexo 2 al Anexo 10).

- Identificar fuentes potenciales de incendio, estas fuentes pueden provocar siniestralidades y pueden ser entre otras elementos tales como quemadores, tableros eléctricos, conexiones eléctricas u hornos, los cuales puedan materializar algún incidente.
- Evaluar las rutas de evacuación existentes, esta evaluación debe ser realizada por medio de la observación, tomando en cuenta el estado físico de las mismas así como objetos tales como maceteros, mobiliario u otros que puedan obstaculizar el libre desenvolvimiento de estas rutas de evacuación.

1.2 Análisis de Riesgos

El análisis de riesgos se lleva a cabo según lo especificado en el inciso 2.1.7, donde se detalla cómo seleccionar el riesgo en cuestión que para el presente caso corresponde a una institución educativa, por lo tanto tal como se indico anteriormente, corresponde a un Riesgo Leve.

- Evaluar materiales inflamables presentes y la carga de fuego, estos elementos se caracterizan como insumos o materiales (papel, pintura, madera, cartón, entre otras), los cuales inciden en la materialización de este tipo de incidentes.
- Analizar actividades que podrían aumentar el riesgo de incendio, tales como conexiones en mal estado, deficiencia en el manejo o almacenamiento de sustancias inflamables, de materiales inflamables, entre otras, para lo cual se hace uso de la evaluación de fuentes potenciales de incendio a partir del Romo NFPA (ver Figura 12).

Figura 12

Evaluación de fuentes potenciales de incendio.



Nota. Adaptado de *¿Qué es el rombo NFPA?*, por curiosoando.com, 2024, <https://curiosoando.com/que-es-el-rombo-nfpa>.

- Evaluar la capacidad actual de respuesta ante emergencias, por medio de la realización de simulacros, esto determina la efectividad de este tipo de sistemas, implementados en instituciones educativas.

1.3 Revisión de Historiales

- Considerar incidentes previos de incendios y respuestas, este tipo de registros proveen de información que contribuyen a la formulación de tendencias y probabilidades como criterios para evaluar situaciones de emergencia.
- Identificar patrones o áreas de especial preocupación, esto conlleva a una observación detallada de comportamientos que generen factores de riesgo, así como de áreas de trabajo que representen un mayor nivel de probabilidad de que se materialice un riesgo.

1.4 Informe de Evaluación

- Documentar los hallazgos y generar un informe de evaluación de riesgos. Se lleva a cabo la implementación de una bitácora donde se registran los días sin emergencias dentro de la unidad académica.
- Utilizar el informe como base para el diseño del sistema. La información recopilada se utiliza con la finalidad de retroalimentar al diseño del sistema de protección, donde se consideran tiempos de respuesta, factores de riesgo entre otras.

Etapa 2: Diseño del Sistema Según las Normas NFPA

Objetivo: Diseñar un sistema de protección contra incendios conforme a las Normas NFPA 72-70, para la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

2.1 Selección de Equipos

- Elegir detectores de humo, calor, rociadores automáticos, alarmas y otros equipos que cumplan con los estándares NFPA. Esto se lleva a cabo por medio de los planos detallados en los Anexo 11 y Anexo 15, donde se calculan el tipo, cantidad y especificaciones del equipo.

2.2 Configuración del Sistema

- Diseñar la disposición y ubicación de los equipos para garantizar cobertura óptima, en el caso de los rociadores, es necesario utilizar la Tabla y la información proporcionada en los Anexo 13 y Anexo 14.
- Determinar zonas de detección y sistemas de alarma, esto se lleva a cabo por medio de la información proporcionada en los Anexo 2 y Anexo 3.

2.3 Cumplimiento Normativo

- Asegurarse de que el diseño cumpla con todas las regulaciones locales y los estándares, esto se hace mediante la evaluación por medio de las Normas NFPA 70 y NFPA 72.
- Incluir consideraciones para personas con discapacidades, diseñar e implementar rampas, pasamanos, despeje de vías y demás. Todo esto con la finalidad de facilitar su respectiva evacuación en caso de emergencia.

Etapa 3: Documentación y Planificación

Objetivo: Diseñar un plan detallado para la instalación y operación del sistema de protección de la Unidad académica.

3.1 Plan de Instalación

- Desarrollar una planeación detallada que incluya cronogramas, requerimientos de personal y logística. Esta debe llevarse a cabo conjuntamente con el personal administrativo y de servicio, con la finalidad de integrar todos los aspectos que debe contemplar este tipo de sistemas.

3.2 Documentación Técnica

- Preparar planos, diagramas y especificaciones de los sistemas a instalar, los cuales están debidamente detallados y especificados en los planos (ver Anexo 11 y Anexo 15).

3.3 Plan de Emergencia

- Revisar y actualizar planes de emergencia y evacuación de acuerdo con el nuevo sistema de protección, por medio de la consolidación de lo

antes existente con lo propuesto, esto proveerá de una información más completa al momento del diseño del sistema de protección.

Etapa 4: Instalación y Pruebas

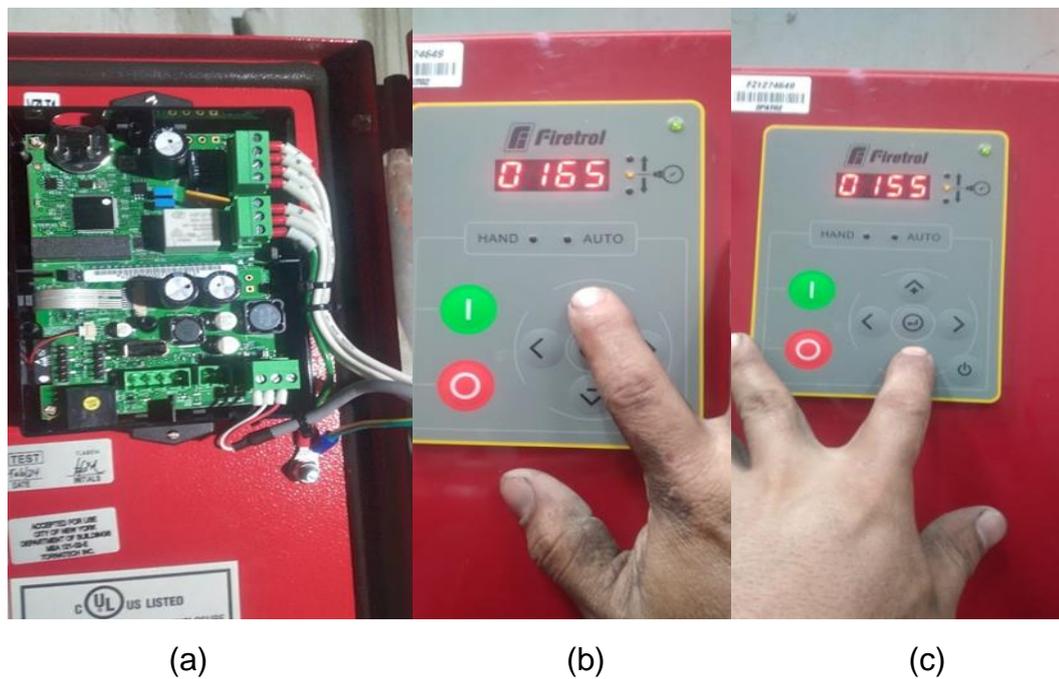
Objetivo: Instalar el sistema de seguridad y realizar las pruebas necesarias para asegurar su correcto funcionamiento.

4.1 Instalación de Equipos

- Llevar a cabo la instalación de los equipos seleccionados según el plan de protección. Para el caso de la bomba seleccionada (Jockey), se muestra a en la Figura 13 y del rociador seleccionado a partir de la Tabla 1.

Figura 13

Tablero bomba Jockey



Nota. (a) Vista del tablero, (b) Presión de encendido, (c) Presión de apagado, Elaborado por el autor, 2024.

Tabla 1

Separación de rociadores contra incendios.

Clase de riesgo	Separación entre rociadores	Separación a paredes
Riesgo Ligero	4,6 m (15 ft.)	10 cm (4")
Riesgo ordinario	4,6 m (15 ft.)	
Riesgo extra	4,6 m (15 ft.)* 3,7 m (12 ft.)**	

Nota. *Para densidades de descarga menores de 0.25 gpm/pie²

** Para densidades de descarga mayores o iguales a 0.25 gpm/pie²

Tal como se había indicado en la sección 2.1.7, la Clase de riesgo corresponde a Riesgo ligero, por cuanto la separación de los rociadores deberá ser de 4,6 m.

4.2 Pruebas Funcionales

- Realizar ensayos iniciales del sistema para verificar que todos los componentes funcionen correctamente, los cuales deben ser previamente coordinados con las autoridades y personal de mantenimiento.

4.3 Pruebas de Integración

- Verificar la integración del sistema con otros sistemas de protección y comunicación en la facultad, realizando previamente un levantamiento y verificación de los equipos y dispositivos ya existentes.

Etapas 5: Documentación y Capacitación

Objetivo: Documentar el diseño, funcionamiento y puesta en marcha sistema final y capacitar al personal en su uso y mantenimiento del sistema de protección contra incendio.

5.1 Manual de Operación

- Elaborar un instructivo detallado donde se encuentre toda la información de los componentes del sistema, así como de la operación y mantenimiento del sistema de seguridad.

5.2 Capacitación del Personal

- Proporcionar capacitación al personal de seguridad y mantenimiento de la unidad académica sobre el funcionamiento y manejo del sistema, con la finalidad de contar con una respuesta efectiva al momento de materialización de este tipo de siniestros.
- Instruir sobre la respuesta adecuada ante situaciones de emergencia, esto se debe llevar a cabo por medio de la socialización de planes de emergencia, evacuación entre otros.

5.3 Simulacros de Emergencia

- Realizar simulacros para garantizar que todos los ocupantes de la facultad conozcan los procedimientos de evacuación y seguridad.

Etapa 6: Mantenimiento y Actualización

Objetivo: Asegurar el funcionamiento continuo y la actualización del sistema de protección llevado a cabo en la facultad.

6.1 Mantenimiento Regular

- Implementar un programa de mantenimiento periódico que incluya inspecciones regulares, pruebas de sistemas y mantenimiento preventivo.

6.2 Actualización del Sistema

- Revisar y actualizar el sistema según sea necesario para incorporar nuevas tecnologías y cumplir con cambios en las normas NFPA, tanto para las normas NFPA 70 , así como para las NFPA 72.

6.3 Reevaluación de Riesgos

- Realizar diagnósticos periódicos de riesgos para asegurar que el sistema de protección siga siendo adecuado para las necesidades de la unidad académica.

4.3 Ubicación.

La propuesta será implementada y puesta en marcha en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Ecuador. La ubicación se muestra a continuación en la Figura 14.

Figura 14

Ubicación de la propuesta



Nota. Adaptado de Google Maps, 2024, <https://www.google.com/maps/place/Facultad+De+Educacion+Tecnica+Para+El+Desarrollo/@-2.1820818,-79.9068406,16.5z/data=!4m6!3m5!1s0x902d6de42368112d:0xf553c4061fc19f4f!8m2!3d-2.1829752!4d-79.9030581!16s%2Ffg%2F1jkyvdm1k?entry=ttu>.

4.4 Presupuesto.

Para llevar a cabo la implementación del sistema de protección contra incendio según las normas de la National Fire Protection Association (NFPA 72-70) en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, se hará necesario cubrir los costos tanto de materiales. Insumos y mano de obra; los cuales se detallan a continuación en las Tablas 2, 3, 4, 5 y 6.

Tabla 2

Presupuesto para la implementación del Sistema de detección y alarmas

DESCRIPCION	CANT.	UND.	EQUIPOS PRECIO U\$D		MATERIALES PRECIO U\$D.		MANO DE OBRA PRECIO U\$D.		EQUIPOS, MATERIALES MANO OBRA PRECIO U\$D.	
			UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
EQUIPOS Y DISPOSITIVOS										
Panel Control Incendios Direccionable, 1 Lazo. Incluye: Panel y Baterías 18 AH. Marca: Notifier, Modelo: NFS2-320	1	und.	\$3.657,11	\$3.657,11	\$197,16	\$197,16	\$817,43	\$817,43	\$4.671,70	\$4.671,70
Pulsador Manual Direccionable. Marca: Notifier, Modelo: NBG-12LXSP	4	und.	\$151,86	\$607,45	\$13,39	\$53,56	\$24,68	\$98,72	\$189,93	\$759,73
Estación Exterior. NBG-12LOB	12	und.	\$159,00	\$1.908,00	\$24,88	\$298,56	\$36,52	\$438,24	\$220,40	\$2.644,80
Bocina + Luz Estroboscópica Para Techo. Marca: System Sensor, Modelo: PC2RL-SP	4	und.	\$100,25	\$401,02	\$11,99	\$47,96	\$18,64	\$74,56	\$130,88	\$523,54
Bocina + Luz Estroboscópica Para Pared . Marca: System Sensor, Modelo: P2RL-SP	38	und.	\$72,57	\$2.757,84	\$11,99	\$455,62	\$18,64	\$708,32	\$103,20	\$3.921,78
Luz Estroboscópica Para Pared . Marca: System Sensor, Modelo: SRL-SP	1	und.	\$77,30	\$77,30	\$11,02	\$11,02	\$14,42	\$14,42	\$102,74	\$102,74
Luz Estroboscópica Para Techo . Marca: System Sensor, Modelo: SCR-SP	3	und.	\$73,67	\$221,02	\$11,45	\$34,35	\$13,95	\$41,85	\$99,07	\$297,22
Detector Fotoeléctrico Direccionable. Incluye Base B300. Marca: Notifier, Modelo: FSP-951	108	und.	\$94,96	\$10.255,61	\$12,27	\$1.325,06	\$19,49	\$2.104,96	\$126,72	\$13.685,63
Detector Térmico Direccionable. Incluye Base B300. Marca: Notifier, Modelo: FST-951	1	und.	\$80,57	\$80,57	\$12,28	\$12,28	\$19,52	\$19,52	\$112,36	\$112,36

Tabla 3

Presupuesto para la implementación del Sistema de detección y alarmas (Cont.)

