

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS
AMÉRICAS**

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE
INCENDIOS DEL EDIFICIO DE UNA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA”**

**MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE BACHILLERATO EN
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

AUTOR: GUILLERMO CAMPOS MORA

TUTOR: ING ADOLFO ARIAS ECHANDI

SEDE ARANJUEZ

San José, agosto, 2021

CONTENIDO

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....	5
Objetivos.....	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos	5
Justificación	6
Antecedentes.....	7
Internacionales	7
Nacionales.....	10
Proyecciones.....	15
Limitaciones	15
CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL.....	16
El fuego.....	16
¿Qué ocasiona el fuego?	17
El triángulo y tetraedro del fuego.....	17
Combustible.....	17
Comburente	18
Energía de Activación	18
Combustión	18
Tipos de combustión.	19
Combustión lenta.....	19
Combustión normal.	19
Combustión rápida.	19
Productos de la combustión.	19

El humo	20
Llamas	20
Calor	21
Gases	21
Tipos de Fuego.....	21
Fuego clase A	22
Fuego clase B	22
Fuego clase C	23
Fuego clase D	23
Fuego Clase K.....	24
Sistema de protección contra incendios	25
Medidas de protección contra incendios	25
De protección activa.....	25
De protección pasiva	25
Prevención y control de incendios.....	26
¿Qué es un sistema de detección de incendios?	26
Función y propósitos	26
Tipos de sistemas de detección de incendios	27
Sistema Convencional	27
Sistema Inteligente	27
Dispositivos que componen el sistema de detección de incendios	28
Panel de incendio.....	29
Anunciador remoto.....	30
Equipos de detección.....	30

Estaciones Manuales	31
Señalización.....	32
Alimentación y energía	33
Elementos auxiliares.....	33
Módulos de Monitoreo	34
Módulos de Control.....	34
Módulos de Relé.....	35
Materiales electromecánicos	36
Cableado y Circuitos de conexión.....	36
Tipo de cable	36
Tubería para entubado eléctrico	37
EMT (Tubería Eléctrica Metálica)	37
IMC (Tubería metálica de grado intermedio).....	38
RMC (Ducto de acero rígido).....	39
PVC (Ducto policloruro de vinilo)	40
Marcación	40
Sobre el uso de grapas y fijaciones	40
Capacidad del ducto	41
Tubería par uso en exteriores	41
Tubería enterrada en suelos duros o blandos.....	41
Mantenimiento	42
Mantenimiento preventivo	42
Características del mantenimiento preventivo	43
Tipos de mantenimiento preventivo.....	43

Mantenimiento predictivo	44
Mantenimiento programado	44
Objetivos del mantenimiento preventivo	44
Mantenimiento correctivo	45
Ventajas del mantenimiento preventivo.....	45
Desventajas	46
Normativa NFPA 101 Código de seguridad humana.....	46
Normativa NFPA 70 Código Eléctrico Nacional.....	49
Normativa NFPA 72 Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización..	59
Origen y desarrollo del código NFPA 72.....	59
Cambios anteriores	59
Fundamentos	62
Circuitos y vías.....	65
Inspección, prueba y mantenimiento	67
Dispositivos de inicio.....	69
Aparatos de notificación	76
Interfaces de la función de control de emergencias	82
Enfoque de la investigación	85
Método de la investigación	85
Fuentes de información	87
Procesos para la recolección y análisis de datos	87
Etapa I: Planteamiento del problema	87
Etapa II: Investigación	87
Etapa III. Desarrollo.....	88

Etapa IV: Conclusión	88
CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE DATOS	89
Panel de incendio	89
Detectores inteligentes de humo, calor o gas	90
Dispositivos de notificación.....	91
Módulos de entradas y salidas	91
Matriz de Entradas y salidas	92
Análisis del diseño realizado.....	93
Detalle por áreas diseñadas	94
Aulas.....	94
Baños	96
Cuartos de aseo.....	97
Sodas	98
Laboratorios	99
Laboratorio de computación.....	99
Laboratorios de química	100
Auditorio	101
Parqueo bajo techo	103
Cafetería o área de comida	105
Administrativo.....	106
Pasillos comunes	108
Salidas de emergencia	110
Elevadores	110
Anunciador remoto.....	111

Materiales para el sistema diseñado.....	111
Presupuesto del diseño	113
Cálculo de baterías	115
Mantenimiento del sistema	117
Presupuesto de mantenimiento.....	118
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	120
Conclusiones	120
Recomendaciones.....	122
CAPÍTULO VI PROPUESTA	124
Referencias	126
Anexos	128
Apéndice A Evaluación de la infraestructura de la institución.....	128
Anexo 1 Fichas técnicas del sistema propuesto.	140
Anexo 2 Diseño PDF del sistema de detección de incendios.	140

FIGURAS

Figura 1. Logo de la NFPA.....	13
Figura 2. Triángulo del fuego	17
Figura 3. Fuego clase A	22
Figura 4. Fuego Clase B	23
Figura 5. Fuego Clase C	23
Figura 6. Fuego Clase D	24
Figura 7. Fuego Clase K.....	24
Figura 8. Panel de incendio	29
Figura 9. Anunciador Remoto	30
Figura 10. Tipos de detectores.....	31
Figura 11. Estación manual	32
Figura 12. Luces estroboscópicas con notificación audio visual.....	32
Figura 13. Dispositivos de alimentación y respaldo de energía	33
Figura 14. Módulo de monitoreo	34
Figura 15. Módulo de control	35
Figura 16. Módulo de relé	35
Figura 17. Tubería EMT	38
Figura 18. Tubería IMC	39
Figura 19. Tubería RMC.....	39
Figura 20. Tubería de PVC.....	40
Figura 21. Espaciamiento en salas para aparatos de notificación visible montaje en muros	81

Figura 22. Diagrama de flujo.....	86
Figura 23. Matriz de entradas y salidas	92
Figura 24. Diseño de aulas 1.....	95
Figura 25. Diseño de aulas 2.....	95
Figura 26. Diseño Baños.....	96
Figura 27, Diseño Baños con asistencia	97
Figura 28, Diseño Cuarto de aseo.....	98
Figura 29. Diseño Sodas	99
Figura 30. Diseño Laboratorios cómputo y otros	100
Figura 31. Diseño laboratorios químicos.....	101
Figura 32. Diseño auditorio	103
Figura 33. Diseño parqueo bajo techo 1	104
Figura 34. Diseño parqueo bajo techo 2	105
Figura 35. Diseño de cafetería o área de comidas	106
Figura 36. Diseño área administrativa	108
Figura 37. Diseño pasillos comunes 1	109
Figura 38. Diseño pasillos comunes 2	110
Figura 39. Diseño salidas de emergencia	110
Figura 40. Logo Software System Builder life safety quotation tool del Edwards	113
Figura 41. Presupuesto del sistema de detección de incendios con la marca Edwards	114
Figura 42. Memoria de cálculo de baterías de respaldo	116
Figura 43. Presupuesto de mantenimiento preventivo del sistema de detección de incendios.....	118

TABLAS

Tabla 1. Características de acuerdo a su calibre	37
Tabla 2. Porcentaje de ocupación	51
Tabla 3. Radios mínimos de curvaturas para uso en flexión	54
Tabla 4. Radios mínimos de curvaturas fijas	54
Tabla 5. Ampacidad permitida para cableado de artefactos	57
Tabla 6. Clasificación de temperatura	70
Tabla 7. Espaciamiento de los detectores de humo según movimiento del aire.....	74
Tabla 8. Espaciamiento en salas para aparatos de notificación visible montaje en muros	79
Tabla 9. Espaciamiento en salas para aparatos de notificación visible montaje en cielorrasos	80
Tabla 10. Materiales del sistema de detección de incendios	112

Dedicatoria

A mi Mamá

Es la mujer que me inspira a seguir siempre el camino del bien con consejos y regaños, sé que no ha sido fácil llegar a este punto, gracias por enseñarnos a mí, Ari y Enri que para llegar a triunfar en la vida hay que luchar, que nadie le regala las cosas a uno y que nunca diga no puedo porque sí se puede.

A mis hermanos

Que a pesar de la distancia, discusiones y malos entendidos siempre estuvieron a mi lado en todo el proceso con apoyo y cariño.

A mi familia

Gracias a todos por siempre brindarme apoyo de la mejor manera y darme el cariño que siempre me han dado.

A mi madrina

Es esa persona que me dio el empuje a iniciar con la universidad, que considero como mi segunda mamá y que siempre a pesar de cualquier circunstancia estuvo presente a lo largo de mi vida brindándome cariño y consejos.

Agradecimientos

Primero agradecerle a Dios que es el que me ha iluminado y guiado con sabiduría en este largo pero provechoso camino hasta este momento el día de hoy.

Agradecerle a mi mamá que es esa persona que con solo mirarla me inspira a seguir hacia adelante, con sus consejos a nunca rendirme y siempre dar lo mejor de mí, es la razón por la que he llegado lejos y es por ella que agarro fuerzas día a día para seguir adelante en mis estudios y en la vida; aún con estas palabras me quedo corto para describirla y agradecerle todo lo que ha luchado por mí, te amo ma.

A mis hermanos que también son una inspiración para mí, que siempre han creído en mis virtudes y cualidades y me inspiran a seguir adelante con sus muestras de cariño y constante atención que me brindan. Que aún a la distancia se siente el cariño y apoyo que me brinda mi hermanita Ari, y a Enri que, aunque con un carácter fuerte, me ha enseñado a salir adelante con cualquier adversidad que se presente.

A Marcela, gracias por siempre resaltar mis cualidades y que cuando creía ya no poder más, ella me motivaba a nunca detenerme por más oscuro o difícil que parezca el camino.

Al Ingeniero Adolfo Arias Echandi, que fue mi guía en este proceso. Gracias por todos sus consejos, sus enseñanzas y paciencia.

A todos mis amigos de la universidad que gracias a desde el primer día que los conocí fueron parte importante en el aprendizaje en cada curso recibido, pero también gracias por todas las risas y estudiadas. Gracias porque más que una amistad me enseñó un valor que no se encuentra en cualquier lugar y es el compañerismo, espero encontrarlos en un futuro y vernos como colegas.