DESCRIPCION	CANT.	UND.	EQUIPOS		MATERIALES		MANO DE OBRA		EQUIPOS, MATERIALES & MANO OBRA	
			PRECIO U\$D		PRECIO U\$D.		PRECIO U\$D.		PRECIO U\$D.	
			UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL	UNITARIO	TOTAL
Minimódulo Monitoreo. Marca: Notifier, Modelo: FMM-101	8	und.	\$73,46	\$587,65	\$10,76	\$86,08	\$13,28	\$106,24	\$97,50	\$779,97
Módulo Control. Marca: Notifier, Modelo: FCM-1	8	und.	\$104,85	\$838,79	\$10,13	\$81,04	\$13,13	\$105,04	\$128,11	\$1.024,87
Módulo Aislador Fallas. Marca: Notifier, Modelo: ISO-X	1	und.	\$97,65	\$97,65	\$10,76	\$10,76	\$13,28	\$13,28	\$121,69	\$121,69
Sensor Nivel Agua Tanque Incendios Tipo Flotador. Marca: KELE, Modelo: F7 o similar	1	und.	\$73,46	\$73,46	\$77,44	\$77,44	\$35,58	\$35,58	\$186,48	\$186,48
Fuente de Alimentación 24 V, 6A. Incluye Baterías 7AH y Módulo de monitoreo . Marca: Notifier, Modelo: PSE-6	1	und.	\$1.176,67	\$1.176,67	\$49,58	\$49,58	\$71,24	\$71,24	\$1.297,48	\$1.297,48
CABLES, TUBERÍAS Y ACCESORIOS										
Cable antiplama FPL, trenzado. AWG 2x16 NAC (metros)	915	m	\$0,00	\$0,00	\$1,43	\$1.308,45	\$1,52	\$1.390,80	\$2,95	\$2.699,25
Cable antiplama FPL, trenzado. AWG 2x18 SLC (metros)	1525	m	\$0,00	\$0,00	\$1,43	\$2.180,75	\$1,52	\$2.318,00	\$2,95	\$4.498,75
Tubería EMT diam 1/2" + Accesorios (metros).	1326	m	\$0,00	\$0,00	\$7,22	\$9.573,72	\$10,54	\$13.976,04	\$17,76	\$23.549,76
PROGRAMACIÓN Y COMISIONAMIENTO										
Programación y Comisionamiento. Incluye: Programación de paneles, pruebas según NFPA 72, supervisión de instalación y puesta a punto del sistema.	1	glb.	\$0,00	\$0,00	\$797,60	\$797,60	\$3.422,93	\$3.422,93	\$4.220,53	\$4.220,53
			\$22.740,13		\$16.600,99		\$25.757,16		TOTAL	\$65.098,28

Tabla 4

Presupuesto para el Sistema de detección de incendio

DESCRIPCION	CANT.	UND.	EQUIPOS, MATERIALES & MANO OBRA	
			PRECIO U\$D. UNITARIO	TOTAL
CUARTO DE BOMBAS				
Equipos de Bombeo similares a:				
Bomba de incendios principal, eléctrica, 250 gpm @ 170 psi. Incluye: Bowl assemble, strainer, discharge gauge, motor 40 HP @ 230/3/60.	1	und.	\$35.285,58	\$35.285,58
Panel de control TORNATECH, mod. GPY, estrella triángulo, UL/FM.				
Bomba Jockey multietapa, 5 gpm @ 180 psi, 3 hp, 230/3/60. Tablero de control TORNATECH, mod. JP3.	1	und.	\$4.098,23	\$4.098,23
Valvulería control				
Incluye válvulas de control y accesorios para línea bomba principal y línea de medición de flujo	1	und.	\$3.585,36	\$3.585,36
Línea de Tableros de Control				
Incluye válvulas de control, tubería y accesorios.	1	gbl	\$1.066,63	\$1.066,63
TUBERIA VISTA Y DISPOSITIVOS				
Tubería Negra A795 S/C SCH 10. Incluye accesorios y consumibles.				
diam 6 plg	25	m	\$85,88	\$2.147,00
diam 4 plg	270	m	\$77,84	\$21.015,73
diam 2 1/2 plg	142	m	\$51,48	\$7.310,83
Tubería Negra A53 S/C SCH 40. Incluye accesorios y consumibles.				
diam 2 plg	86	m	\$47,92	\$4.120,71
diám. 1 1/2 plg	45	m	\$36,95	\$1.662,97
diám. 1 1/4 plg	40	m	\$136,46	\$5.458,39
diám. 1 plg	591	m	\$24,76	\$14.630,51
Gabinetes contra incendios Class III				
Gabinete con vidrio templado incluye: Manguera 1 1/2" x 100', similar a mod. 1500, incluye: manguera; válvula angular diam 1 1/2"; válvula angular 2 1/2"; rack porta manguera; nipple 1 1/2"; coupling diam. 1 1/2"; boquilla diam. 1 1/2"; Extintor 10 lbs ABC.	8	und.	\$897,61	\$7.180,88
Conexiones Exteriores similares a:				
Siamesa, 4" x 2 1/2" x 2 1/2", GUARDIAN, mod. 6124, incluye válvula check ranurada.	1	und.	\$884,72	\$884,72
Roof top, 4" x 2 1/2" x 2 1/2", GUARDIAN, mod. 6924, incluye valvulas, tapas y cadenas.	1	und.	\$750,32	\$750,32

Tabla 5*Presupuesto para el Sistema de detección de incendio (Cont.).*

DESCRIPCION	CANT.	UND.	EQUIPOS, MATERIALES & MANO OBRA	
			PRECIO U\$D.	
			UNITARIO	TOTAL
Banco de Válvulas UL/FM similares a:				
Incluye: Válvulas Mariposa diam 2 1/2 plg, válvula check, test-máster, válvula de media vuelta, sensor, tapón y manómetro.	1	und.	\$906,99	\$906,99
Rociadores similares a:				
VIKYNG, mod. VK1021, SR, pendant, K = 5.6, diam. 1/2", temperatura ordinaria 155°F	209	und.	\$31,86	\$6.658,74
Gabinete con 6 rociadores de repuesto	1	und.	\$161,21	\$161,21
	6			
				\$116.924,79

Tabla 6*Presupuesto total para el Sistema de protección contra incendio*

Descripción	Subtotal
Sistema de detección y alarmas	65.098,28
Sistema de detección de incendio	116.924,79
Total	\$ 182,023.07

CONCLUSIONES

Se concluye estableciendo que el estado actual de los sistemas de protección contra incendios en las instalaciones de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo presenta deficiencias, las cuales son resultado de la obsolescencia de este.

Los componentes eléctricos y electrónicos para la detección de incendios, como detectores de humo y calor; que se utilizan en la actualidad para la implementación de sistemas de seguridad contra incendio, fueron descritos en el marco teórico, el cual explica el principio de funcionamiento de este tipo de dispositivos.

Los componentes eléctricos y electrónicos que componen este tipo de sistemas de notificación temprana, incluyendo alarmas audibles y visuales, para asegurar una advertencia rápida y efectiva a todos los ocupantes en caso de incendio, fueron analizados en el presente trabajo de investigación, en base a lo cual, se dimensionaron para su posterior inclusión en la presente propuesta.

El sistema integral de protección contra incendios junto con protocolos de evacuación y respuesta ante emergencias fueron propuestos en el inciso cuatro, por medio del desarrollo de la propuesta para desarrollar el sistema de protección contra incendios a partir de las Normas FPPA 72 y NFPA 70.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a los futuros egresados de la carrera, considerar la presente propuesta a manera de proponer un trabajo de grado futuro, encaminado a la implementación y puesta en marcha del sistema de protección contra incendio y así dotar a la Unidad Académica y poder mejorar el desenvolvimiento de la operatividad de la facultad.

Se recomienda a los directivos de la Unidad Académica, tomar en cuenta el presente trabajo de grado, con la finalidad incluirlo en el POA (Presupuesto Operativo Anual) de la Unidad académica con la finalidad de poder ponerlo en marcha, favoreciendo no solo a los estudiantes, sino a los directivos, administrativos y al personal de servicio de la facultad.

Finalmente se recomienda a las autoridades de las instituciones educativas en general, contemplar este tipo de propuestas, con la finalidad de someterlas a consideración de sus respectivas instituciones y de esta manera mejorar la operatividad de las instituciones de educación superior del país.

REFERENCIAS

- Alfalah, G., Al-Shalwi, M., Elshaboury, N., Al-Sakkaf, A., Alshamrani, O., & Qassim, A. (2023). Development of Fire Safety Assessment Model for Buildings Using Analytic Hierarchy Process. *Applied Sciences*, 13(13), Article 13. <https://doi.org/10.3390/app13137740>
- Alianto, B., Nasruddin, N., & Nugroho, Y. S. (2022). High-rise building fire safety using mechanical ventilation and stairwell pressurization: A review. *Journal of Building Engineering*, 50, 104224. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.104224>
- Bigda, K. (2021, agosto 12). *Basics of Fire and Smoke Damper Installations | NFPA*. Basics of Fire and Smoke Damper Installations. <https://www.nfpa.org/news-blogs-and-articles/blogs/2021/08/12/basics-of-fire-and-smoke-damper-installations>
- Bjelland, H., Gehandler, J., Meacham, B., Carvel, R., Torero, J. L., Ingason, H., & Njå, O. (2024). Tunnel fire safety management and systems thinking: Adapting engineering practice through regulations and education. *Fire Safety Journal*, 146, 104140. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2024.104140>
- Bomberos de Quito. (2021, junio 1). *Regla Técnica Metropolitana*. <https://www.bomberosquito.gob.ec/wp-content/uploads/2022/02/rtq6.pdf>
- BRM. (2021, mayo 18). *Exploratory Research*. Research-Methodology. <https://research-methodology.net/research-methodology/research-design/exploratory-research/>
- Della-Giustina, D. E. (2014). *Fire Safety Management Handbook* (3.^a ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b16480>

Esplugas, J. (2016). *Guía para el diseño, uso y mantenimiento de los sistemas de Detección automática de incendios* (ASEPEYO, Vol. 1).

Fire Emergency New Zealand. (2021). *Designers' guide to firefighting operations Fire alarm panels*. <https://fireandemergency.nz/assets/Documents/Business-and-Landlords/Building-and-designing-for-fire-safety/F5-04-GD-FFO-Fire-alarm-panels.pdf>

FREMAP. (2024). *Guía Básica sobre Prevención de Incendios*. https://www.icv.csic.es/prevencion/Documentos/manuales/Guia_basica_sobre_Prevencion_de_Incendios.pdf

Gomez, D., Carranza, Y., & Ramos, C. (2016, diciembre 16). *Revisión documental, una herramienta para el mejoramiento de las competencias de lectura y escritura en estudiantes universitarios*. 1, 46-56.

Guamán, K., Hernández Ramos, E. L., Lloay Sánchez, S. I., Guamán Chacha, K. A., Hernández Ramos, E. L., & Lloay Sánchez, S. I. (2021). El proyecto de investigación: La metodología de la investigación científica o jurídica. *Conrado*, 17(81), 163-168. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1990-86442021000400163&lng=es&nrm=iso&tlng=en

Hassanain, M. A., Al-Harogi, M., & Ibrahim, A. M. (2022). Fire Safety Risk Assessment of Workplace Facilities: A Case Study. *Frontiers in Built Environment*, 8. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2022.861662>

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*.

http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf

Hesam, S., Mohsen, D., Shandiz, M., & Sadat, F. (2020, mayo 28). Health, safety, and education measures for fire in schools: A review article. *J Educ Health Promot.*, 9(121). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7325754/>

INSST. (1988). *NTP 215: Detectores de humos*. INSST. https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_215.pdf/78d02563-f887-4ed3-a3cf-371c1a35c0f5

INSST. (2019). *Instalaciones de Protección Contra Incendios*. <https://www.insst.es/documents/94886/679600/04+Instalaciones+de+protecci%C3%B3n+contra+incendios+2019.pdf/6e87d888-10e4-40ae-b7ee-b357f619be4e>

Intelbras. (s. f.). *Detector de humo convencional*. Intelbras. Recuperado 6 de agosto de 2024, de <https://www.intelbras.com/es/detector-de-humo-convencional-dfc-421-un>

Lestari, F., Bowolaksono, A., Yuniutami, S., Wulandari, T. R., & Andani, S. (2019). Evaluation of the implementation of occupational health, safety, and environment management systems in higher education laboratories. *Journal of Chemical Health and Safety*, 26(4), 14-19. <https://doi.org/10.1016/j.jchas.2018.12.006>

Lindsey, N. J., Cooter, M., Hodges, A. M., & Sindjui, N. (2022). *System Safety Analysis of Complex NASA Systems with Model-Based Engineering*. 22. <https://ntrs.nasa.gov/citations/20220011346>

- Mahoney, S. (2021, marzo 3). *A Guide to Fire Alarm Basics | NFPA*. A Guide to Fire Alarm Basics. <https://www.nfpa.org/news-blogs-and-articles/blogs/2021/03/03/a-guide-to-fire-alarm-basics>
- Mahoney, S. (2023, marzo 6). *Smoke Alarm Types | NFPA*. What Kind of Smoke Alarm Should I Buy? <https://www.nfpa.org/news-blogs-and-articles/blogs/2023/03/06/what-kind-of-smoke-alarm-smoke-detector-should-i-buy>
- Melendez, J. R., Mátyás, B., Hena, S., Lowy, D. A., & El Salous, A. (2022). Perspectives in the production of bioethanol: A review of sustainable methods, technologies, and bioprocesses. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 160, 112260. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112260>
- Ministerio de Inclusión Económica y Social. (2009, abril 2). *Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios*. <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-11/reglamento%20de%20prevencion%2c%20mitigacion%20y%20proteccion%20contra%20incendios.pdf>
- NFPA. (2022a). *NFPA 72 Desarrollo del Código*. NFPA 72. <https://www.nfpa.org/es/codes-and-standards/nfpa-72-standard-development/72>
- NFPA. (2022b). *Standards development process | NFPA*. <https://www.nfpa.org/for-professionals/codes-and-standards/standards-development>

- NFPA. (2024). *NFPA 70, Código Eléctrico Nacional (NEC) (2020)*. NFPA 70, código eléctrico nacional (NEC). <https://www.nfpa.org/es/product/codigo-nfpa-70/p0070code/nfpa-70-codigo-electrico-nacional-nec-2020/7020sbe>
- Olguin, S. (2022). *Sistema de detección y alarma de incendio y Plan de emergencia*. <https://repositorio.21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/26710/TFG%20-%20Olguin%20Sebastian%20Jose.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- OPRA, R. (2022, marzo 29). Guía para el diseño, uso y mantenimiento de los sistemas de detección automática de incendios. *OPRA*. <https://opra.info/guia-para-el-diseno-uso-y-mantenimiento-de-los-sistemas-de-deteccion-automatica-de-incendios/>
- Parella, S., & Martins, F. (2006). *Metodología de la investigación cuantitativa*. Fedupel.
- Quispe, J. (2021). *Mejoramiento Del Sistema De Comunicación Mediante Fibra Óptica Para La Detección De Incendios Y Generación De Alarmas En Empresa Pesquera De Áreas Extensas*. https://repositorio.untels.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/123456789/944/T088_A_44790868_T.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- S&P. (2017, junio 9). Detectores de humos: ¿qué son y cómo funcionan? *S&P Sistemas de Ventilación*. <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/detectores-de-humo/>
- System Sensors. (2021). *Sistema Detectores de humo*. https://www.anapci.cl/wp-content/uploads/2021/09/SY-AG-SmokeDetector-SPAG9103-01jan2021_ES-web.pdf

Wang, S.-H., Wang, W.-C., Wang, K.-C., & Shih, S.-Y. (2015). Applying building information modeling to support fire safety management. *Automation in Construction*, 59, 158-167. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.02.001>

ANEXOS

Anexo 1: Clasificación de riesgos – NFPA 13

A.4.3.2 Las ocupaciones de riesgo leve incluyen ocupaciones con condiciones y usos similares a los siguientes:

- (1) Refugios para animales
- (2) Iglesias
- (3) Clubes
- (4) Aleros y voladizos, si son de construcción combustible, sin materiales combustibles debajo
- (5) Ocupaciones educacionales
- (6) Hospitales, entre los que se incluyen hospitales para animales e instalaciones veterinarias
- (7) Ocupaciones institucionales
- (8) Criaderos de perros
- (9) Bibliotecas, excepto grandes salas con libros apilados
- (10) Museos
- (11) Hogares de cuidados intermedios o centros de convalecencia
- (12) Oficinas, entre las que se incluyen oficinas de procesamiento de datos
- (13) Ocupaciones residenciales
- (14) Áreas de asientos de restaurantes
- (15) Teatros y auditorios, sin incluir escenarios ni proscenios
- (16) Áticos no utilizados

Hay que tener en cuenta que no es intención del comité igualar automáticamente las estanterías de libros en bibliotecas con ocupaciones de riesgo ordinario o con pilas de libros. Las estanterías de libros típicas en bibliotecas, de aproximadamente 8 pies (2.4 m) de altura, que contienen libros colocados verticalmente sobre su base, mantenidos en el lugar en estrecha proximidad unos con otros, con pasillos de más de 30 pulg. (750 mm) de ancho pueden considerarse ocupaciones de riesgo leve. De manera similar, las áreas de pilas de las bibliotecas, que sean más afines al almacenamiento en estantes o almacenamiento de registros, según se define en NFPA 232, deberían ser consideradas ocupaciones de riesgo ordinario.

A.4.3.3 Las ocupaciones de riesgo ordinario (Grupo 1) incluyen ocupaciones con condiciones y usos similares a los siguientes:

- (1) Estacionamientos y exposiciones de automóviles
- (2) Panaderías
- (3) Fabricación de bebidas
- (4) Conserveras
- (5) Fabricación y procesamiento de productos lácteos
- (6) Plantas de productos electrónicos
- (7) Fabricación de vidrio y productos de vidrio
- (8) Lavanderías
- (9) Áreas de servicios de restaurantes
- (10) Porches techados
- (11) Salas de mecánica

A.4.3.4 Las ocupaciones de riesgo ordinario (Grupo 2) incluyen ocupaciones con condiciones y usos similares a los siguientes:

- (1) Instalaciones agrícolas
- (2) Caballerizas y establos
- (3) Molinos cerealeros
- (4) Plantas químicas — productos químicos ordinarios
- (5) Productos de confitería
- (6) Destilerías
- (7) Tintorerías (lavado en seco)
- (8) Muelles exteriores de carga (tener en cuenta que los muelles exteriores de carga utilizadas únicamente para la carga y descarga de combustibles ordinarios deberían clasificarse como OH2. Para la manipulación de líquidos

inflamables y combustibles, materiales peligrosos, o donde se utilicen para almacenamiento, los muelles exteriores de carga y todos los muelles interiores de carga deberían protegerse en función de la ocupación real y de los materiales manipulados en el muelle, como si los materiales estuviesen realmente almacenados en esa configuración.)

- (9) Molinos de granos
- (10) Establos para caballos
- (11) Fábricas de productos de cuero
- (12) Bibliotecas — áreas de grandes salas con libros apilados
- (13) Talleres de maquinarias
- (14) Instalaciones de trabajo de metales
- (15) Ocupaciones mercantiles
- (16) Plantas de elaboración de papel y pulpa
- (17) Plantas procesadoras de papel
- (18) Muelles y embarcaderos
- (19) Fabricación de plásticos, que incluye el moldeo por soplado, la extrusión y el maquinado; no incluye operaciones que utilizan fluidos combustibles hidráulicos
- (20) Oficinas de correo
- (21) Imprentas y talleres de artes gráficas
- (22) Áreas de establos/caballerizas de pistas de carrera, entre las que se incluyen aquellas áreas de establos/caballerizas, graneros y edificios asociados en recintos feriales estatales, del condado y locales
- (23) Talleres de reparación
- (24) Áreas de aplicación de resinas
- (25) Escenarios
- (26) Fabricación de productos textiles
- (27) Fabricación de neumáticos
- (28) Fabricación de productos del tabaco
- (29) Maquinado de maderas
- (30) Ensamblaje de productos madereros

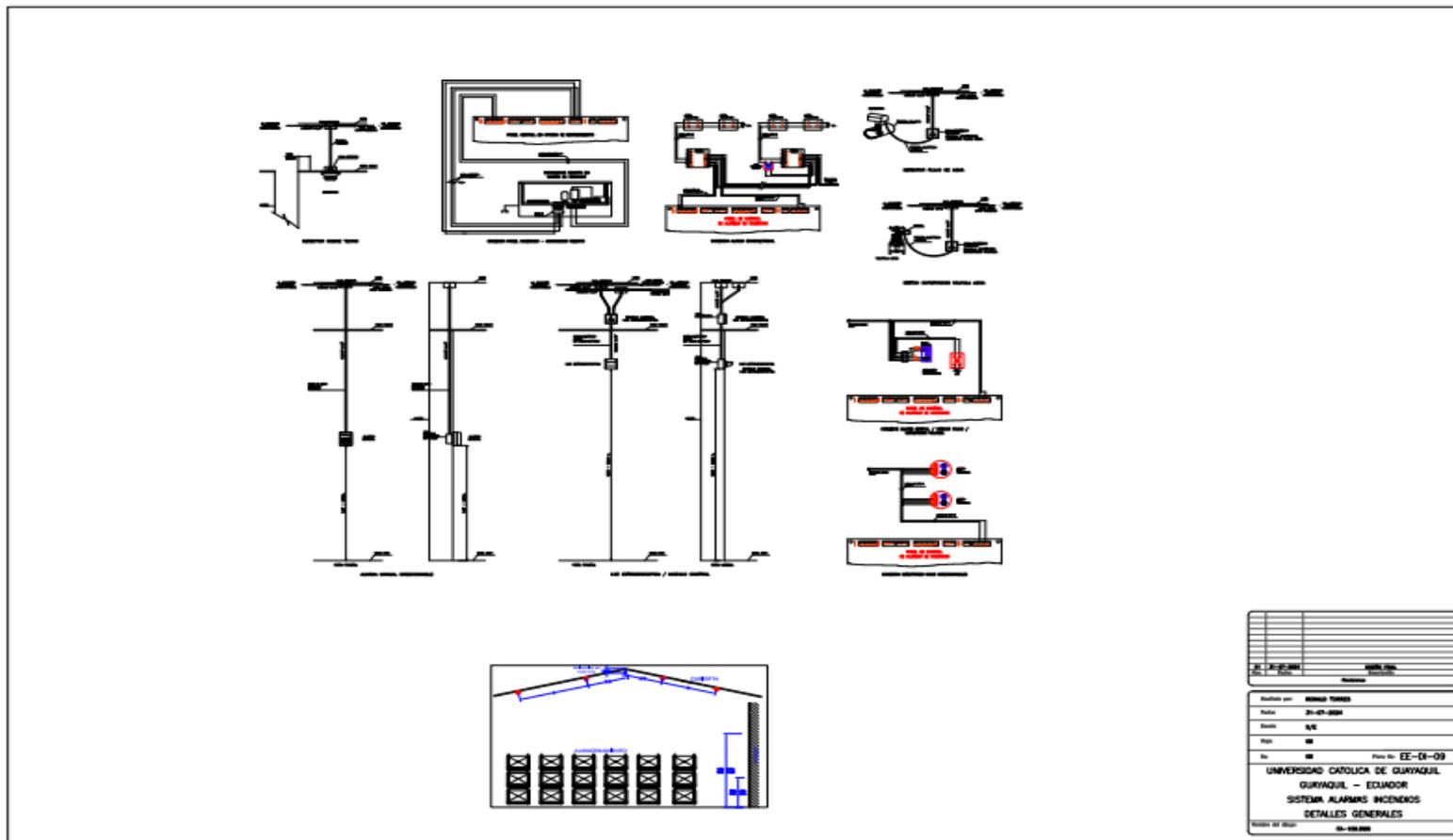
A.4.3.5 Las ocupaciones de riesgo extra (Grupo 1) incluyen ocupaciones con condiciones y usos similares a los siguientes:

- (1) Hangares para aeronaves (excepto según lo reglamentado en NFPA 409)
- (2) Áreas de uso de fluidos hidráulicos combustibles
- (3) Fundición a presión
- (4) Extrusión de metales
- (5) Fabricación de madera laminada y aglomerado
- (6) Imprenta [uso de tintas con puntos de inflamación momentánea por debajo de 100°F (38°C)]
- (7) Recuperación, composición, secado, fresado, vulcanizado de caucho
- (8) Aserraderos
- (9) Selección de fibras, apertura, mezcla, deshilachado o cardado de textiles, combinación de algodón, sintéticos, borra de lana o arpillera
- (10) Tapizado con espumas de plástico

A.4.3.6 Las ocupaciones de riesgo extra (Grupo 2) incluyen ocupaciones con condiciones y usos similares a los siguientes:

- (1) Saturación de asfalto
- (2) Pulverización de líquidos inflamables
- (3) Área de recubrimiento por chorro
- (4) Ensamblajes de viviendas prefabricadas o de edificios modulares (donde hubiera un cerramiento acabado y con interiores combustibles)
- (5) Enfriado en aceite en cuba abierta
- (6) Fabricación de plásticos
- (7) Limpieza con solventes
- (8) Barnizado y pintado por inmersión

Anexo 10: Nueva propuesta. Sistema de alarmas - Detalles generales



UNIVERSIDAD CATOLICA DE GUYAQUIL	
GUYAQUIL - ECUADOR	
SISTEMA ALARMS INCENDIOS	
DETALLES GENERALES	
Escala: 1:100	
Fecha: 20-07-2009	
Diseño: M.E.	
Dibujo: M.E.	
Proy. No: EE-01-09	
Hoja No: 01-000000	

NUEVA PROPUESTA.