Resumen ejecutivo

La principal función de un sistema de detección de incendios es justamente detectar una ignición lo más temprano posible y generar las señales de alarma correspondientes para poder tomar las medidas pertinentes de extinción y evacuación. Para ello el sistema debe emitir señales acústicas y/o visuales tanto a los ocupantes del edificio como a quien se encuentre realizando el monitoreo. Con la principal función que será salvaguardar las vidas humanas.

Este trabajo consiste en realizar el diseño de detección de incendio con todos los cálculos electromecánicos para una institución educacional universitaria, el cual es beneficioso para la institución ya que la misma está destinada a la enseñanza superior, está constituida por varias facultades, lo que quiere decir que siempre hay personas en la edificación que podrían estar en riesgo de algún conato de incendio, y al no tener ninguna notificación de alarma no podrán evacuar de una manera más eficaz.

Se iniciará con una investigación de la importancia de un sistema de detección de incendios en una edificación, en que consiste el sistema, cuáles serían las zonas de mayor riesgo y el análisis de la normativa adoptada por el cuerpo de bomberos de Costa Rica NFPA72, NFPA 70 y NFPA 101 para la elaboración del diseño.

Se procede con visitas al lugar, en el cual se tomarán los datos necesarios y se tomará en cuenta a las personas encargadas de seguridad o administración de la universidad que serán los que manipularán el sistema. Ya realizado el diseño se realiza la escogencia y cálculo de los materiales electromecánicos a utilizar; esto incluye canalización, tubería, rotulación y todos los dispositivos que componen el sistema de detección de incendios, así también como el mantenimiento preventivo del sistema diseñado.

De acuerdo a la escogencia de los dispositivos y diseño realizado se llega a la conclusión de la importancia de la necesidad de la implementación de un sistema de detección de incendios en una edificación educativa que tiene como objetivo principal salvaguardar las vidas humanas y que cumpla con todas las normativas adoptada por Bomberos de Costa Rica. Por otra parte, se da a conocer qué es y cómo funciona este tipo de solución para que con la institución tenga la información a mano en caso de requerir el sistema, también se realizaron los respectivos

presupuestos tanto del sistema diseñado como el del mantenimiento preventivo que será de mucha importancia para el buen funcionamiento del sistema.

Finalmente, se le entregará a la universidad la propuesta del diseño en formato PDF y el presupuesto, para que se pueda analizar por la administración y en caso de requerir el sistema de detección contra incendios ya tengan un estudio estimado que cumple con las normativas y el presupuesto con la modalidad de llave en mano que quiere decir que se entregará el sistema funcionando al 100%

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema

¿Cuál es el diseño funcional de un sistema de detección de incendios inexistente para una edificación educacional universitaria?

Objetivos

Objetivo general

- Realizar el diseño del sistema de detección de incendio que cumpla con las normativas necesarias para una edificación educacional universitaria.

Objetivos específicos

1. Demostrar la importancia de la implementación de un sistema de detección de incendios en un recinto educacional.
2. Investigar la normativa de detección de incendios adoptada por bomberos de Costa Rica (National Fire Protection Association) NFPA 72, la normativa NFPA 70 y NFPA 101 para el correcto diseño del sistema de detección de incendios.
3. Explicar en qué consiste un sistema inteligente de detección de incendios y todos sus dispositivos.
4. Elaborar un diseño del sistema de detección de incendios apegado a la NFPA 72, NFPA 70 y NFPA 101 para una edificación educacional universitaria.
5. Definir los materiales electromecánicos incluyendo tuberías, accesorios, cableado, y dispositivos requeridos en el diseño del sistema de detección de incendios con sus respectivos cálculos de acuerdo a la NFPA 70.
6. Implementar el adecuado mantenimiento preventivo para el sistema a diseñar.
7. Realizar el presupuesto del diseño del sistema de detección de incendios.

Justificación

Esta tesis hace énfasis en el diseño del sistema de detección de incendios que tiene como objetivo principal alarmar a los ocupantes y poder reaccionar de la manera más oportuna en caso de un conato de incendio; tiene como principio salvaguardar las vidas de los ocupantes y también proteger los bienes inmuebles de valor.

Este diseño se realizará para una edificación educacional universitaria, ubicada en la capital San José. Esta es una institución de educación privada la cual alberga gran cantidad de estudiantes, personal administrativo y visitantes que siempre estarán en peligro que ocurra algún incidente como un incendio, que de no ser alarmado de alguna manera se podrían perder vidas humanas y equipo valioso de la institución, por lo que la institución se verá beneficiada con el diseño, con el fin de que se pueda analizar la posibilidad de implementar el sistema de detección de incendios en la edificación ya que es inexistente, esto se hará analizando las zonas de mayor riesgo, haciendo cálculo electromecánico de los materiales a utilizar y a su vez también tomando la correcta decisión del equipamiento con el respectivo presupuesto a utilizar según el diseño que cumpla con todas las normativas de la NFPA 72 que está adoptada por bomberos de Costa Rica y las normativas , NFPA70 y NFPA 101 que se requerirán de igual manera.

Antecedentes

Internacionales

Tesis #1

INSTITUCIÓN: Universidad Técnica de Cotopaxi (Ecuador)

TÍTULO: Diseño de un sistema de detección de incendio para el campus de la matriz bajo la norma NFPA 72 en la universidad técnica de Cotopaxi en el año 2016.

AUTORES: Byron Orlando Iza Almachi, Juan Carlos Lasluisa Guaña

FECHA: mayo 2016

Proyecto de graduación elaborado por Byron Orlando Iza Almachi, Juan Carlos Lasluisa Guaña con el tema “Diseño de un sistema de detección de incendio para el campus de la matriz bajo la norma NFPA 72 en la Universidad técnica de Cotopaxi en el año 2016.” fue presentado a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Esta investigación fue realizada en función de determinar y valorar las características en un sistema de detección de incendios en la Universidad Técnica de Cotopaxi campus la matriz “Rapidez y Fiabilidad “ las cuales inciden directamente en sus posibilidades de cumplimiento y éxito: La rapidez dependerá del tiempo en la puesta en marcha del plan de emergencia; la fiabilidad es imprescindible en la credibilidad y confianza al sistema, lo que desembocaría en la rapidez en la puesta en marcha del plan de emergencia, la presencia continua de personas en determinadas horas determina la densidad en las distintas áreas produciendo zonas críticas, la detección rápida del incendio queda asegurada en todas las zonas o áreas visibles. De ahí su importancia, al otorgar un aviso temprano y oportuno para activar los planes de contención y contingencia. Para lo cual se realiza un diseño con las ubicaciones de detectores de incendios, los mismos que estarán ubicados por planos a escala en AutoCAD y con ello los elementos apropiados bajo la norma estandarizada NFPA 72 usadas en un diseño de un sistema de detección de incendio para el campus de la matriz de los pasillos de la institución.

En este proyecto se habla qué es y cómo se originó el código nacional de alarmas contra incendio (NFPA 72) que es de ayuda para mi diseño de proyecto. Esta edición de la norma NFPA 72, código nacional de alarmas de incendio, fue preparado por los comités técnicos sobre

fundamentos de los sistemas de alarmas de incendio, equipos de advertencia de incendios domiciliarios, dispositivos iniciadores para sistemas de alarmas de incendio, aparatos de notificación para sistemas de alarmas de incendio, sistemas de alarma de incendio en los predios protegidos, sistemas de alarma de incendio de las estaciones de supervisión, y ensayos y mantenimiento de los sistemas de alarma de incendio, emitidos por el comité de correlación técnica para el código nacional de alarmas de incendio, y tratada por la National Fire Protection Association, inc., en su reunión anual realizada del 20 al 23 de mayo de 1996, en Boston, MA. Fue emitida por el Consejo de Normas el 18 de Julio de 1996, y se encuentra vigente a partir del 9 de agosto de 1996, y deroga y reemplaza a todas las ediciones anteriores. Los cambios, a excepción de los cambios meramente editoriales, se indican mediante una línea vertical en el margen de las páginas en las cuales aparecen. Estas líneas se incluyen para ayudarle al usuario a identificar los cambios introducidos desde la edición anterior. Esta edición de la norma NFPA 72 fue aprobada como una Norma Nacional Norte americana el 26 de Julio de 1996.

Origen y desarrollo de la norma NFPA 72

Este código es una consolidación de la edición 1989 de la norma NFPA 71, Norma para la Instalación, Mantenimiento y Uso de Sistemas de Señalización para Servicio de Estación Central; la edición 1990 de la norma NFPA 72, Norma para la Instalación, Mantenimiento y Uso de Sistemas de Señalización para Protección; la edición 1992 de la norma NFPA 72E, Norma sobre Detectores Automáticos de Incendio; la edición 1989 de la norma NFPA 72G, Guía para la Instalación, Mantenimiento y Uso de Aparatos de Notificación para Sistemas de Señalización para Protección; la edición 1988 de la norma NFPA 72H, Guía sobre Procedimientos de Ensayo para Sistemas de Señalización para Protección Locales, Auxiliares, de Estación Remota y en la Propiedad; y la edición 1989 de la norma NFPA 74, Norma para la Instalación, Mantenimiento y Uso de Equipos de Advertencia de Incendios Domiciliarios. Muchos de los requisitos de esta norma serán idénticos o muy similares. Las recomendaciones tomadas de las guías (NFPA 72G y NFPA 72H) fueron transformadas en requisitos obligatorios.

Las normas NFPA sobre señalización se remontan a 1898. La edición 1993 de la norma NFPA 72 reconoció los avances que se han producido en los últimos años en los diversos tipos de sistemas de señalización. Esta edición incorpora muchas modificaciones que han ocurrido en la industria de la señalización, tal como la Ley sobre norteamericanos con discapacidades, ensayos

de software, modelización de incendios y comunicaciones. (Iza Almachi & Lasluisa Guaña, 2016, pp. 7-8)

Nacionales

Tesis ·#1

INSTITUCIÓN: Universidad de Costa Rica

TÍTULO: Análisis de seguridad humana basado en desempeño en caso de incendio del edificio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica

AUTOR: Michael Alcázar Fallas, Luis Roberto Bolaños Esquivel, Silvio Alberto García Aguirre.