**MEMORIA TÉCNICA SISTEMAS DE ALARMAS Y
SEÑALIZACION**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD
EiD EDUCACIÓN TÉCNICA
PARA EL DESARROLLO

REVISION-

012024-07-

26

CONTENIDO

ANTECEDENTES.

El presente proyecto está diseñado para implementar un sistema de alarmas de incendios y señalización del proyecto **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO.**

El proyecto se encuentra localizado en la Av. Pdte. Carlos Julio Arosemena Tola, Guayaquil,

El tipo de ocupación para el proyecto **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO** es **EDUCACIÓN** utilizada para propósitos educativos de carácter privado.

ALCANCE Y OBJETIVOS.

Esta documentación no pretende ser un manual de instalación, siendo ésta, responsabilidad exclusiva del instalador, quien debe conocer los códigos y estándares NFPA aplicables, así como el funcionamiento del sistema que instala. Además, el instalador debe tener experiencia instalando sistemas equivalentes y emplear buenas prácticas de instalación.

Objetivos.

El objetivo del presente documento es describir los diferentes parámetros contemplados para el diseño del sistema de alarmas y señalización para el proyecto.

El objetivo del sistema de alarmas de incendios y señalización es proporcionar un grado de protección a la vida y a la propiedad, basándose en las normas para este tipo de sistemas y de la legislación local vigente en el Ecuador.

Alcance.

El alcance del presente proyecto es desarrollar la solución de alarmas y señalización de incendio de acuerdo con los requerimientos de la distribución y diseño del proyecto.

Se incluyen las tareas de equipamiento de dispositivos y materiales, así como la instalación del sistema, el presente proyecto abarcará la integración e interconexión de los siguientes sistemas:

- a) Sistemas contra incendios.
- b) Sistema de alarma de incendios y señalización.

NORMAS APLICADAS.

Los códigos y estándares que se han tomado como referencia para el presente proyecto son:

- NEC. Norma Ecuatoriana de la Construcción. NE-HS-CI: Contra incendios. Noviembre 2019.
- NTE INEN- ISO 3864-1-2016. Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad
- NTE INEN 440. Colores de Identificación de tuberías.
- NFPA 1. Fire Code.
- NFPA 101. Life Safety Code®.
- NFPA 70. National Electric Code.
- NFPA 72. Código Nacional de Alarmas de Incendios y Señalización (español).

INFORMACIÓN EMPLEADA.

Además de la documentación descrita en el numeral anterior, para el diseño se ha empleado la siguiente información:

- Planos arquitectónicos del proyecto.

DESCRIPCION DEL PROYECTO.

El proyecto está constituido de:

- Planta baja
 - Modulo 1. Destinado a oficinas
 - Módulo 2. Destinado a laboratorios
 - Modulo 3. Destinado a aulas
 - Modulo 4. Destinado a laboratorios, asociación de estudiantes
 - Modulo 5. Destinado a laboratorios
 - Modulo 6. Destinado a aulas
 - Modulo 7. Destinado a aulas
- Planta alta
 - Módulos 4. Destinado a comedor
 - Modulo 5. Destinado a laboratorios
 - Módulos 6. Destinado a baños
 - Modulo 7. Destinado a aulas y oficinas

Cada una de estas áreas se ha clasificado, de acuerdo con su riesgo y se adoptaran las medidas de protección recomendadas según normativa NFPA.

CLASIFICACION DE SISTEMAS.

El proyecto está constituido principalmente por aulas, oficinas, comedor y laboratorios

El diseño y especificaciones del sistema de alarmas de incendios deberán ser desarrollados de acuerdo con la norma NFPA 72., y deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- Sistema de Iniciación. - El sistema de alarmas se deberá iniciar por medios manuales y detección automática.
- Sistema de Notificación. - El sistema de alarma de incendios deberá:
 - Activar una alarma general en todo el proyecto, con métodos audibles y visuales.
 - Activar una señal audible y visible en un panel centralizado.

DESCRIPCION DEL SISTEMA.

El proyecto contara, con un sistema centralizado de detección y alarma de incendios y su funcionamiento, manual o automático, no debe interferir con los sistemas de iluminación de emergencia o cualquier otro equipo interconectado con el FACP (Fire Alarm Control Panel).

El tiempo de retardo entre la activación de un dispositivo de detección y el inicio de los protocolos de emergencia automáticos de protección a la vida no deben exceder de 20 segundos.

El sistema propuesto está configurado como un sistema particular, el cual consiste en un panel de detección y alarma de incendios, ubicado en un lugar visible, montado sobre un gabinete.

El panel de detección deberá ser de tipo analógico y multiplexado, y es en donde se recibirán las señales de todos los dispositivos de detección (automáticos y manuales) con los que contarán las áreas, además deberá controlar y/o monitorear otros sistemas de seguridad contra incendios.

El sistema debe ser programado en modo de pre-alarma para los dispositivos automáticos y manuales de detección de incendios, la pre-alarma significa que cualquier aviso de alarma emitido por alguno de los dispositivos de detección de incendios automáticos, generará en el panel principal una señal de alarma (Alarm Signal) que deberá ser confirmada por el personal encargado, antes de activar los dispositivos de alarma.

El panel principal también deberá monitorear y/o controlar otros sistemas anexos que no necesariamente son de detección y alarma de incendios, pero que forman parte del sistema de seguridad contra incendios del proyecto.

Estos sistemas anexos, los cuales se describen a continuación, deberán interconectarse con el panel de detección y alarma de incendios, bajo las siguientes condiciones:

- Cortocircuitos, rotura y/o aterramiento en los conductores de los equipos que no sean de detección o alarma de incendios, no deberán de causar ningún tipo de interferencia con las señales de detección, alarma o supervisión.
- Cualquier cambio, adición, reemplazo, falla, procedimiento de mantenimiento, modificación de equipo, programación o circuito en los sistemas descritos a continuación no deberán tener ningún efecto en el sistema de detección y alarma de incendios.
- Las señales de alarma (alarm signal) de los dispositivos de detección de incendios (automáticos o manuales) deberán tener prioridad sobre cualquier otra señal que no sea de contra incendios, aun cuando esta se haya generado primero.

Activación de un detector puntual.

Al recibir una señal de alarma por parte de algún dispositivo de detección de incendios automático, debe generarse en el panel una señal audiovisual de alerta, indicando el dispositivo activado.

Activación de una estación manual de alarma.

Al recibir una señal de alarma por parte de alguna estación manual de alarma, debe generarse en el panel una señal audiovisual de alerta, indicando la zona activada.

Red de agua contra incendios

El proyecto cuenta con una red privada de agua contra incendios., El panel de detección de incendios deberá monitorear a través de una señal de supervisión las válvulas de supervisión y a través de señales de alarma, los sensores de flujo de agua.

El sensor de flujo de la red de agua y la válvula de sectorización envían una señal del tipo IDC (Initiating Device Circuit), por lo que el instalador del sistema de detección deberá suministrar un módulo que convierta esta señal en SLC (Signaling Line Circuit) y pueda ser registrada por

el panel de manera individual.

Adicionalmente, deberá monitorearse las válvulas de la red de agua contra incendios. El módulo deberá generar una señal de supervisión cuando la válvula supervisada cambie su posición normal bajo las siguientes condiciones:

- La señal de supervisión deberá continuar aun cuando la válvula sea regresada a su posición normal. Únicamente deberá darse por concluida la condición de anormal mediante el uso del reinicio del panel y la válvula en posición normal.
- El módulo deberá activar la señal de supervisión antes de que la válvula de 2 vueltas manuales o cuando la compuerta sufra una alteración mayor o igual a 1/5 de su posición normal.

El módulo deberá colocarse al interior de las cajas mostradas en los planos. El entubado desde la caja hasta el dispositivo deberá efectuarse con tubería metálica flexible, suministrada por el instalador del sistema de detección.

El dispositivo que efectuó la supervisión de las válvulas y las tuberías deberán ser instalados de manera que no interfiera con el funcionamiento de la válvula y de acuerdo con lo indicado a NFPA 72, 2-9.1.

Monitoreo del cuarto de bombas de incendios

El panel de detección y alarma de incendios deberá monitorear el buen funcionamiento de las bombas contra incendios, para ello deberá supervisar los siguientes dispositivos:

- Válvula tipo OS&Y ubicada en la tubería de descarga de la bomba.
- Válvula tipo mariposa pre-alambrada ubicada en la línea de prueba de la bomba contra incendios.

Adicionalmente, deberá de monitorearse y controlarse las siguientes señales del tablero controlador de la bomba contra incendios, de acuerdo con NFPA 72, 23.8.5.9 y NFPA 20, 9-4.2.

El monitoreo deberá efectuarse de acuerdo con las condiciones establecidas en este documento en **6.3**:

- Monitoreo de señal arranque de bomba contra incendios (alarm).
- Monitoreo de señal bomba contra incendios fuera de automático (supervisory).
- Monitoreo de señal falla en el sistema de bomba contra incendios (Trouble), que debe monitorear las siguientes alarmas de manera simultánea (NFPA 20, 12.4.1.4):
 - Monitoreo de señal falla de arranque automático de bomba contra incendios.
 - Monitoreo de señal alta temperatura de agua de refrigeración.
 - Monitoreo de señal parada del motor por sobre velocidad en bomba contra incendios.
 - Monitoreo de señal falla en cargadores de bomba contra incendios.
 - Monitoreo de señal falla en baterías (Trouble).
 - Monitoreo de señal bajo nivel de reserva de agua contra incendios (Supervisory).

Todas estas señales serán entregadas por el panel controlador de la bomba contra incendios. Con el objeto de efectuar la interconexión se la previsto que la señal SLC llegue al cuarto de bombas, desde donde el instalador del sistema deberá enlazar el panel de detección con el panel controlador de la bomba.

Los módulos por instalarse en el cuarto de bombas deberán ubicarse en cajas a prueba de agua suministrada por el instalador del sistema de detección. La tubería desde el módulo de monitoreo hasta la válvula deberá efectuarse con tubería conduit metálica.

Los dispositivos que efectúen la supervisión de las válvulas y sus tuberías deberán ser instalados de manera que no interfieran con el funcionamiento de la válvula y de acuerdo con lo indicado en NFPA 72. 2-9.1.

Zonificación de alarma

Las alarmas de incendios serán del tipo bocina con luz estroboscópica y luces estroboscópicas, para ser montadas en techo o pared de acuerdo con la arquitectura. La distribución y tipo de equipos se muestran en los planos.

Las alarmas deberán activarse de forma manual desde el panel de control o luego de transcurridos 60 segundos de recibida una señal de alarma proveniente de un dispositivo de detección y no se haya presionado el botón de reconocimiento (acknowledge) del panel.

El panel de detección deberá contar con un botón para activar cada una de las zonas de alarma de forma individual y un botón para activar todas las zonas de forma simultánea. Estos botones deberán tener LED's de color rojo o verde prendido (o un LED prendido/apagado) claramente identificado con una etiqueta rotulada como "Alarma Zona X", que al activarse accione las bocinas y las luces estroboscópicas.

Para las luces estroboscópicas de cada zona deberán de instalarse módulos de sincronización de luces.

CLASIFICACION DE SEÑALES.

Los dispositivos de detección de incendios a instalarse en el proyecto, que reportarán al panel principal y que además deberán poder monitorear y/o controlar, se clasifican como se indica a continuación:

- Dispositivos automáticos de detección de incendios, los cuales deberán reportarse en el panel como señal de alarma:
 - Detectores de humo fotoeléctricos
 - Detectores de calor
 - Sensores de flujo del sistema de rociadores.
- Dispositivos manuales de detección de incendios, los cuales deberán reportarse en el panel como señal de alarma:
 - Estaciones manuales de alarma.
- Monitoreo de otros dispositivos, los cuales deben reportarse en el panel como señal de supervisión:
 - Condición de abierto / cerrado de las válvulas del sistema de rociadores.
 - Interconexión con la bomba contra incendios.
 - Interconexión con los sistemas de extinción de incendios mediante agente limpio.
- Dispositivos de alarma de incendios:
 - Bocinas de alarma.
 - Luces estroboscópicas.

COMPONENTES DEL SISTEMA.

Todos los equipos por instalar deberán ser listados UL y aprobados por FM.

Panel de detección y alarma de incendios.

El panel principal de detección y alarma de incendios debe ser del tipo analógico, esto significa que se podrán direccionar y reconocer puntualmente el lugar en donde se produzca la señal de alarma.

La unidad de control del panel de detección y alarma de incendios debe tener un suministro de energía secundario que la pueda mantener funcionando durante **24 horas** en modo standby más **5 minutos** en modo alarma (Alarm) de todos los sistemas.

Dispositivos automáticos de detección de incendios.

Los detectores de humo y/o térmicos puntuales deben ser del tipo inteligente. Deberán contar, al menos, con un LED (luz piloto) externo, intermitente que indique su normal funcionamiento (Standby) y constante que indique una condición de alarma o avería (Alarm - Trouble).

Dispositivos manuales de detección de incendios.

Las estaciones manuales de alarma deberán ser direccionables, de simple o doble acción (empujar y jalar), además deberán contar con un seguro de manera que se evite que sean activadas casualmente.

Dispositivos de notificación de alarma de incendios.

El total de las áreas comunes del proyecto se encuentra cubierto con un sistema de notificación de alarmas, del tipo bocina con luz estroboscópica o luz estroboscópica, dependiendo de la ubicación y del tipo de área a proteger.

Módulo de control.

El módulo de control debe ser conectado al lazo SLC y proveer un contacto de relé con el fin de poder controlar dispositivos del sistema de detección, evacuación o anexos.

Módulo de monitoreo

El módulo de monitoreo deberá conectarse al circuito SLC y proporciona una salida de contacto seco para supervisar circuitos IDC o sistemas que envíen señales del tipo on/off.

Fuentes de energía

Los sistemas propuestos deben contar con dos fuentes de energía:

- Fuente de alimentación primaria: que corresponde al servicio público, y es la que normalmente operara dentro del proyecto.
- Fuente de alimentación secundaria: que provee de energía al sistema al fallar la fuente primaria.

La fuente secundaria deberá proveer energía al sistema dentro de los primeros **30 segundos** de falla de la fuente primaria o cuando la fuente primaria no puede abastecer más del 85% del voltaje requerido por el sistema.

El sistema de baterías debe cumplir con lo estipulado en la NFPA 72, que mantengan el 100% del sistema de detección y alarma operando, al menos durante **24 horas** en Standby más **5 minutos** de alarma de todos los dispositivos.

El lugar en donde se instalen las baterías debe ser cerrado y no deben existir gases de batería.

Debe estar protegido contra sobre corriente entre 150% y 200% de la carga normal de la batería.

Conductores.

Los conductores deben cumplir con los requisitos de la NFPA 70. Deberán ser de cobre mínimo 18 AWG con recubrimiento FPL para los cableados horizontales y FPLR para los montantes, listados por UL.

Los recubrimientos FPL y FPLR son de transmisión de señales de protección contra fuego con limitación de energía, deberá estar listado como adecuado para su uso en sistemas de señales de protección de incendios.

El conductor podrá ser de alambre de cobre sólido o cable de cobre trenzado con un máximo de 7 hilos para número 18 AWG.

CIRCUITOS.

Supervisión de circuitos.

Las fuentes de energía, circuito eléctrico y equipos deben ser supervisados de forma que se active una señal de falla (Trouble) por la apertura del sistema y puesta a tierra de este. De esta manera se tiene monitoreado el íntegro del circuito, que, al fallar, automáticamente transmite la zona de falla.

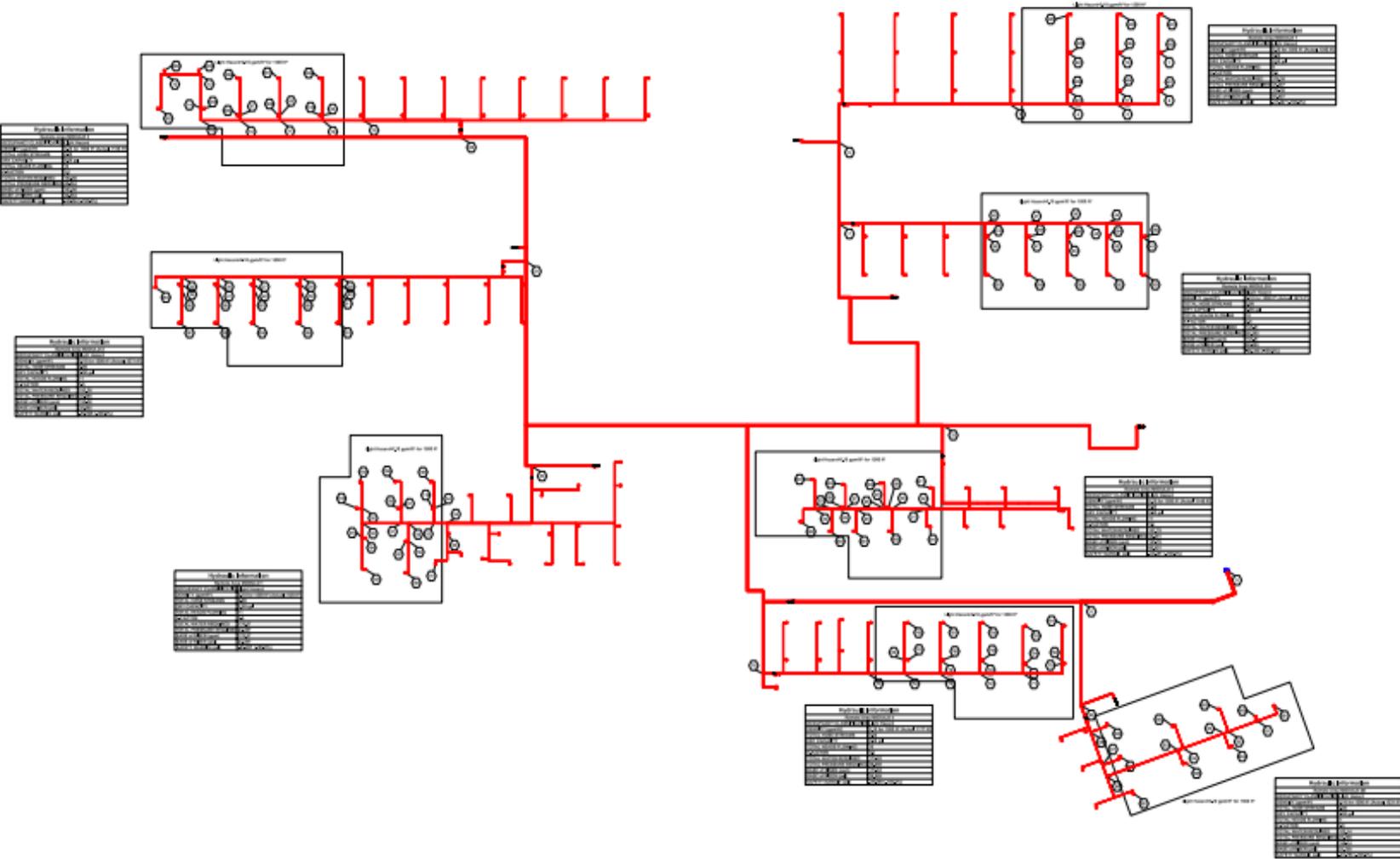
Igualmente, los circuitos de las fuentes de energía deben ser supervisados, reportando al panel principal en caso de falla de cualquiera de las dos fuentes de energía, primaria o secundaria. La falla de una de las dos fuentes no debe de afectar la operación del sistema

Funcionamiento de los circuitos.

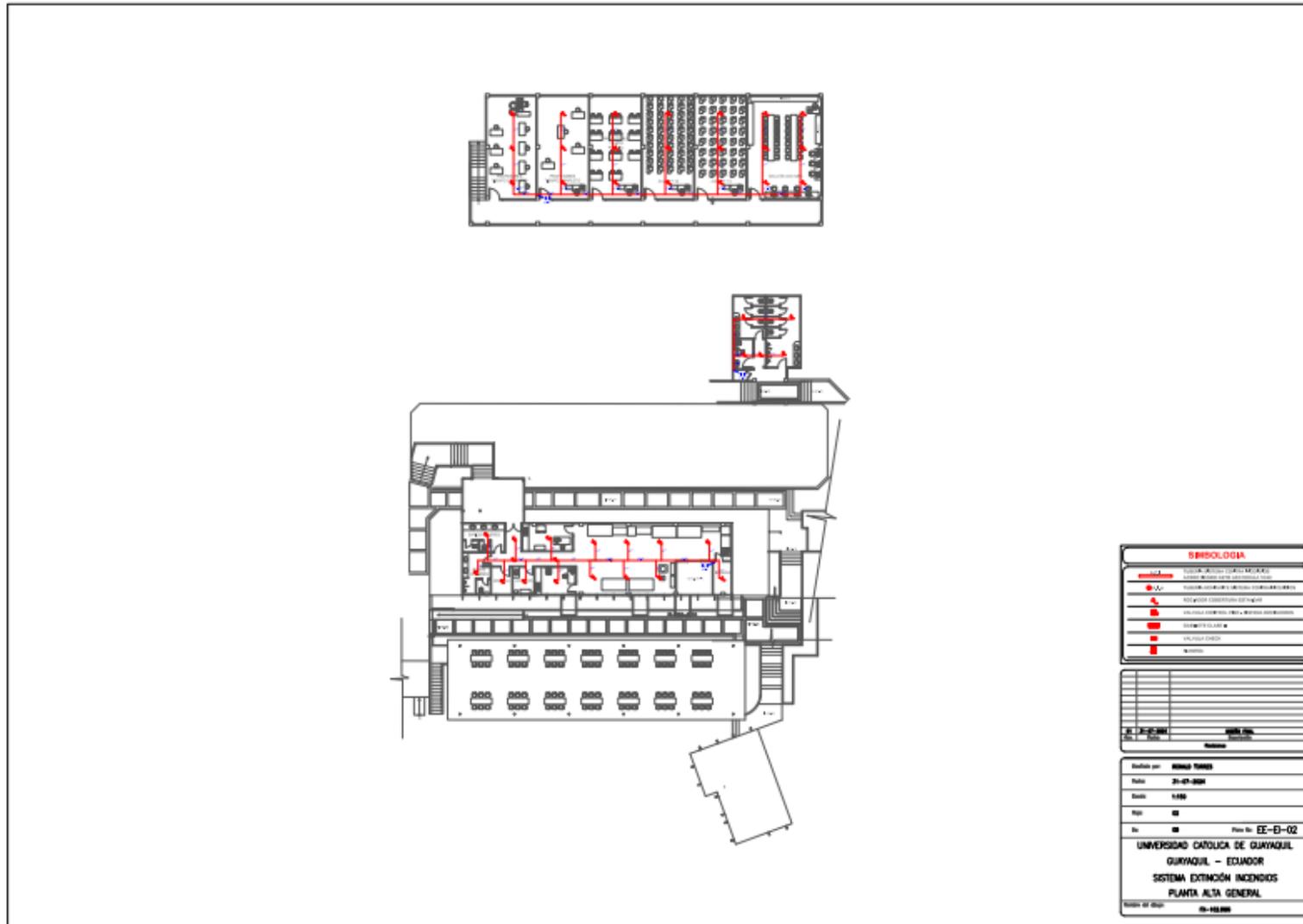
Los dispositivos por instalarse deberán de tener la capacidad de ser conectados de acuerdo con las especificaciones dadas a continuación, las cuales se basan en NFPA 72, 23.6, 23.7 y 23.5 respectivamente:

- El circuito de SLC: Clase B.
- El circuito de NAC: Clase B.
- El circuito de IDC: Clase B

Anexo 12: Sistema de extinción - Diseño Hidráulico Módulos 1-7



Anexo 14: Sistema de extinción – Planta alta



NUEVA PROPUESTA
MEMORIA TÉCNICA
SISTEMA HIDRAÚLICO INCENDIOS



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL



REVISION-
01 2024-07-
26

ANTECEDENTES.

El presente proyecto está diseñado para implementar un sistema de protección contra incendios en las instalaciones del proyecto **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**.

El proyecto se encuentra localizado en la Av. Pdte. Carlos Julio Arosemena Tola, Guayaquil

El tipo de ocupación para el proyecto **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO** es **EDUCACIÓN** utilizada para propósitos educativos de carácter privado.