FECHA: febrero 2019

Este proyecto de graduación elaborado por Michael Alcázar Fallas, Luis Roberto Bolaños Esquivel, Silvio Alberto García Aguirre, con el tema “Análisis de seguridad humana basado en desempeño en caso de incendio del edificio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica” fue presentado a la Facultad de ingeniería de la Universidad de Costa Rica.

El propósito de este trabajo fue analizar las condiciones de seguridad humana del edificio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica utilizando criterios basados en el desempeño, para determinar el nivel de seguridad del edificio en sus condiciones actuales en caso de incendio. Por lo tanto, sirva como una referencia documentada para futuros trabajos basados en el método de desempeño para la carrera de Ingeniería Mecánica con énfasis en protección contra incendios.

Para alcanzar lo descrito anteriormente, se requirió analizar tres factores para la selección de un escenario, los cuales son: la carga de fuego, las características del edificio y las características de los ocupantes. A partir de dicho análisis se estableció uno con altas probabilidades de ocurrencia y que afecte los medios de egreso. Mediante el uso de programas informáticos pertinentes, se parametrizó y se desarrolló el modelo de comportamiento del fuego, humo y rutas de evacuación específicos para el edificio.

Una vez obtenidos los resultados del comportamiento del humo y de la evacuación de los ocupantes, se procedió a comparar el tiempo de egreso seguro requerido (RSET), contra el tiempo donde las condiciones de sostenibilidad se pierden, tiempo de egreso seguro disponible (ASET). De los factores que afectan el tiempo de evacuación, el principal fue la pérdida de la

visibilidad de los ocupantes, seguido del daño térmico en las vías respiratorias de las personas y por último el factor de toxicidad en caso de aspirar los gases resultantes de la combustión. Se debe considerar que el análisis por desempeño es un método que requiere de un estudio muy exhaustivo debido a que se adecua a las condiciones y necesidades específicas de cada edificación, de las características de cada ocupante y de los combustibles presentes, por lo tanto, no es un método generalizable.

Con la entrega de este documento y el informe de desempeño, realizados según la guía del SFPE y la NFPA en términos de seguridad humana, se aportó una referencia documentada la cual sirve como ejemplo para estudiantes y profesionales que deseen realizar futuros análisis basados en el método por desempeño en el país.

Tesis #2**INSTITUCIÓN:** Tecnológico de Costa Rica**TÍTULO:** Diseño del sistema fijo contra incendios para el Edificio de Oficinas Centrales del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica.**AUTOR:** Fernando Vargas Zúñiga**FECHA:** noviembre 2018

Este proyecto de graduación elaborado por Fernando Vargas Zúñiga, con el tema “Diseño del sistema fijo contra incendios para el Edificio de Oficinas Centrales del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica.” fue presentado a la Facultad de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica en la carrera de Ingeniería en mantenimiento Industrial.

Unos de los objetivos de este proyecto fue investigar la información bibliográfica sobre sistemas de protección contra incendio, así como también la normativa de diseño aplicable al país (Normas NFPA, entre otras) e identificar los criterios de diseño, así como los elementos a incluir en el mismo, para que cumpla con lo dictado por la normativa para el tipo de riesgo y tipo de edificio, que me son necesarios para este trabajo de graduación.

Las prácticas de diseño y construcción de edificios han cambiado significativamente durante el último siglo, así como las profesiones relacionadas con el diseño de edificaciones también han progresado significativamente. Ha nacido en Estados Unidos, país de origen de la normativa NFPA, el “ingeniero de protección contra incendios” (Fire Protection Engineer), quien una vez certificado recibe el título de PE (por su nombre en inglés Professional Engineer) y que es el responsable de establecer la estrategia de seguridad contra incendios de la edificación, así como la de especificar y diseñar los sistemas de seguridad humana y protección contra incendios, además de inspeccionar y recibir estos mismos sistemas durante y después de su instalación.



Figura 1. Logo de la NFPA

Fuente: NFPA, 2018

La preocupación de las compañías aseguradoras extranjeras, así como un mayor conocimiento del comportamiento del fuego y los nuevos diseños de construcción, entre otros, han hecho que esta área esté en expansión y se proyecta que continúe de esta manera. Usando los datos de las perspectivas 2018 del CFIA las construcciones que requieren de estos sistemas se proyecta que aumenten para los siguientes años como ha sido su tendencia general, según el CFIA.

También menciona los “requisitos locales por cumplir para la instalación de un sistema fijo contra incendios” que indica lo siguiente:

El Artículo 15 de la Ley 8228 nombra al Cuerpo de Bomberos como la autoridad competente en la prevención contra incendios y otras emergencias, por ende, cualquier reglamento dictado en esta materia por la institución es de aplicación obligatoria.

El Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, emitió el Reglamento Técnico General Sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios, publicado en La Gaceta N°11 del 17 de enero de 2005 y el Artículo 6 indica que se dictará el Manual de Normas Técnicas que se refiere este reglamento.

Es entonces como en el 2005 se publica el Manual de Disposiciones Técnicas Generales sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios versión 2005 de acatamiento obligatorio y como complemento el paquete normativo de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (National Fire Protection Association, NFPA por sus siglas en inglés). Posteriormente en el 2013 se publica la versión actual vigente, el Manual de Disposiciones Técnicas Generales sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios versión 2013.

Teniendo en cuenta lo anterior, el siguiente segmento de este texto se extrae textualmente de la normativa que aplica en el país, el *Manual de Disposiciones Técnicas del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica versión 2013*, en donde se encuentran los requisitos dictados por la autoridad competente y que se deben cumplir para un diseño de un sistema fijo contra incendios en el país; es obligación del diseñador conocerla tal cual y aplicarla siempre, esto en conjunto a todo lo expresado en las normas correspondientes de la NFPA.

Una de las conclusiones es que para el presente proyecto se investigó la información bibliográfica necesaria tanto propia del país como extranjera aplicable al diseño de sistemas fijos contra incendios, se identificaron los criterios de diseño que eran necesarios para cumplir con lo que dicta la normativa, así como para realizar un diseño acorde a lo que se espera fuera un diseño de un sistema fijo contra incendios “a la altura” del edificio emblema de la autoridad competente en el país.

Proyecciones

- ⇒ La proyección de esta tesis es entregar un documento con el diseño de un sistema de detección de incendios que cumpla con lo necesario.
- ⇒ Se evaluarán las condiciones de la infraestructura del edificio de la universidad para la correcta decisión en los materiales que se implementarán en el diseño.
- ⇒ Se realizará un plan de mantenimiento preventivo para el diseño a realizar.
- ⇒ Se entregará el presupuesto del diseño elaborado para que la universidad obtenga el costo aproximado para la solución elaborada del sistema de detección de incendios.

Limitaciones

- ⇒ La universidad no posee los planos arquitectónicos en formato DWG actualizados.
- ⇒ Se trabaja con planos de un edificio educacional universitario típico.
- ⇒ No se cuenta con planos arquitectónicos actualizados, por lo que se diseña bajo los planos suministrados por la institución.
- ⇒ Se trabaja con la normativa NFPA 72 2013.
- ⇒ Se trabaja con la normativa NFPA 70 2014.
- ⇒ Se trabaja con la normativa NFPA 101 2018.

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

En este capítulo se analizarán y se presentará el marco teórico del proyecto a investigar, el mismo se realizará con diferentes investigaciones de trabajos existentes sobre el tema; por ende, es indispensable conocer el significado, el origen y la utilidad de los términos más importantes y mencionados en la investigación, ya que esto permitirá un mejor entendimiento de lo que es el análisis y la solución del problema planteado.

A continuación, se presentan las herramientas e información importante para este proyecto. Por lo que se iniciará con una breve explicación de qué es, cómo se propaga y los elementos que ocasionan el fuego.

El fuego

Definiremos fuego de acuerdo con lo establecido por Protección Civil España (2013): “El Fuego es una reacción química de Oxidación-Reducción (REACCIÓN DE COMBUSTIÓN) que se caracteriza por la emisión de luz y calor, acompañada de humo, llamas o de ambos. En esta reacción se produce un intercambio de electrones entre un material que los gana (agente oxidante) y un material que los pierde (agente reductor). En el lenguaje utilizado en la combustión llamaremos comburente al agente oxidante y combustible al agente reductor”.

Ya teniendo una definición más clara de qué es el fuego, se podrá determinar cuáles son los parámetros que debemos evaluar a medida que realizamos la investigación; este concepto nos lleva a las siguientes interrogantes: ¿Qué ocasiona el fuego? ¿Qué elementos estarían presentes en caso de presenciar este siniestro en un aposento o área de una edificación?

¿Qué ocasiona el fuego?

El triángulo y tetraedro del fuego

Esparza (2002) define el triángulo de fuego como “El estudio de la dinámica del fuego y de su extinción supone la utilización de disciplinas tales como la mecánica de fluidos, las transferencias de calor y materia y la cinética química. Sin embargo, con frecuencia los textos (desde Lavoisier) emplean un triángulo o un tetraedro para representar los elementos básicos del fuego, siendo ésta una forma intuitiva del fuego y de sus métodos de extinción”.

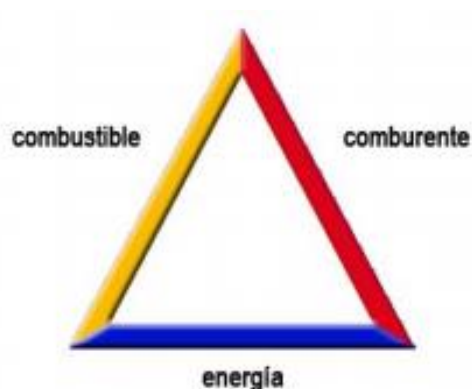


Figura 2. Triángulo del fuego

Fuente: (Protección Civil España, 2013).