ALCANCE Y OBJETIVOS.

En la presente memoria técnica se especifican los requerimientos mínimos para tener en cuenta en la instalación del sistema de protección de incendios para la **FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**.

Esta documentación no pretende ser un manual de instalación, siendo ésta, responsabilidad exclusiva del instalador, quien debe conocer los códigos y estándares NFPA aplicables, así como el funcionamiento del sistema que instala. Además, el instalador debe tener experiencia instalando sistemas equivalentes y emplear buenas prácticas de instalación.

Objetivos.

El objetivo del presente documento es describir los diferentes parámetros contemplados para el diseño del sistema de protección de incendios del proyecto.

El objetivo del sistema de protección de incendios es proporcionar un grado de protección a la vida y a la propiedad, basándose en las normas para este tipo de sistemas y de la legislación local vigente en el Ecuador, para el presente Proyecto.

Alcance.

El alcance del presente proyecto es desarrollar la solución de protección de incendio de acuerdo con los requerimientos de la distribución y diseño del proyecto.

NORMAS APLICADAS.

Los códigos y estándares que se han tomado como referencia para el presente proyecto son:

- NEC. Norma Ecuatoriana de la Construcción. NE-HS-CI: Contra incendios. Noviembre 2019.
- NTE INEN- ISO 3864-1-2016. Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad
- NTE INEN 440. Colores de Identificación de tuberías.
- NFPA 1. "Fire Code".
- NFPA 13. "Standard for the Installation of Sprinkler Systems".
- NFPA 14. "Standard for Standpipe and Hose Systems".
- NFPA 20. "Standard for the Installation of Centrifugal Fire Pumps".
- NFPA 24. "Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and

- Their Appurtenances”
- NFPA 25. "Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water Based Fire Protection Systems".
- NFPA 101. "Life Safety Code®".

INFORMACIÓN EMPLEADA.

Además de la documentación descrita en el numeral anterior, para el diseño se ha empleado la siguiente información:

- Planos arquitectónicos del proyecto y levantamiento de instalaciones existentes.

DESCRIPCION DEL PROYECTO.

El proyecto está constituido de:

- Planta baja
 - Modulo 1. Destinado a oficinas
 - Módulo 2. Destinado a laboratorios
 - Modulo 3. Destinado a aulas
 - Modulo 4. Destinado a laboratorios, asociación de estudiantes
 - Modulo 5. Destinado a laboratorios
 - Modulo 6. Destinado a aulas
 - Modulo 7. Destinado a aulas
- Planta alta
 - Módulos 4. Destinado a comedor
 - Modulo 5. Destinado a laboratorios
 - Módulos 6. Destinado a baños
 - Modulo 7. Destinado a aulas y oficinas.

Cada una de estas áreas se ha clasificado, de acuerdo con su riesgo y se adoptaran las medidas de protección recomendadas según normativa NFPA.

CLASIFICACION DE SISTEMAS.

El proyecto está constituido principalmente por aulas, oficinas, comedor y laboratorios.

El diseño y especificaciones del sistema hidráulico de incendios deberán ser desarrollados de acuerdo con la norma NFPA 13 y 14, y deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- Sistema de Tubería Vertical. – El proyecto deberá contar con gabinetes para mangueras Clase III. Para el diseño de los sistemas de gabinetes deberá aplicarse la norma NFPA 14.
- Sistema de Rociadores Automáticos. - Para el diseño de los sistemas de rociadores automáticos deberá aplicarse la clasificación de contenidos de la norma NFPA 13.

CLASIFICACION DE RIESGOS.

Los riesgos encontrados se discriminan según el área al que correspondan de acuerdo con la respectiva norma NFPA:

- Para los sistemas de rociadores se utilizan los criterios de diseño establecidos en NFPA 13:

DESCRIPCION AMBIENTE**AULAS**

Norma:	NFPA 13-2022
Clasificación riesgo:	Riesgo Ligero
Clasificación temperatura:	Ordinaria
Área cobertura rociadores:	1500.00 GPM/ft2
Densidad seleccionada:	0.10 GPM/ft2
Tipo rociador:	Cobertura Normal
Orientación rociador:	Pendent
Factor K rociador:	5.60
Área rociador:	200.00 ft2
Espaciamiento rociadores:	15.00 ft
Duración abastecimiento agua:	30
min. Demanda Total Agua-Rociadores:	150
GPM Demanda Total Agua-Gabinetes CIII:	250
GPM	

La duración del abastecimiento de agua se ha tomado el mínimo especificado en NFPA.

DESCRIPCION DEL SISTEMA.

El proyecto con el fin cumplir con los requerimientos de seguridad indicados por la normativa listada y la autoridad competente del Ecuador, implementará un sistema de protección contra incendio que constará de lo siguiente:

- En todo el proyecto en función del riesgo existente, en cada área, se instalarán sistemas de extinción manual y automática según la clasificación realizada en el **literal 7**
- En todas las áreas del proyecto se instalarán sistemas de extinción automáticos con rociadores complementados por gabinetes para mangueras de incendios clase III, debidamente equipados. Los sistemas cumplen las normativas NFPA 13 y 14.
- El proyecto tendrá un almacenamiento mínimo de agua para incendios de **29.0 m3**, para garantizar el funcionamiento de sus sistemas de rociadores y mangueras con un caudal total de **250 GPM** durante un periodo de **30 minutos**.
- Dentro del cuarto de bombas, se instalará un sistema de bombeo constituido por bombas con motores eléctricos, una bomba principal y una bomba jockey, estas se conectarán a una tubería de acero negro de **Ø6"** que se instalará a través del Campus. Desde esta tubería principal se derivarán tuberías secundarias a cada uno de los edificios, que se conectarán a las tuberías verticales (montantes) de **Ø4"** para los sistemas de rociadores y gabinetes de manguera.
- Para el proyecto sobre la calle de ingreso al proyecto se instalará una (1) siamesa para la conexión de bomberos, conectadas a la red principal mediante tubería metálica de **Ø4"** anclada sobre la pared.
- Para el funcionamiento de los sistemas indicados, se deberá implementar un sistema de bombeo contra incendio de **250 GPM @ 170 PSI** para uso en sistemas contra incendio, listado y aprobado por UL y FM respectivamente y una bomba jockey para incendios de **5 GPM @ 180 PSI**. La bomba jockey mantendrá presurizado el sistema de manera que puedan actuar de inmediato cuando exista algún requerimiento de agua, el cual hace disminuir la presión en la línea que acciona los dispositivos de arranque del motor, como, por ejemplo, el uso de una manguera o apertura de un rociador.
- Los componentes del sistema contra incendio del proyecto son descritos a continuación:

Cuarto de bombas.

El proyecto cuenta con un cuarto de bombas con acceso directo y seguro a la vía pública, se ubicará en junto al cuarto de transformadores. El cuarto de bombas cumplirá con lo establecido por la NFPA 20.

Sistema de bombeo

Este sistema de bombeo es completamente automático y mantiene presurizada la red de agua contra incendios, gabinetes de mangueras y sistemas de rociadores, lo que significa que estos sistemas podrán actuar de inmediato cuando haya un requerimiento de agua, como, por ejemplo, la apertura de rociadores o válvulas para incendios.

Para abastecer de agua al sistema contra incendio del proyecto, con suficiente presión para el uso de mangueras contra incendio y sistemas de rociadores, se requiere una bomba listada UL/FM de tipo **Turbina Vertical**, impulsada por un motor eléctrico con las siguientes características:

Bomba Principal:

- Caudal Total: 250 GPM
- Altura Dinámica: 170 PSI
- Potencia Motor: 40 HP.
- Tipo: Turbina Vertical.
- Características eléctricas: 230/3/60.

Mediante una bomba jockey, el sistema mantiene una presión mínima en la red compensando pequeños decrementos de presión y evitando arranques innecesarios de la bomba principal. La bomba jockey tendrá las siguientes características:

Bomba Jockey:

- Caudal Total: 5 GPM
- Altura Dinámica: 180 PSI
- Potencia: 3.0 HP.
- Tipo: Vertical multietapa.
- Características eléctricas: 230/3/60.

La bomba jockey arranca automáticamente cuando la presión en la línea baja a **175 PSI** presuriza la línea y se detiene automáticamente cuando llega a **180 PSI**.

Ante una emergencia, la demanda de agua solicitada por cualquier dispositivo contra incendio producirá una caída de presión en la línea que dará lugar a que el tablero controlador de la bomba arranque el motor cuando la presión llegue hasta **165 PSI**.

El correcto funcionamiento del sistema de bombeo y los eventos de alarmas serán supervisados desde el panel del sistema de alarmas de incendios del proyecto.

Reserva de agua contra incendio

La reserva de agua contra incendios será suministrada por medio de una cisterna de almacenamiento, ubicada debajo del cuarto de bombas. El proyecto contempla un almacenamiento de agua para incendios con un volumen de **29 m³**. Se ha determinado el volumen de agua de reserva, en función al riesgo más crítico con mayor demanda hidráulica establecido en NFPA 13.

Red de agua contra incendio

El Proyecto contará con una red de agua contra incendios a partir de la válvula de descarga tipo OS&Y del sistema de bombeo, con tubería acero negro de **Ø6"**. Esta se conectará en cada edificio para los sistemas de rociadores y mangueras de gabinetes. Estas tuberías serán metálicas de **Ø4"**.

Sistema de rociadores

El sistema de rociadores es una red húmeda de tuberías con rociadores, válvulas y accesorios que se diseña para aplicar una determinada cantidad de agua sobre un área.

La aplicación del agua se hace por medio de los rociadores, que son unas boquillas por las que se descarga el agua cuando el dispositivo se activa. Los rociadores se activan cuando la temperatura del medio ambiente es la suficiente como para fundir o romper un fusible que libera el tapón del rociador.

El color y modelo de los rociadores puede escogerse según los colores y acabados de cada fabricante, pero deben ser de bronce.

El sistema de rociadores se abastece de su montante a través de una válvula pre-alambrada, además se tiene un detector de flujo, un manómetro y una válvula de prueba y drenaje.

Los rociadores deben instalarse respetando la disposición indicada en los planos, siguiendo las indicaciones del fabricante y según las restricciones impuestas por la certificación de UL.

Un tema importante es aquel de las obstrucciones a la descarga de los rociadores producidas por muros altos, vigas, columnas, letreros, ductos, luminarias y otros equipos.

Todos los ambientes del proyecto deberán estar cubiertos por sistemas de rociadores.

Sistema de gabinetes.

El proyecto contempla la instalación de gabinetes para mangueras según requerimientos de la Ley de Incendios del Ecuador NEC-2019 y NFPA 14.

Los gabinetes serán instalados de tal forma que cumplan con la cobertura de protección para las áreas a proteger.

Se ubicará en sitios visibles en cada ambiente y accesibles sin obstaculizar las vías de evacuación.

COMPONENTES DEL SISTEMA.

Todos los componentes utilizados en el sistema de protección de incendios deben estar específicamente certificados por Underwriter Laboratories Inc. (UL) para ser usados en sistemas de incendios, si dicha certificación existiera o estar aprobados por Factory Mutual (FM).

Las marcas y modelos que aparecen en las listas de materiales pueden reemplazarse por otras marcas y modelos, siempre que cumplan con ser del mismo tamaño, ser de una calidad igual o superior y contar con las certificaciones del caso.

Tubería aérea.

La red de distribución está comprendida por tuberías cuyo material será Acero Negro Sch40 ASTM A53 para unión roscada o Acero negro ASTM A-795 Type E, Grade A para ranurada por deformación.

También se aceptará cualquier otra tubería metálica que se encuentre certificada por UL para uso en sistemas de protección de incendio, como por ejemplo tubería de pared delgada (SCH 10) con sus respectivos accesorios.

Además de todas las consideraciones pertinentes a una correcta instalación, debe cuidarse el aspecto estético, el cual se logrará con una buena alineación de la tubería, correcta instalación de los accesorios, uniformidad en los soportes y colgadores, limpieza, pintura, entre otros.

El instalador debe cuidar de no forzar los diversos componentes del sistema en el proceso de montaje, como, por ejemplo, alinear tuberías o soportes ajustando los pernos para corregir desalineaciones. De ser necesario cualquier otro accesorio para evitar estos esfuerzos, el instalador debe justificarlo y considerarlo en su provisión.

Válvulas.

Las válvulas que controlan el abastecimiento a los sistemas deben, por su construcción o ensamble con otros accesorios, indicar su posición – abierta o cerrada – y que estando completamente abierta no pueda ser cerrada en menos de 5 segundos. Las válvulas deben seleccionarse observando su presión de trabajo.

Las válvulas deben estar claramente identificadas mediante una tarjeta plástica o metálica que indique su posición normal de funcionamiento (normalmente abierta o cerrada) y la instalación debe hacerla accesible y fácil de operar. También debe estar supervisada por el panel de detección y alarma de incendios del edificio.

Rociadores.