Lo que este triángulo de fuego significa o quiere dar a entender es que el fuego no se puede producir sin la presencia de estos tres factores que son: el comburente, combustible y la energía de activación. Dichos factores están definidos en el documento Protección Civil España (2013):

Combustible

Combustible es cualquier sustancia capaz de arder en determinadas condiciones. Cualquier materia que pueda arder o sufrir una rápida oxidación. Combustibles sólidos: Carbón mineral, madera, plástico y textiles

- Combustibles líquidos: Productos de la destilación del petróleo (gasolina, gasoil, fuel-oil, aceites, etc.), alcoholes y disolventes.
- Combustibles gaseosos: Gas natural, metano, propano, butano e hidrógeno.

Comburente

Es otro elemento necesario para que la combustión se pueda iniciar o desarrollar. De acuerdo con la RAE, es aquel que provoca o favorece la combustión. De forma general se considera al oxígeno (O₂) como el comburente típico por ser el más común, se encuentra en el aire en una concentración del 21%. Indica también que para lograr la combustión, como regla general, será necesaria una proporción mínima de oxígeno, que puede oscilar entre el 5% y el 15% dependiendo del combustible que esté implicado. También hay que tener en cuenta que hay otras sustancias que pueden actuar como comburentes, como el nitrato sódico o el clorato potásico entre otros.

Energía de Activación

Es la energía que necesita aportarse a la mezcla combustible-comburente para que la reacción se inicie, de acuerdo con lo establecido en el documento Protección Civil España (2013). Las fuentes de ignición que proporcionan esta energía pueden ser sobrecargas o cortocircuitos eléctricos, rozamientos entre partes metálicas, estufas, reacciones químicas, chispas, etc. Lo que se quiere dar a entender con estas definiciones de comburente, combustión y energía de activación es que para que haya presencia de fuego deberán estar estos tres elementos al mismo tiempo y en caso de eliminación o de desaparecer alguno de ellos el fuego se extinguirá, por otro lado, el fuego solo se iniciará en presencia de alguna fuente de activación como lo es algún corto circuito, chispa, entre otros factores.

Combustión

Con respecto a dicho término, Protección Civil España (2013) menciona que combustión es una reacción de oxidación entre un combustible y un comburente, iniciada por una cierta energía de activación y con desprendimiento de calor (reacción exotérmica). El proceso de

combustión transcurre esencialmente en fase de vapor. Asimismo, dicho documento establece lo siguiente:

Tipos de combustión.

Se presentarán a continuación algunos tipos de combustión:

Combustión lenta.

Se produce sin emisión de luz y con poca emisión de calor. Se da en lugares con escasez de aire, combustibles muy compactos o cuando la generación de humos enrarece la atmósfera (sótanos, habitaciones cerradas, etc.). Son muy peligrosas, ya que en el caso de que entre aire fresco puede generarse una súbita aceleración del incendio, e incluso una explosión.

Combustión normal.

Se produce al aire libre o con aire suficiente y sin aporte de elementos extraños que mantengan la combustión. Serían los fuegos o incendios normales

Combustión rápida.

Se produce con fuerte emisión de luz y calor con llamas. Si dicha velocidad es muy elevada se generará una onda de presión y estaremos ante una explosión, que según la velocidad de propagación recibe el nombre de:

- Deflagración: es una combustión rápida con llama en la que la velocidad de propagación del frente en llamas es menor que la velocidad del sonido (340m/s)
- Detonación: sólo se produce con ciertos materiales inestables que reaccionan ante cualquier impulso mecánico o aumento de temperatura, alcanza una velocidad de propagación mayor que la velocidad del sonido, pudiendo alcanzar velocidades de km/s.

Productos de la combustión.

Según el documento Protección Civil España (2013), los incendios acarrear innumerables pérdidas, tanto en el orden económico como en el orden de víctimas. La inmensa mayoría de las

víctimas mortales de incendios, casi el 90%, no fallecen por quemaduras, sino por asfixia. Un incendio que se produce muy lejos del lugar donde estaba la víctima origina unos productos que van mucho más lejos que lo que es el propio incendio. Algunos de los productos de la combustión se podrían clasificar en humo, llamas, calor y gases.

El humo

Se debe a combustiones incompletas de los materiales en reacción. Está formado por partículas sólidas parcialmente combustionadas y por condensaciones de vapores y gases de combustión.

Color y opacidad dependerán, de nuevo, de la naturaleza y composición química de los productos reaccionantes, así como de la concentración de oxígeno en el ambiente. Dificulta la visión y puede producir desorientación y pánico. Suele estar a alta temperatura, lo que se traduce en dificultades de respiración (asfixia) y posibles quemaduras. Provoca numerosos daños materiales, sobre todo en incendios de viviendas.

La disociación entre humo y gases es teórica para entender las propiedades de ambos, en la realidad forman un conjunto, que en ocasiones hace su distinción inapreciable.

Llamas

Las llamas son gases incandescentes y se producen cuando la combustión se produce en una atmósfera lo suficientemente “rica” en oxígeno. Las llamas suelen ser visibles porque irradian radiaciones luminosas aunque hay ocasiones en que esto no ocurre así (combustión completa materias orgánicas). La presencia de llamas denota la emisión de gases por efecto del calor del combustible implicado y la posible afectación de los combustibles cercanos. El color de la llama depende de muchos factores, entre los que destacan la composición química del combustible y la proporción de oxígeno en el ambiente (amarillo = sales de sodio, rojo = sales de calcio, verde = sales de cobre, violeta = sales de potasio).

El proceso de combustión puede tener dos formas:

- Combustión con llama (velocidades de combustión relativamente altas)
- Combustión sin llama (incandescencias) en situaciones de déficit de oxígeno.

Calor

Con respecto al calor, Protección Civil España (2013) indica que “de todos los productos de combustión, es el principal responsable de que el fuego se propague, ya sea a través del calentamiento de los materiales circundantes o por el movimiento del aire que calienta”.

El calor es una forma de energía, y no hay que confundir su concepto con el de “temperatura”: Calor: es el flujo de energía entre dos cuerpos con diferente temperatura. Temperatura: es el nivel de energía interna de cada cuerpo.

Gases

Son el producto de la combustión y muy peligrosos para las personas. Suelen ser tóxicos y/o asfixiantes. También se pueden producir gases inflamables, lo que contribuye a aumentar el incendio y sus consecuencias. Los gases más comunes son:

- Ácido Cianhídrico CNH
- Ácido Sulfhídrico SH₂, etc.
- Dióxido de Azufre SO₂
- Dióxido de Carbono CO₂
- Monóxido de Carbono CO

La peligrosidad de estos gases, de acuerdo con el documento referenciado anteriormente, dependerá de su concentración y de la naturaleza del combustible además de muchos más factores. Teniendo el conocimiento del producto de la presencia de fuego, también hay que recalcar que dependiendo del combustible en el que se inició el fuego tendrá sus métodos o tipos maneras a extinguir por lo que se mencionarán los tipos de fuegos existentes.

Tipos de Fuego

Para clasificar los tipos de fuego existentes se deberán clasificar de la siguiente manera.

- Fuego clase A:
- Fuego clase B:
- Fuego clase C:

- Fuego clase D:
- Fuego clase K:

Fuego clase A

Los incendios de la clase “A” son los que ocurren en general en materiales que se encuentran en ese estado físico sólido tales como madera, papel, cartón y diversos plásticos, los neumáticos, las telas y otros combustibles sólidos ordinarios como trapo, viruta, papel, basura, etc. Cuando se produce un fuego al quemarse el material sólido, se agrieta, produce cenizas y brasas. (SEGOB, 2015, p. 36)



Figura 3. Fuego clase A

Fuente: (SEGOB, 2015)

Fuego clase B

Los incendios clase “B” son aquellos que se producen en la mezcla de un gas, como gasolina, aceite, combustible y productos derivados del petróleo, así como también gases como el butano, propano, etc., con el aire, o bien, de la mezcla de los vapores que se desprenden de la superficie de los líquidos inflamables, como la gasolina, aceites, grasas, solventes, etc. (SEGOB, 2015, p. 37)



Figura 4. Fuego Clase B

Fuente: (SEGOB, 2015)

Fuego clase C

Los incendios tipo “C” son aquellos que involucran algún equipo eléctrico energizado, por ejemplo: electrodoméstico de cocina, computadoras, televisores u otros tipos de equipos eléctricos (SEGOB, 2015, p. 38)



Figura 5. Fuego Clase C

Fuente: (SEGOB, 2015)

Fuego clase D

Los incendios clase “D” son los que se presentan en cierto tipo de metales combustibles, tales como polvo virutas de aleaciones de metales livianos como el magnesio, titanio, sodio, litio, potasio, aluminio, o zinc en polvo. (SEGOB, 2015, p. 39)



Figura 6. Fuego Clase D

Fuente: (SEGOB, 2015)

Fuego Clase K

Los incendios clase “K” recientemente registrados por la NFPA son los generados con aceites vegetales, grasas, cochambre etc., encontrándose comúnmente en aparatos de cocinas domésticas o comerciales. Su símbolo es una letra K y su pictograma es una sartén en llamas. El agente extintor es acetato de potasio. (SEGOB, 2015, p. 40)



Figura 7. Fuego Clase K

Fuente: (SEGOB, 2015)

Ahora se tiene más claro el panorama de qué es y cómo se ocasiona el fuego según lo citado anteriormente; también se dieron a conocer los materiales que lo ocasionan, así como las clases de fuego que existen; sabremos a que nos enfrentaríamos en caso de presencia de este tipo de incidentes, es por ello que se ha desarrollado un sistema capaz de prevenir a los ocupantes de una edificación o infraestructura de un conato de incendio y ser evacuado de la mejor manera.