Todos los rociadores deben estar listados por UL para el riesgo que protegerán. El coeficiente de descarga y temperatura de los rociadores especificados en las listas de materiales no deben modificarse.

El diseño contempla el uso de los siguientes tipos de rociador:

Aulas Pendent, Standard Coverage, K=5.6; ½" NPT, 155°F.

Los rociadores deben instalarse respetando la disposición indicada en los planos, siguiendo las indicaciones del fabricante, según las restricciones impuestas por la certificación de UL.

Un tema importante es aquel de las obstrucciones a la descarga de los rociadores producidas por muros altos, vigas, columnas, letreros, ductos, luminarias y otros equipos.

De producirse otras obstrucciones durante la construcción del edificio, el instalador debe solucionarlas empleando las reglas y criterios establecidos en la NFPA 13.

Las existencias de rociadores para repuesto deben incluir rociadores de todos los tipos y clasificación de temperaturas instalados, y deben ser como siguen:

- Para sistemas con menos de 300 rociadores, mínimo 6 rociadores.
- Para sistemas con 300 a 1000 rociadores, mínimo 12 rociadores.
- Para sistemas con más de 1000 rociadores, mínimo 24 rociadores.

Gabinetes para mangueras

Se instalarán gabinetes clase III en todas las áreas del. Todos los elementos que componen la boca de incendio equipada estarán alojados en su interior, colocados entre 0.90m a 1.5m de altura del piso acabado, empotrados en la pared y con la señalización correspondiente. Tendrá las dimensiones adecuadas para alojar los elementos que se mencionan a continuación y un espesor de lámina metálica de 0.75 mm. con cerradura universal (triangular); el gabinete contendrá una válvula angular de 1 ½" y una de 2 ½", alojará además en su interior una manguera de incendios, con certificación UL/FM, de 1½" de diámetro y 30 metros de longitud, un extintor de 10 libras (4.5 kilos) de agente extintor, con su respectivo accesorio de identificación, una llave spanner, los vidrios de los gabinetes contra incendios tendrán un espesor de 3 a 4 milímetros (3 a 4 mm) y deberán ser templados y bajo ningún concepto deben ser instalados con masillas o cualquier tipo de pegamentos al marco de la puerta del gabinete.

Siamesa.

Esta conexión será utilizada por los bomberos para inyectar agua a la red contra incendio desde una fuente externa.

La conexión de inyección para bomberos será del tipo poste e instalada para obtener acceso directo desde la vía pública.

La conexión para bomberos cuenta con válvula check ubicada lo más cerca posible a la tubería a la que se le inyecta el agua.

Las características de las conexiones son: terminará en una boca de impulsión o hidrante de fachada de doble salida hembra (con anillos giratorios) o siamesa en bronce bruñido con rosca NST, ubicada a una altura que está a 0.9m máximo del piso terminado hasta el eje de la siamesa; tales salidas serán de 2 ½ pulgadas (63.5 milímetros) de diámetro cada una y la derivación en acero negro del mismo diámetro de la tubería.

La boca de impulsión o siamesa estará colocada con los respectivos tapones de protección señalizando el elemento conveniente con la leyenda <USO EXCLUSIVO DE BOMBEROS> o su equivalente; se dispondrá de la válvula check incorporada o en línea a fin de evitar el retroceso del agua.

El proyecto dispondrá de una (1) siamesa de **4"x2.5"x2.5"** conectada a la red del sistema mediante una tubería de acero negro de **Ø4"** instalada en el ingreso al proyecto. Ver su ubicación en planos.

Colgadores y soportes antisísmicos.

Ecuador al estar en una zona de alta sismicidad, de acuerdo con los criterios de la NFPA, es mandatorio que el sistema hidráulico de protección de incendios cuente con un sistema de soportaría adicional para su restricción sísmica.

Por colgador debe entenderse un elemento cuya función es soportar el peso de la tubería llena de agua, sin restricciones contra movimientos laterales, por lo tanto, la tubería colgada puede oscilar.

Un soporte es un elemento que restringe los movimientos horizontales de la tubería colgada y transmite las fuerzas generadas a elementos estructurales del edificio capaz de resistirlas. Un soporte de ramal es un elemento menos exigente que un soporte y cuya finalidad es restringir los movimientos laterales de los ramales.

Todos los colgadores, soportes y formas de instalación están especificados con bastante detalle en la NFPA 13. Todos los colgadores y soportes empleados deben estar certificados por UL y deben instalarse según las restricciones de dicha certificación. Se permite fabricar colgadores y soportes de acero siempre y cuando estos colgadores y soportes cuenten con la certificación de un profesional colegiado, soporten 5 veces el peso de la tubería llena de agua más 114 Kg estén instalados en puntos de la estructura que puedan soportar esta carga, no se exceda la máxima distancia permitida entre colgadores especificada en el NFPA 13, que sean metálicos y, con una capa de pintura anticorrosiva de 3 mils correctamente aplicada.

La protección contra sismos está dada por la combinación de soportes en 2 y 4 sentidos con acoplamientos flexibles, permitiendo que en un sismo la tubería siga el desplazamiento del edificio sin forzarse. La disposición de soportes y acoplamientos flexibles debe respetarse estrictamente y no deben ser modificadas sin la autorización escrita del diseñador del sistema.

Cuarto de bombas

Es útil mencionar algunos aspectos a considerar en el proyecto y construcción del cuarto de bombas. Entre ellos están los siguientes:

- El cuarto de bombas debe prever el espacio necesario para el ingreso de los equipos y debe garantizar la integridad de estos.
- La puerta de acceso al cuarto de bombas debe contar con el ancho no menor a 1.50 m para para ingresar los equipos por este acceso, caso contrario se debe contar con una losa removible con las dimensiones adecuadas para que el equipo de bombeo pueda ser ingresado directamente desde la parte superior de esta área.
- El sistema de ventilación debe garantizar que la temperatura máxima del cuarto de bombas no exceda los 50 °C, siendo lo recomendable que se encuentre a temperatura ambiente (25°C).
- El área del cuarto de bombas deberá tener un cerramiento corta fuego de por lo menos una hora.
- El desagüe del cuarto de bombas debe ser preferiblemente natural (por gravedad) o empleando un sumidero con una bomba para desaguar. Para evitar la inundación del cuarto de bombas debe tener una canaleta con rejilla para evacuar 80 gpm hacia la red desagüe del edificio.
- El piso de la casa de bombas debe considerar un sumidero con buena pendiente hacia la canaleta de desagüe (5% por ejemplo), a fin de evacuar cualquier derrame de agua.
- Debe tener iluminación eléctrica (200 lux como mínimo) y luz de emergencia. Ambas deben estar protegidas contra golpes.
- Deberá ser construido de material no combustible caso contrario deberá contar con un sistema de rociadores privado, que se conecta directamente a la descarga del sistema de bombeo, estar sectorizado por una válvula de bola pre alambrada de 25 mm, monitoreada con un detector de flujo de 25 mm y un manómetro de Ø ¼".
- Todos los ductos por los que corren los cables eléctricos deben estar empotrados y protegidos contra el fuego y del ingreso de agua. Las conexiones eléctricas de los equipos deben hacerse con accesorios conduit metálicos, flexibles y herméticos.
- Todos los equipos del cuarto de bombas deben conectarse a una toma de tierra.
- No se admite ningún otro uso de la casa de bombas, como por ejemplo para bodega o pequeño taller. La casa de bombas debe ser un área restringida y debe mantenerse lo más limpia y ventilada posible.

Purga de aire

La presencia de aire dentro de la tubería es una de las causantes de la putrefacción de esta, causando una posible contaminación bacteriana dentro de las tuberías, por lo cual deberá instalarse equipos que aseguren la purga total de aire dentro de una red húmeda de agua, especialmente en sistema de rociadores, la ubicación de este dispositivo se encuentra en el punto más alto del montante.

CONSIDERACIONES DE DISEÑO.

Los parámetros listados en el **literal 7** de esta memoria servirán para elaborar los trazados y modelación hidráulica del sistema de protección de incendio en el proyecto.

Parámetros de diseño sistema extinción agua.

Definición del caudal y presión mínimos requerido por gabinete.

La norma **NFPA 14** determina el caudal mínimo requerido en un gabinete, correspondiendo los siguientes valores:

- Gabinetes Clase III 250 GPM @ 100PSI.

Cálculo de caudal mínimo requerido por cada rociador.

Se determina multiplicando el área máxima de protección de un rociador por la densidad dada por el nivel de riesgo.

$$Q = A \times D$$

Donde:

Q = Caudal rociador (GPM).
A = Área cobertura rociador (ft²).
D = Densidad aplicación (GPM/ft²).

Cálculo de la presión mínima requerida por cada rociador.

Se determina por medio de la siguiente expresión:

$$P = \left(\frac{Q}{K} \right)^2$$

Donde:

P = Presión rociador (PSI).
Q = Caudal rociador (GPM).
K = Coeficiente de descarga (GPM/PSI^{1/2})

Calculo número de rociadores.

$$N = Aa \times Ar$$

Donde:

N = Numero rociadores.

Aa = Área de aplicación (ft²).

Ar = Área de rociador máxima (ft²)

Perdidas por fricción.

Ecuación de Hazen-Williams.

$$p = 4,87 \times Q^{1,85} / C^{1,85} \times d^{4,52}$$

Donde:

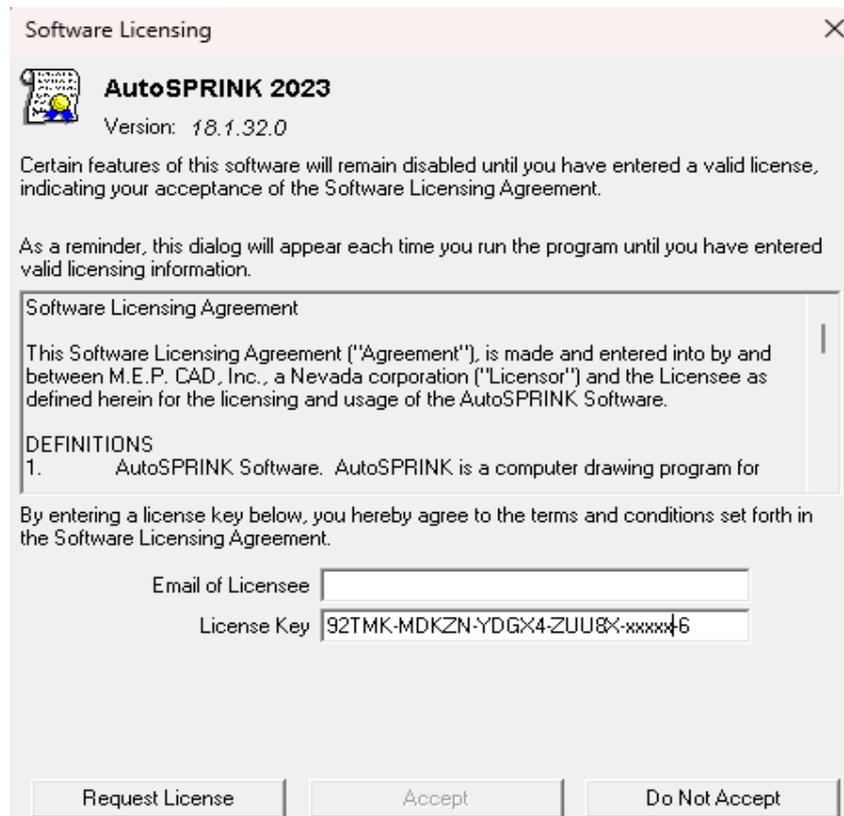
p = Resistencia por fricción (PSI/ft de tubería). Q = Caudal (GPM).

d = Diámetro interior real de la tubería

(pulgadas). C = coeficiente de pérdida por fricción.

SOFTWARE DE MODELACION DE DISEÑO.

Los cálculos hidráulicos se realizan en base a la metodología establecida en la NFPA 13 y utilizando el Software AutoSPRINK 2023 Versión 18.1.32.0



Anexo 16: Plan de emergencia (Rutas de evacuación y escape)

Objetivo: Establecer rutas de evacuación y procedimientos de escape para garantizar la seguridad de los ocupantes de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil en caso de incendio u otras emergencias.

1. Diseño de Rutas de Evacuación

1.1 Identificación de Salidas de Emergencia

Salidas primarias: Las salidas principales de cada edificio y áreas comunes.

Salidas secundarias: Salidas adicionales ubicadas en lugares estratégicos para facilitar una evacuación rápida, evitando congestión en las salidas primarias.

1.2 Planificación de Rutas de Evacuación

Ruta A (Edificio Principal):

Partiendo de los salones del primer piso, dirigirse hacia las escaleras principales y salir por la puerta principal.

Alternativamente, utilizar la escalera de emergencia ubicada en el ala este.

Ruta B (Laboratorios y Talleres):

Desde los laboratorios en la planta baja, seguir los pasillos hacia las salidas de emergencia ubicadas al norte y sur del edificio.