A continuación, se detallará en qué consiste un sistema inteligente de detección de incendios según Soler & Palau (2019):

Sistema de protección contra incendios

Se denomina sistema contra incendios al conjunto de medidas diseñadas, dentro del plan de seguridad de cualquier edificio, para minimizar los efectos del fuego en caso de incendio con relación a la protección de las personas ocupantes del edificio y de la propiedad o el inmueble. El diseño de cualquier sistema de protección contra incendios debe tener en cuenta diversos factores del edificio tales como su ocupación, uso, huella medio ambiental, sistemas e instalaciones de climatización, ventilación, fontanería e iluminación entre otros. El peligro extremo que representan los incendios para un edificio y sus ocupantes requiere un enfoque holístico de los sistemas arquitectónicos, mecánicos, un enfoque integrado que incluya las características de todos los sistemas que componen una edificación.

Medidas de protección contra incendios

Las medidas de protección contra incendios se clasifican fundamentalmente en dos tipos: de protección activa y protección pasiva, según lo indicado por Soler & Palau (2019).

De protección activa

En referencia al conjunto de medios, equipos y sistemas instalados para alertar sobre un incendio e impedir que este se propague evitando las pérdidas y daños producidos por el fuego. Los sistemas de protección activa generalmente están asociados a la acción y se incluyen dentro de esta categoría los sistemas fijos, extintores, sistemas de detección, evacuación, etc. En la revisión del RIPCI de diciembre 2017, los sistemas de control de temperatura y extracción de humo han pasado a formar parte de los sistemas de protección activa.

De protección pasiva

En relación al conjunto de medidas y medios dispuestos en un edificio con el objetivo de prevenir la propagación del fuego en caso de incendio a otras áreas, proteger los sistemas e instalaciones, evitar la pérdida de estabilidad de la estructura del inmueble y facilitar la evacuación de los ocupantes de forma segura. Este tipo de medidas, no implican acción como en el caso anterior, pero su importancia a la hora de contener un incendio es fundamental. Las más

habituales son la ignifugarían de los materiales, la compartimentación a través de cerramientos y sellado de huecos, las puertas y compuertas cortafuegos la señalización, entre otros.

Prevención y control de incendios

Además de contar con los sistemas adecuados de protección contra incendios, tanto de protección activa como pasiva, las medidas de prevención serán fundamentales y uno de los aspectos más importantes en cuanto a seguridad. Hay que tener el conocimiento de todos los tipos de fuegos que se podrían causar en cualquier edificación, esto para saber cómo reaccionar en caso de algún incidente

¿Qué es un sistema de detección de incendios?

De acuerdo con Oreja (2019), los sistemas de detección de incendios son medios muy eficaces para proteger a las personas, las instalaciones, los equipos, los bienes y los materiales de los peligros derivados de un incendio, si son instalados, mantenidos y utilizados adecuadamente. La tecnología relacionada a estos sistemas ha ido evolucionando a lo largo de su existencia y hoy en día gracias al avance de las tecnologías y a la experiencia en su utilización se han transformado en un componente indispensable a la hora de detectar un incendio, especialmente en su fase inicial; qué es el momento más crítico, dónde el incendio puede ser sofocado más fácilmente; en cambio, una detección tardía del mismo retrasaría las actuaciones de emergencia previstas, puede provocar grandes pérdidas y elevar exponencialmente la dificultad de extinguirlo.

Así, un sistema de detección de incendio se vuelve indispensable en ciertos tipos de establecimiento, tanto en el ámbito público como privado, desde colegios y universidades, hospitales, edificios de oficinas, plantas industriales, depósitos de mercadería, centros comerciales, entre otros.

Función y propósitos

La principal función de un sistema de detección de incendios, según Oreja (2019), es justamente detectar un incendio lo más temprano posible y generar las señales de alarma correspondientes para poder tomar las medidas pertinentes de extinción y evacuación. Para ello el sistema debe emitir señales acústicas y/o visuales tanto a los ocupantes del edificio como a quien

se encuentre realizando el monitoreo (Encargado de monitoreo del sitio, monitoreo remoto, etc.). La detección puede ser realizada de manera automática mediante el uso de equipos de detección automática como por personas mediante las estaciones manuales, y en general los sistemas cuentan con ambas modalidades de aviso según indica.

Asimismo, es importante que el sistema pueda funcionar de manera satisfactoria limitando la ocurrencia de falsas alarmas. En algunos casos el sistema de detección puede estar vinculado con un sistema de audio para posibilitar una evacuación más ordenada y también con sistemas de extensión fija para su accionamiento automático controlado. A lo que se requiere un constante monitoreo por la o las personas encargadas y deberá ser un sistema confiable para evitar falsas alarmas al momento de instalado el mismo.

Tipos de sistemas de detección de incendios

Existen muchos tipos de sistemas de detección de incendios para los que haremos énfasis en dos: sistemas convencionales y sistemas inteligentes de detección de incendios, son los más vistos en el mercado y se detallarán a continuación:

Sistema Convencional

Son aquellos que funcionan de manera similar a un sistema de intrusión, estos sistemas funcionan con zonas físicas en el panel que permiten la conexión de múltiples detectores (máximo 25 por zona según normativa local), reportando los eventos por cada zona del panel. Este tipo de solución para la parte económica es un poco más elevado ya que se necesitará cablear más para cada dispositivo que se conecte y también tomando en cuenta el tamaño de la edificación.

Sistema Inteligente

Con respecto a dichos Sistemas Inteligentes, Oreja (2019) señalan que con tecnología más moderna adaptada a las necesidades y reglamentaciones actuales trabajan con lazos de comunicación (SLC) que según la central pueden tener capacidad para 50, 99,127 o 159 dispositivos por ejemplo y cada uno cuenta con una dirección única programable que permite la

identificación de cada dispositivo por separado ante una situación de disparo y los más completos brindan la posibilidad de recibir y ajustar parámetros específicos en cada dispositivo de manera remota. Otras funciones destacables son la compensación de deriva (Autoajuste de sensores de humo) y los diagnósticos automáticos del estado de la instalación. Dentro de esta categoría existen sistemas solo Direccionables y Analógicos Direccionables que son los más complejos.

Estos sistemas permiten instalaciones con mayor cantidad de dispositivos en una sola central y en algunos casos cuentan con la posibilidad de armar redes de centrales o ampliar una misma central mediante placas modulares para crear sistemas realmente grandes con capacidad para miles de dispositivos. Asimismo, este tipo de sistemas ofrece opciones de automatización mediante módulos de entradas y salidas que pueden ser accionados individualmente o en grupos ante determinada situación, por ejemplo, para bajar los ascensores, apagar los aires acondicionados, activar válvulas de flujo que corten o habiliten determinado servicio, liberar las puertas y molinetes para facilitar la evacuación, entre otros.

Los sistemas inteligentes a su vez cuentan con la posibilidad de realizar la programación desde un software gráfico permitiendo realizar ajustes más complejos mucho más rápidamente y enviar estos ajustes al Panel mediante un cable de conexión o hasta por USB según el fabricante. En algunos casos este software viene incluido gratuitamente con el hardware y para los sistemas de gamas más altas suele ser entregado al certificarse oficialmente con la marca.

Dispositivos que componen el sistema de detección de incendios

Se darán a conocer el equipo que compone un sistema de detección de incendios.

En la actualidad existen muchos tipos de sistemas de detección de incendio con diversidad de tecnologías en sus dispositivos de detección y alarma a continuación un listado de los dispositivos que complementan el sistema de detección de incendios. Básicamente cualquier sistema de detección de incendios está conformado por los siguientes componentes:

- Unidad de Control (Panel o anunciador remoto).
- Equipos de detección (Existen distintos tipos acorde a las características del sitio).
- Estaciones manuales.

- Señalización (Sirenas, Estrobos, Audio).
- Alimentación (Energía y respaldo).
- Módulos de entradas y salidas (censado y control opcional de otros equipos y sistemas).

Panel de incendio

Un panel diseñado para el sistema de detección de incendio deberá cumplir con las características adecuadas dependiendo de la solución que se amerite el diseño, ya que existen muchas marcas y tipos de paneles en el mercado. La función principal del panel en el sistema de detección de incendios es suministrar la corriente o alimentar a todos los dispositivos que lo componen, interpretar los circuitos lógicos de entradas y relacionar las salidas, monitorear todos los circuitos y dispositivos conectados a él, para detectar las zonas o la zona que se activó. También cumple una función de seguridad, en caso de conato o alarma de incendio procede a la liberación de puertas bloqueadas por algún sistema y detención de elevadores para que no sean utilizados y apagado automático de aires acondicionados.

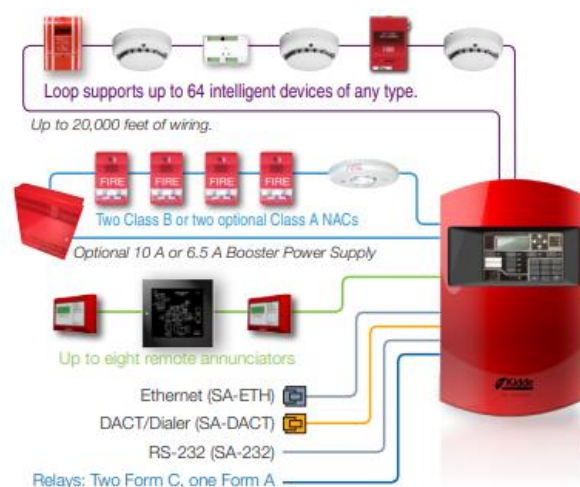


Figura 8. Panel de incendio

Fuente: (Kidde, 2021)

Anunciador remoto

Los anunciadores remotos, de acuerdo con Carrier (2021), pueden ser utilizados en estaciones de control central, control autónomo Unidades, consola operativa local y combinación unidades. En estas aplicaciones, los anunciadores están configurados para operar como consolas de operación local, o incluso estaciones de comando central, desde las cuales se inicia y controla el sistema. Algo muy parecido a la función del panel solo que este tipo de dispositivo se podrá visualizar los eventos que ocurran en el sistema, silenciar el panel, silenciar el sistema y reiniciar el sistema en caso que se haya alarmado.



Figura 9. Anunciador Remoto

Fuente: (Carrier, 2021)

Equipos de detección

Existen muchos tipos de equipos de detección y esto porque existen muchas soluciones para diferentes tipos de ubicaciones. Su función principal es detectar el fuego a través de alguno de los fenómenos que le acompañan: gases, humos, temperaturas o radiación UV, visible o infrarroja. Según el fenómeno que detectan se denominan:

- Detectores de Humo
- Detectores térmicos
- Detectores Ópticos Puntuales
- Detectores de Haz Proyectado (Barreras)

- Aspiración
- Detectores Termostáticos
- Detectores Termovelocimétricos
- Detectores UV
- Detectores de Llama
- Detectores de gases específicos.

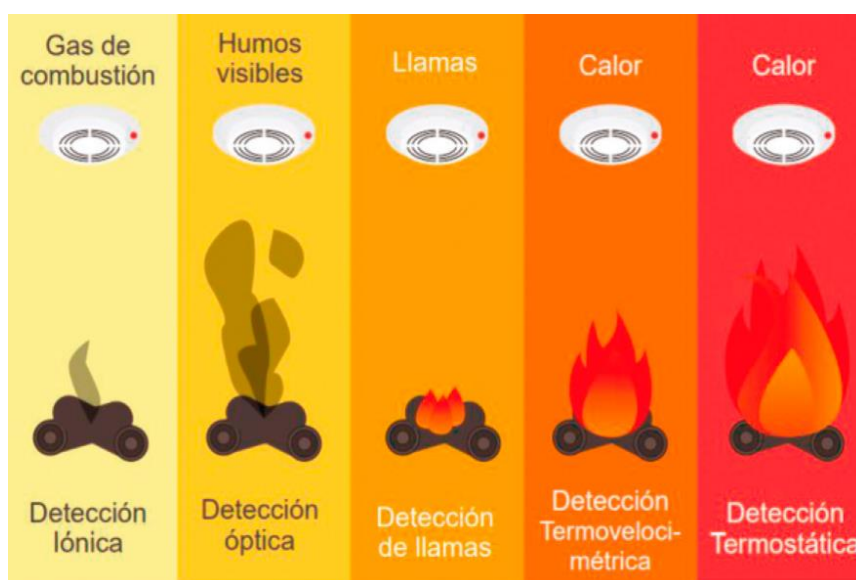


Figura 10. Tipos de detectores

Fuente: (Oreja, 2019)

Estaciones Manuales

Es un dispositivo que está diseñado para ser activado en caso de incendio o emergencia, tirando de una palanca. Cuando se activa, el dispositivo informa de manera inmediata al panel de detección de incendios. Las estaciones modernas cuentan con un LED de color rojo para indicar que han sido activados.



Figura 11. Estación manual

Fuente: (Kidde, 2021)

Señalización

Son los componentes del sistema de alarma que proveen de medios audibles o visibles de alerta ante la detección de conato de incendio o emergencia en la estructura a ser protegida. La condición anormal que será detectada dependerá de los dispositivos de iniciación instalados, que corresponden a los dispositivos sirenas, luces estroboscópicas y parlantes.



Figura 12. Luces estroboscópicas con notificación audio visual

Fuente: (Kidde, 2021)

Alimentación y energía

Las baterías son un dispositivo que consiste en una o más celdas electroquímicas que pueden convertir la energía química almacenada en electricidad. Cada celda consta de un electrodo positivo o cátodo, un electrodo negativo o ánodo y electrólitos que permiten que los iones se muevan entre los electrodos permitiendo que la corriente fluya fuera de la batería para llevar a cabo su función y estas funcionan como reserva en caso de pérdida de electricidad.

Las fuentes de poder son un dispositivo que convierte la corriente alterna en una o varias corrientes continuas que alimentan los distintos circuitos del aparato electrónico al que se conecta que por normativa deberán tener una reserva que consta de dos baterías de 12 voltios ya que los dispositivos que se alimentan de estas fuentes de poder que funcionan a 24 voltios.



Figura 13. Dispositivos de alimentación y respaldo de energía

Fuente: (Carrier, 2021)

Elementos auxiliares

Los elementos auxiliares se refieren a todo lo que son módulos de monitoreo, control y de relé, según lo establece Honeywell (2021):

Módulos de Monitoreo

Se utilizan para supervisar un circuito de dispositivos de entrada de contactos estacionarios tales como detectores de calor convencionales y dispositivos manuales, o para monitorear y alimentar un circuito de detectores de humo de dos hilos.



Figura 14. Módulo de monitoreo

Fuente: (Carrier, 2021)

Módulos de Control

Los módulos de control permiten la activación de bocinas o estrobos por zonas, así como la conmutación de audio, liberación de control de accesos, paro de manejadoras de aire, captura de elevadores o alguna otra función que requiera actuación de un relevador.



Figura 15. Módulo de control

Fuente: (Carrier, 2021)

Módulos de Relé

Consiste en un relé que controla la salida de un contacto seco Normalmente Abierto (NA) Normalmente Cerrado (NC), no supervisado. Proporciona al sistema con una salida de contacto seco para activar dispositivos auxiliares, tales como ventiladores, compuertas, equipos de control, entre otros. Al ser direccionable permite el contacto seco para ser activado, ya sea manualmente o a través de la programación del panel, sobre una base de selección.



Figura 16. Módulo de relé

Fuente: (Carrier, 2021)

Todo lo mencionado en el apartado anterior son los equipos necesarios para el sistema de detección de incendios por lo que es necesario el entendimiento de la funcionalidad del sistema y el accionar de todos sus dispositivos.

Materiales electromecánicos

Cableado y Circuitos de conexión

Según Oreja (2019), como en cualquier sistema de seguridad el cableado y medios de transmisión son factores de gran importancia a la hora de garantizar la fiabilidad de una solución. En sistemas de detección de incendio es crítico que, al momento de ser efectuada la detección, pueda ser entregado el aviso a la central y que esa comunicación sea inmediata y efectiva. Las pautas de cableado deben ser tomadas en cuenta según las instrucciones de cada fabricante (Tipo de cable, sección, longitud máxima) así como los reglamentos aplicables según la jurisdicción, se recomienda como guía el art. 760 de la NFPA 70.

Otro punto a considerar será el estilo de cableado, que deberá designarse en la etapa de diseño de la solución según el desempeño requerido y teniendo en cuenta la necesidad de mantener el sistema operativo ante una condición anormal o falla. Bajo lo establecido por la NFPA 72 los tipos de circuitos más usados son los de Clase A, Clase B, aunque existen otras variantes como Clase D, Clase E y Clase X.

También encontraremos soluciones inalámbricas cumpliendo con los requerimientos de fiabilidad y mantenimiento establecidos por las NFPA que pueden ser implementadas de igual manera que los sistemas cableados, con un mayor costo en el hardware, pero un ahorro significativo en la obra civil al no requerir cableado ni tubería.

Tipo de cable

Para la instalación de los dispositivos periféricos de detección, según Centelsa S.A (2021) se utiliza un tipo de cable FPL (cable de alarma contra incendios de potencia limitada) o FPLR (Cable vertical de alarma contra incendios de potencia limitada) que es retardante de fuego según UL 1685 o FT4/IEEE. Los cables FPL y FLPR también pueden tener pantallas para evitar ruidos e interferencias de campos electromagnéticos e incluso fibras ópticas de transmisión de datos.

Se utiliza para conectar los dispositivos periféricos como detectores de humo, estaciones manuales, sirenas, luces estroboscópicas, anunciadores entre otros, que comúnmente se utiliza cable calibre 18 AWG de 2 hilos, esto por las distancias que se recorren que en su mayoría son tramos o distancias de más de 100 metros.

DESCRIPCIÓN	CALIBRE AWG	RESISTENCIA DC a 20°C Ohm/Km	ESPESOR DE AISLAMIENTO mm	TIPO DE PANTALLA	ESPESOR DE CUBIERTA mm	DIÁMETRO TOTAL APROX. mm	PESO TOTAL APROX. Kg/Km	TENSIÓN DE HALADO Kg-F	RADIO MÍNIMO DE CURVATURA mm
2X14	14	8,3	0,32	N/A	0,51	5,8	55	30	23
2X14 OS	14	8,3	0,32	Foil de aluminio más conductor de drenaje	0,51	5,9	63	30	70
2X16	16	13,2	0,25	N/A	0,51	4,8	37	18	19
2X16 OS	16	13,2	0,25	Foil de aluminio más conductor de drenaje	0,51	4,9	42	18	58
2X18	18	21	0,25	N/A	0,51	4,3	28	12	18
2X18 OS	18	21	0,25	Foil de aluminio más conductor de drenaje	0,51	4,4	34	12	52

Tabla 1. Características de acuerdo a su calibre

Fuentes: (Centelsa S.A, 2021)

Tubería para entubado eléctrico

Campo (2018) indica que existen varios tipos de medios físicos para la implementación de tubería o canalizaciones de subsistemas como son tubería EMT, IMC, PVC y RMC.

EMT (Tubería Eléctrica Metálica)

Es la más usada por su costo y maleabilidad utilizando herramientas como dobladores de tubo según el diámetro del mismo que facilitan el trazado de rutas acoplándose a las curvas, cruces o trayectos sobre la arquitectura del edificio o construcción. Las principales aplicaciones son: conducción de cables eléctricos para zonas industriales, comerciales y residenciales; se usa ampliamente para cableado estructurado, dentro de las principales ventajas mantiene el cableado aislado, protegiéndolo contra amenazas que pudieran dañarlo; con este tipo de tubería conviene usar accesorios de instalación apropiadas y el diámetro correspondiente. Los principales accesorios son: uniones con tornillo, acoples o adaptadores para cajas de paso, curvas prefabricadas, grapas de fijación sencilla o doble, cajas de paso según la necesidad.