Ruta C (Áreas Comunes):

En áreas como cafeterías o bibliotecas, dirigirse a la salida más cercana, indicada en los planos anexos.

1.3 Señalización

Señales lumínicas de evacuación: Instaladas en todas las rutas, visibles y funcionales incluso en condiciones de baja visibilidad.

Mapas de evacuación: Colocados en puntos estratégicos de cada edificio, mostrando las rutas de escape, salidas de emergencia, y puntos de reunión.

2. Puntos de Reunión

2.1 Establecimiento de Puntos de Reunión

Punto de Reunión A: Frente al edificio principal, en el área verde a 50 metros de la salida principal.

Punto de Reunión B: En el estacionamiento trasero, a una distancia segura de los edificios.

2.2 Procedimiento en los Puntos de Reunión

Control de asistencia: Personal designado verificará la presencia de todos los ocupantes.

Informe de ausencias: Notificar inmediatamente a los responsables de seguridad si alguien no está presente en el punto de reunión.

3. Procedimientos de Evacuación

3.1 Instrucciones Generales

Mantener la calma: Evitar correr, gritar o empujar durante la evacuación.

Seguir las rutas establecidas: No desviar de las rutas señalizadas, salvo que estén bloqueadas.

Ayuda a personas con discapacidades: Personal designado asistirá a las personas con movilidad reducida.

3.2 Comunicación durante la Emergencia

Uso de megáfonos y altavoces: Para dar instrucciones claras y concisas durante la evacuación.

Sistemas de alarma: Activación de alarmas sonoras y visuales para alertar de la emergencia.

3.3 Evacuación de Personas con Discapacidades

Rutas accesibles: Diseño de rutas de evacuación con rampas y pasamanos para personas con discapacidades.

Puntos de rescate asistido: Establecidos en cada edificio para esperar ayuda si es necesario.

4. Simulacros de Evacuación

4.1 Programación de Simulacros

Frecuencia: Realización de simulacros de evacuación al menos dos veces al año.

Evaluación post-simulacro: Análisis de la efectividad del simulacro, identificando áreas de mejora.

4.2 Involucramiento del Personal y Estudiantes

Capacitación previa: Todos los ocupantes deben recibir instrucciones detalladas sobre el plan de evacuación antes de los simulacros.

Participación activa: Todos los ocupantes de la facultad deben participar en los simulacros.

5. Mantenimiento y Actualización de las Rutas de Evacuación

5.1 Mantenimiento de Señalización y Equipos

Inspecciones periódicas: Verificación regular del estado de las señales de evacuación y equipos de seguridad.

Reparaciones inmediatas: Cualquier deficiencia debe ser corregida inmediatamente.

5.2 Revisión y Actualización del Plan

Evaluación anual: Revisión del plan de evacuación y rutas, ajustando según sea necesario.

Incorporación de cambios estructurales: Actualizar las rutas de evacuación ante cualquier cambio en la infraestructura.

Anexo 17: Planificación Detallada para el Plan de Emergencia Contra Incendios

Etapa 1: Evaluación de Riesgos

- Cronograma de actividades

Actividad	Responsable	Duración	Fecha de Inicio	Fecha de Finalización
1.1 Inspección de Instalaciones		7 días	Día 1	Día 7
Inspección detallada de edificios, laboratorios, talleres y áreas comunes	Equipo de Inspección	4 días	Día 1	Día 4
Identificación de fuentes potenciales de incendio	Equipo de Inspección	2 días	Día 5	Día 6
Evaluación de las rutas de evacuación existentes	Equipo de Inspección	1 día	Día 7	Día 7
1.2 Análisis de Riesgos		6 días	Día 8	Día 13
Evaluación de materiales inflamables presentes y la carga de fuego	Equipo de Análisis	2 días	Día 8	Día 9
Análisis de actividades que podrían aumentar el riesgo de incendio	Equipo de Análisis	3 días	Día 10	Día 12
Evaluación de la capacidad actual de respuesta ante emergencias	Equipo de Análisis	1 día	Día 13	Día 13
1.3 Revisión de Historiales		3 días	Día 14	Día 16
Consideración de incidentes previos de incendios y respuestas	Equipo de Análisis	2 días	Día 14	Día 15
Identificación de patrones o áreas de especial preocupación	Equipo de Análisis	1 día	Día 16	Día 16
1.4 Informe de Evaluación		2 días	Día 17	Día 18
Documentación de hallazgos y generación de un informe de evaluación de riesgos	Coordinador del Proyecto	1 día	Día 17	Día 17
Uso del informe como base para el diseño del sistema	Coordinador del Proyecto	1 día	Día 18	Día 18

- **Requerimiento de personal**

Rol	Responsabilidades	Cantidad de Personas
Coordinador del Proyecto	Supervisión general, coordinación de equipos, revisión de informes.	1
Equipo de Inspección	Realización de inspecciones, identificación de riesgos y rutas de evacuación.	4
Equipo de Análisis	Análisis de materiales inflamables, revisión de historiales, evaluación de riesgos.	3
Personal de Apoyo Logístico	Asistencia en la organización de simulacros, manejo de documentación.	2

- **Logística y Recursos**

Equipo de Inspección: Linternas, cámaras, tablets con planos digitales, equipo de protección personal.

Transporte: Vehículos para desplazamiento entre instalaciones.

Documentación: Planos de instalaciones, historial de incidentes.

Comunicación: Radios de comunicación interna, software de gestión de proyectos.

Etapas 2: Diseño del Sistema Según las Normas NFPA

- **Cronograma de actividades**

Actividad	Responsable	Duración	Fecha de Inicio	Fecha de Finalización
2.1 Selección de Equipos		4 días	Día 19	Día 22
Elección de detectores de humo, calor, rociadores automáticos, alarmas y otros equipos	Ingeniero de Protección	4 días	Día 19	Día 22
2.2 Configuración del Sistema		7 días	Día 23	Día 29
Diseño de la disposición y ubicación de los equipos	Ingeniero de Protección	4 días	Día 23	Día 26
Determinación de zonas de detección y sistemas de alarma	Ingeniero de Protección	3 días	Día 27	Día 29
2.3 Cumplimiento Normativo		3 días	Día 30	Día 32
Verificación del cumplimiento con regulaciones locales y normas NFPA	Ingeniero de Protección	2 días	Día 30	Día 31
Consideraciones para personas con discapacidades	Ingeniero de Protección	1 día	Día 32	Día 32

- **Requerimiento de personal**

Rol	Responsabilidades	Cantidad de Personas
Ingeniero de Protección	Diseño del sistema de protección, selección de equipos, verificación normativa.	2
Coordinador del Proyecto	Coordinación con el Ingeniero de Protección, revisión final del diseño.	1
Asistente Técnico	Asistencia en la recopilación de datos, manejo de software de diseño.	1

Etapa 3: Documentación y Planificación

- **Cronograma de actividades**

Actividad	Responsable	Duración	Fecha de Inicio	Fecha de Finalización
3.1 Plan de Instalación		3 días	Día 33	Día 35
Desarrollo del cronograma detallado, requerimientos de personal y logística	Coordinador del Proyecto	3 días	Día 33	Día 35
3.2 Documentación Técnica		4 días	Día 36	Día 39
Preparación de planos, diagramas y especificaciones	Ingeniero de Protección	4 días	Día 36	Día 39
3.3 Plan de Emergencia		2 días	Día 40	Día 41
Revisión y actualización de planes de emergencia y evacuación	Coordinador del Proyecto	2 días	Día 40	Día 41

- **Requerimiento de personal**

Rol	Responsabilidades	Cantidad de Personas
Coordinador del Proyecto	Desarrollo del plan de instalación, revisión de documentación técnica.	1
Ingeniero de Protección	Elaboración de documentación técnica.	2
Asistente Técnico	Asistencia en la creación de planos y documentación.	1

Etapa 4: Instalación y pruebas

- **Cronograma de actividades**

Actividad	Responsable	Duración	Fecha de Inicio	Fecha de Finalización
4.1 Instalación de Equipos		10 días	Día 42	Día 51
Instalación de equipos seleccionados según el plan de protección	Equipo de Instalación	10 días	Día 42	Día 51
4.2 Pruebas Funcionales		3 días	Día 52	Día 54
Realización de ensayos iniciales para verificar el funcionamiento	Equipo de Instalación	3 días	Día 52	Día 54
4.3 Pruebas de Integración		2 días	Día 55	Día 56
Verificación de la integración con otros sistemas de protección	Equipo de Instalación	2 días	Día 55	Día 56

- **Requerimiento de personal**

Rol	Responsabilidades	Cantidad de Personas
Equipo de Instalación	Instalación de equipos de protección contra incendios.	4
Ingeniero de Protección	Supervisión de la instalación y realización de pruebas funcionales.	2
Coordinador del Proyecto	Coordinación general de la instalación y pruebas.	1

Etapa 5: Documentación y capacitación

Cronograma de actividades

Actividad	Responsable	Duración	Fecha de Inicio	Fecha de Finalización
5.1 Manual de Operación		5 días	Día 57	Día 61
Elaboración del manual de operación y mantenimiento del sistema	Ingeniero de Protección	5 días	Día 57	Día 61
5.2 Capacitación del Personal		4 días	Día 62	Día 65
Capacitación del personal de seguridad y mantenimiento de la unidad académica	Ingeniero de Protección	4 días	Día 62	Día 65
5.3 Simulacros de Emergencia		2 días	Día 66	Día 67
Realización de simulacros para asegurar la comprensión del sistema por parte de los ocupantes	Coordinador del Proyecto	2 días	Día 66	Día 67

- **Requerimiento de personal**

Rol	Responsabilidades	Cantidad de Personas
Ingeniero de Protección	Elaboración del manual, capacitación y realización de simulacros.	2
Coordinador del Proyecto	Coordinación de la capacitación y simulacros.	1
Personal de Seguridad	Participación en la capacitación y simulacros.	5

Etapa 6: Mantenimiento y Actualización

- **Cronograma de actividades**

Actividad	Responsable	Duración	Fecha de Inicio	Fecha de Finalización
6.1 Mantenimiento Regular		Permanente	Día 68	Continuo
Implementación de un programa de mantenimiento periódico	Equipo de Mantenimiento	Permanente	Día 68	Continuo
6.2 Actualización del Sistema		Anual	Día 68	Continuo
Revisión y actualización del sistema según nuevas tecnologías y normas	Ingeniero de Protección	Anual	Día 68	Continuo
6.3 Reevaluación de Riesgos		Anual	Día 68	Continuo
Realización de diagnósticos periódicos de riesgos	Coordinador del Proyecto	Anual	Día 68	Continuo

- **Requerimiento de personal**

Rol	Responsabilidades	Cantidad de Personas
Equipo de Mantenimiento	Mantenimiento regular del sistema.	3
Ingeniero de Protección	Actualización del sistema.	2
Coordinador del Proyecto	Reevaluación de riesgos.	1



Anexo 18: Declaración y Autorización

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Torres Vargas, Ronald Yorman**, con C.C: # 0920502077 autor del trabajo de titulación: **Diseño de un sistema de protección contra incendio según las normas de la Asociación Nacional de Protección contra incendios N° 70-72 en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.**) previo a la obtención del título de **Ingeniero en Electricidad** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 03 de Septiembre de 2024

f. 

Nombre: Torres Vargas, Ronald Yorman

C.C: 0920502077



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Diseño de un sistema de protección contra incendio según las normas de la Asociación Nacional de Protección Contra Incendios N° 70-72 en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.		
AUTOR(ES)	Ronald Yorman Torres Vargas		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Meléndez Rangel, Jesús Ramón, PhD		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Eléctrica		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Electricidad		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	03 de septiembre de 2024	No. DE PÁGINAS:	111
ÁREAS TEMÁTICAS:	Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Industrial, Seguridad ocupacional		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Incendio, NFPA 70, NFPA 72, incendio, alarma, hidráulico		
RESUMEN/ABSTRACT.	<p>La seguridad contra incendios es una preocupación primordial en las instituciones educativas, donde la protección de vidas humanas, bienes materiales y la continuidad de las actividades académicas son de vital importancia, de ahí la importancia de formular propuestas en este sentido. El presente estudio tiene como objetivo diseñar un sistema de protección contra incendios conforme a las normas de la National Fire Protection Association (NFPA 72-70) para la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, a partir de la implementación de una metodología inductiva, por medio de la aplicación de técnicas tanto descriptivas así como exploratorias para determinar la situación actual del problema. Como resultado del presente trabajo de grado, se obtiene una propuesta competa con la descripción de los elementos constitutivos del sistema así como su presupuesto. El estado actual de los sistemas de protección contra incendios en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo presenta deficiencias debido a su obsolescencia, los componentes eléctricos y electrónicos, fueron analizados para su respectiva inclusión en la propuesta de mejora.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-994700259	E-mail: ronald.torres01@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Ricardo Xavier Ubillas Gonzáles, MSc		
	Teléfono: +593-4-3804600 ext. 2018		
	E-mail: ricardo.ubilla@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			