Figura 17. Tubería EMT

Fuente: (Almacén El Mauro, 2021)

IMC (Tubería metálica de grado intermedio)

Esta tubería para su construcción es más rígida, lo que la hace más resistente y duradera al tener terminación roscada para su unión la hace más hermética. El borde interior del tubo no tiene borde cortante minimizando el riesgo de daño o roturas en el cable. Usos: cableado de redes de distribución, principalmente para instalaciones de tipo industrial, instalaciones eléctricas visibles u ocultas para cualquier tipo de condición atmosférica y en cualquier tipo de edificación. Presenta varias ventajas frente al uso de tubería EMT dada su alta resistencia a la corrosión permite instalarse en áreas de ambiente corrosivo, con vapores ácidos, en concreto, en contacto directo con la tierra. Al igual que para el caso de tubería EMT la tubería IMC requiere accesorios de instalación según su diámetro. Los principales son: uniones roscadas, conduletas en configuración recta, 'L' en 'T', grapas galvanizadas (las cuales se usan para el trazado de rutas) y derivaciones ya que por ser más rígida no se emplean curvas.



Figura 18. Tubería IMC

Fuente: (Almacén El Mauro, 2021)

RMC (Ducto de acero rígido)

Este tipo de tubería es de construcción más rígida, su peso por metro lineal es mayor a la del tipo IMC y EMT; es muy útil para aplicaciones de protección de cables eléctricos donde existe alto riesgo de explosión y corrosión, instalaciones eléctricas en losas de edificios, instalaciones de alarmas donde se requiere alta seguridad y hermeticidad, e instalaciones donde se requieren altos niveles de protección mecánica (golpes, condiciones atmosféricas y ambientales especiales o peligrosas, entre otros).



Figura 19. Tubería RMC

Fuente: (IESA, s.f.)

PVC (Ducto policloruro de vinilo)

Este tipo de tubería (de tipo eléctrico) tiene varios usos y aplica como instalaciones eléctricas embebidas o empotradas en placas de concreto, en muros de mampostería y en muros de placas planas, y aplicaciones en tierra ya sea suelo duro o suelo blando. Debe tener en cuenta que dadas las nuevas normatividades este tipo de tubería debe proveer resistencia al fuego de mínimo 15 minutos.



Figura 20. Tubería de PVC

Fuente: (Almacén El Mauro, 2021)

Marcación

Según Campo (2018), si el proyecto implicara entubado para cableado eléctrico, señales de control, datos, etc., identifique con la marcación adecuada y visible la aplicación de la tubería, use un código de colores si es requerido que permita identificar el uso que le está dando a la misma, marcando en los extremos con material adhesivo, por ejemplo, rojo (alarma detección de incendio), amarillo (red eléctrica), verde (alarma intrusión), azul (CCTV).

Sobre el uso de grapas y fijaciones

Cuando de requerirse grapas sencillas o dobles, se deberá utilizar el número de grapas por cada tubo de tres metros es de mínimo 3 puntos (extremos y centro) y considere como regla general un punto de fijación cada metro. Para instalaciones verticales, las grapas sencillas deberán ofrecer una sujeción suficiente usando la utilización de chazos y tornillos adecuados

según la superficie de fijación y para instalaciones horizontales se deberá utilizar grapas dobles o de doble 'ala' dado que estas soportarán mejor al tener dos puntos de fijación el peso de la tubería más el cableado interno que esta contenga.

Capacidad del ducto

Con respecto a dicho tema, Campo (2018), se recomienda no exceder el 60 % del espacio interno de la tubería con los cables, esto con el fin de permitir la instalación de cable sin afectar la integridad del mismo, facilitar el retiro de un tramo de cable o la adición a futuro de conductores.

Tubería par uso en exteriores

Indica Campo (2018) que para aplicaciones en exteriores y el uso de cajas de paso de aplicación externa o de disposición de equipos siempre se deben realizar los accesos a las cajas por la parte inferior utilizando los acoples o accesorios indicados, esto con el fin de evitar el ingreso de agua al interior de la caja, así como el acceso de insectos. En instalaciones verticales con tubería EMT sobre fachadas externas se debe evitar el uso de uniones porque se facilita el ingreso de agua por los puntos de fijación y, al instalar de manera horizontal, verifique que los tornillos de fijación queden por debajo del tubo con el mismo fin. Si la implementación es sobre poste, utilice elementos de fijación más seguros como cinta en acero galvanizado.

Tubería enterrada en suelos duros o blandos

El mismo autor supra señala que cuando nos referimos a suelo blando o duro hacemos referencia a instalaciones sobre grama, césped, zonas verdes y suelo en concreto respectivamente. Normalmente la cavidad o brecha para este tipo de instalaciones debe tener una profundidad de 30 cm y un espesor de 30 cm para diámetros de tubería que van de ½" a 1" y máximo dos ductos. La base de apoyo de la tubería debe ser en arena o triturado fino y la cobertura grava, el relleno final se aplica con tierra removida de la brecha y césped.

Para implementaciones en suelo duro es importante tener en cuenta la carga mecánica a la cual estará sometida la tubería, por ejemplo, al paso de tráfico vehicular liviano o pesado, de ello dependerá el tipo de material base, profundidad y materiales de relleno. Todos los materiales mencionados anteriormente se analizarán de acuerdo a los requerimientos del diseño a realizar y

de la edificación en la que basará el diseño para la mejor selección de los materiales que se apegue a las normativas NFPA 72 y NFPA 70.

Por otra parte, ya teniendo el conocimiento de la función y todos los dispositivos y materiales que componen un sistema de detección de incendios se deberá tomar en cuenta un tema muy importante que será el mantenimiento del mismo para que en el transcurso de los años se logre obtener el funcionamiento óptimo de la totalidad del sistema esto mediante un buen mantenimiento preventivo y tomo lo que conlleve esto.

Mantenimiento

El mantenimiento es la acción que se realiza a un sistema o maquinarias para poder monitorear su comportamiento mediante un tiempo determinado de acuerdo a sus funciones y uso y poder tomar medidas de la manera más oportuna y con acciones recomendadas por los expertos o fabricantes para evitar paros indeterminados del sistema y poder alargar a medida de lo posible la vida útil de este. Se dará a conocer como principal el mantenimiento preventivo y todo lo que conlleva, como la historia, características y otros mantenimientos que lo complementan.

Mantenimiento preventivo

Todo sistema tiene que llevar un buen mantenimiento con el objetivo principal que será el buen funcionamiento del sistema en general y alargar su vida útil que es esencial para cualquier compañía o empresa, también tomar en cuenta que un buen mantenimiento preventivo evitará paros no programados del sistema a continuación se detallará en qué consiste el mantenimiento preventivo

Según Mejía (2020) el mantenimiento preventivo es un tipo mantenimiento cuya realización se planea previamente, con el motivo de extender la vida útil de una máquina o instalación. Puede comprender tareas como la limpieza, ajuste, reemplazo o lubricación de piezas. Su nacimiento se da a principios del siglo XX, relacionado con el crecimiento en la utilización de maquinaria en la industria, y la necesidad de continuidad en el servicio. Anterior a esto, se realizaban únicamente mantenimientos correctivos, reparando la maquinaria cuando se

avería. La idea principal del mantenimiento preventivo es efectuar reparaciones antes de que ocurran inconvenientes o se averíe la máquina. Aunque esto supone un costo adicional, es muy inferior al que se da cuando se avería una máquina o se interrumpe un proceso de producción.

Finalmente, para la realización de un mantenimiento preventivo es necesario contar con distintos tipos de información, que van desde datos técnicos de la maquinaria, hasta tiempos de funcionamiento, entre otros. De esta manera, se podrá realizar la planificación de los mantenimientos antes de que ocurran inconvenientes, y optimizando el tiempo y los recursos de la empresa.

Características del mantenimiento preventivo

Algunas de las características principales de este tipo de mantenimiento son las que se mencionarán a continuación:

- Se realiza de forma periódica y rutinaria.
- Es un tipo de mantenimiento cuyas tareas y presupuestos son planificadas. Tiene un tiempo de inicio y de culminación.
- Se realiza en condiciones de control total para evitar accidentes, mientras el equipo está parado.
- Se busca anticipar las futuras fallas o daños de los equipos.
- El fabricante generalmente recomienda cuándo hacerlo y establece manuales técnicos.
- Las actividades que se realizan siguen un programa previamente elaborado.
- Ofrece la posibilidad de actualizar la configuración técnica de los equipos.

Tipos de mantenimiento preventivo

Según este tipo de mantenimiento existen algunos otros tipos de mantenimiento que se requerirá dependiendo del tipo de sistema o maquinaria, según Mejía (2020) estos son:

Mantenimiento predictivo

Este tipo de mantenimiento tiene como objetivo reducir la cantidad de tareas a realizar en un mantenimiento, identificando y reemplazando únicamente las piezas que se puedan dañar. Por este motivo se intenta determinar el tiempo de vida útil de cada pieza programando las tareas de mantenimiento antes que estas puedan presentar fallos. La determinación del tiempo de vida útil de una pieza se puede obtener por experiencia propia o por los datos que brinde el fabricante de la máquina, entre otros.

Mantenimiento programado

El mantenimiento programado es un tipo de mantenimiento que se ejecuta en fechas previamente determinadas, por ejemplo: semanal, trimestral o anualmente. Un ejemplo de este tipo de mantenimiento es el de un horno de fusión de hierro, el cual opera durante 24 horas todos los días; debido a esto, se programa una detención del mismo cada tres meses para realizar las tareas de mantenimiento necesarias.

Objetivos del mantenimiento preventivo

Según Mejía (2020), los principales objetivos del mantenimiento preventivo son los de extender la vida útil de una máquina y prevenir cualquier tipo de error que pueda ocurrir. Gracias a esto, es posible garantizar, por un lado, su correcto funcionamiento y por el otro, evitar una parada imprevista de la misma. De esta manera, la máquina dejará de funcionar en períodos previamente estipulados, sin interferir con el proceso de producción de la empresa.

Además, previniendo los posibles errores, es posible reducir los costos de reparación, ya que la avería de una pieza puede provocar una cadena de fallos, ocasionando roturas en otras piezas o hasta una rotura total de la máquina. Además, es un procedimiento fundamental que se lleva a cabo en maquinarias como aviones, trenes o centrales nucleares, donde un error puede llevar a consecuencias fatales.

Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es el que se efectúa cuando una máquina o planta presenta un desperfecto o error. Esto puede llevar al mal funcionamiento de la máquina o incluso, al daño de la misma. Básicamente se trata de la reparación del daño sufrido, dejando la máquina en estado operacional como se encontraba antes de la falla.

Comparado con el mantenimiento preventivo, en la mayoría de los casos, el mantenimiento correctivo suele ser más costoso. Esto se da porque al dañarse una máquina se produce una parada en la producción que no estaba contemplada lo que genera contratiempos que generalmente cuestan dinero. Adicionalmente, en la mayoría de los casos de avería la cantidad de piezas que se dañan son mayores a las que se cambian en un mantenimiento preventivo.

Sin embargo, que una máquina se averíe no significa que la empresa no haga mantenimiento preventivo. La maquinaria puede tener fallos que no fueron tenidos en cuenta en la planeación del mantenimiento preventivo, o incluso presentar fallos inesperados. Por este motivo, es casi inevitable realizar mantenimientos correctivos en las máquinas. Aunque, una vez reparada la máquina, resulta de utilidad investigar el motivo que causó el daño, e incluirlo en el planeamiento del mantenimiento preventivo para que no vuelva a ocurrir.

Ventajas del mantenimiento preventivo

A continuación, algunas ventajas del mantenimiento preventivo:

- Costo reducido con relación al mantenimiento correctivo.
- Se reducen significativamente los riesgos por fallas o fugas en los equipos.
- Prolonga la vida útil de los equipos.
- Se generan menos errores en las operaciones cotidianas.
- Mejora sustancialmente la fiabilidad de los equipos.
- Reduce el riesgo de lesiones para los operarios.

Desventajas

Como cualquier tipo de mantenimiento también tendrá sus desventajas que algunas de ellas, aunque pocas son:

- El mantenimiento de los equipos debe ser realizado por personal especializado que generalmente está fuera de la empresa, por lo cual tiene que ser contratado.
- Dado que las labores de mantenimiento de los equipos se efectúan con cierta periodicidad, no permiten que se pueda determinar exactamente la depreciación o desgaste de las piezas de los equipos.
- La empresa debe ceñirse a las recomendaciones del fabricante para programar las labores de mantenimiento. Por esto puede ocurrir que se deba cambiar una pieza cuando quizás puede tener una mayor vida útil.

Con todo lo mencionando anteriormente queda en evidencia la importancia de la implementación de un plan de mantenimiento que se apegue a la normativa respectiva para cada sistema en este caso será apegado a la normativa NFPA 72 para lo que son los sistemas de detección de incendios.

Normativa NFPA 101 Código de seguridad humana

La NFPA 101 es el código de seguridad humana el cual nos dará a conocer el tipo de edificación que se tiene y el tipo de riesgos que existen según su clasificación, por lo que para este proyecto primeramente se deberá analizar esta normativa y conocer qué clase de edificación es con la que se diseñará y a su vez conocer cuáles son algunos de los requisitos que se necesitan para la implementación del sistema de detección de incendios en dicho aposento.

En este apartado se citarán algunas de las normativas en las se basará para la realización del diseño.

1.1.2 Peligro para la vida humana debido al fuego. El código incluye aquellos aspectos de la construcción, protección y ocupación necesarias para minimizar el peligro para la vida humana causado por los efectos del fuego, incluyendo el humo, el calor y los gases tóxicos creados durante un incendio. (National Fire Protection Association, 2018, p. 23)

Clasificación de la ocupación y riesgo de los contenidos:

6.1.3 Educacional. Para conocer los requisitos, ver los Capítulos 14 y 15

6.1.3.1 Definición — Ocupación educacional. Ocupación utilizada para propósitos educacionales, hasta el duodécimo grado, por seis o más personas, durante cuatro o más horas diarias, o más de doce horas semanales (National Fire Protection Association, 2018, p. 53).

9.6 Sistemas de detección, alarma y comunicaciones de incendio.

9.6.1.3 Los sistemas de alarma de incendio requeridos por este Código deben ser instalados, probados y mantenidos de acuerdo con los requisitos aplicables de NFPA 70 y NFPA 72, a menos que tales instalaciones sean instalaciones existentes aprobadas, a las que debe permitirse continuar en servicio.

9.6.1.4 Para asegurar la integridad operativa, el sistema de alarma de incendio debe tener un programa aprobado de mantenimiento y prueba que cumpla con los requisitos aplicables de NFPA 70 y NFPA 72. (National Fire Protection Association, 2018, p. 23)

Ocupaciones educacionales existentes:

15.3.4 Sistemas de detección, alarma y comunicaciones.

15.3.4.1 Generalidades.

15.3.4.1.1 Las ocupaciones educacionales deben estar provistas con un sistema de alarma de incendio de acuerdo con la Sección 9.6.

15.3.4.1.2 El requisito de 15.3.4.1.1 no debe aplicarse a los edificios que cumplen con todos los criterios siguientes:

- (1) Edificios con un área que no excede 1000 pies² (93 m²)
- (2) Edificios que contienen una única aula
- (3) Edificios ubicados a no menos de 30 pies (9.1 m) de otro edificio

15.3.4.2 Iniciación

15.3.4.2.1 Generalidades. La iniciación del sistema de alarma de incendio requerido debe hacerse por medios manuales de acuerdo con 9.6.2.1 (1), a menos que esté permitido de otra manera en uno de los siguientes:

(1) No deben requerirse estaciones manuales de alarma de incendio donde está permitido por 15.3.4.2.3.

(2) En edificios donde todos los espacios normalmente ocupados estén provistos con un sistema de comunicación de dos vías entre tales espacios y una estación receptora constantemente atendida desde la que puede activarse una alarma de evacuación general, no deben requerirse estaciones manuales de alarma de incendio, excepto en lugares específicamente designados por la autoridad competente.

15.3.4.2.3.1 Debe permitirse que las estaciones manuales de alarma de incendio sean eliminadas donde se apliquen todas las siguientes condiciones:

(1) Los corredores interiores están protegidos por detectores de humo que utilizan un sistema de verificación de alarma según se describe en NFPA 72.

(2) Los auditorios, cafeterías y gimnasios están protegidos por dispositivos de detección de calor u otros dispositivos de detección aprobados.

(3) Los talleres y laboratorios donde se utilizan polvos o vapores están protegidos mediante dispositivos de detección de calor u otros dispositivos de detección aprobados.

(4) Existen medios en un punto central para activar manualmente la señal de evacuación o para evacuar solamente las áreas afectadas.

15.3.4.3 Notificación.

15.3.3.1. Notificación a los ocupantes

15.3.4.3.1.4 Donde es aceptable para la autoridad competente, debe permitirse que el sistema de alarma de incendio se utilice para otras señalizaciones de emergencias o para cambios de clase, siempre que la alarma de incendio sea distintiva por su señal y anule todos los otros usos.

15.3.4.3.1.5 Para evitar que los estudiantes regresen al interior de un edificio que se está incendiando, la señal de rellamada debe ser independiente y distintiva de cualquier otra señal y debe permitirse que tal señal sea dada por medio de banderas o pancartas con colores distintivos. (National Fire Protection Association, 2018, pp. 210-215)

Normativa NFPA 70 Código Eléctrico Nacional

La NFPA 70 o “National Electrical Code” (NEC) es aquella normativa que redacta todos los requisitos para la instalación eléctrica de cualquier tipo de edificación ya sea existente o por construir, se refiere también de los materiales requeridos o aprobados para la canalización eléctrica que se deberán cumplir ya que estos tipos de lugar serán supervisados por encargados para la aprobación de la instalación de los circuitos.

A continuación, se citarán algunos artículos o normas importantes para el diseño a realizar en este trabajo, según la NFPA 72 basándonos en su mayoría en la norma 760 de la NFPA 70 ya que habla de los requisitos para la instalación de los sistemas de alarma contra incendio. La norma indica lo siguiente:

90.1 Propósito

(A) Salvaguarda. El propósito de este Código es la salvaguarda práctica de las personas y de la propiedad contra los riesgos que se derivan del uso de la electricidad. Este Código no tiene la intención de ser una especificación de diseño ni la de servir como manual de instrucciones para personal no calificado.

(B) Suficiencia. Este Código contiene disposiciones que se consideran necesarias para la seguridad. El cumplimiento de ellas y el mantenimiento adecuado darán lugar a una instalación esencialmente libre de riesgos, pero no necesariamente eficiente, conveniente o apta para un buen servicio o para ampliación futura de la instalación eléctrica (National Fire Protection Association, 2014, p. 31).

Tubería eléctrica metálica tipo EMT (Electrical Metallic Tubing):

358.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para la tubería eléctrica metálica EMT y los accesorios asociados.

358.2 Definición.

Tubería eléctrica metálica (EMT) (Electrical Metallic Tubing) (EMT)). Tubería sin rosca, de pared delgada y sección transversal circular diseñada para la protección física y el enrutamiento de conductores y cables, y para su uso como conductor de puesta a tierra del equipo cuando se instala usando los accesorios adecuados. En general, este tipo de tubería EMT está hecha de acero (ferroso) con revestimientos de protección o de aluminio (no ferroso).

Parte II. Instalación**358.10 Usos permitidos.**

(A) Expuestos y ocultos. El uso de tubería eléctrica metálica EMT debe permitirse para trabajo tanto expuesto como oculto.

(B) Protección contra la corrosión. Debe permitirse instalar la tubería eléctrica metálica EMT ferrosa o no ferrosa, los codos, acoples y accesorios en concreto, en contacto directo con la tierra, o en áreas expuestas a influencias corrosivas fuertes, si están protegidos contra la corrosión y son aprobados como adecuados para esa condición.

(C) Lugares mojados. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc., deben ser de materiales resistentes a la corrosión o deben estar protegidos por materiales resistentes a la corrosión.

358.20 Tamaño.

(A) Mínimo. No se debe utilizar tuberías eléctricas metálicas (EMT) con designador métrico inferior al 16 (tamaño comercial de 1/2).

(B) Máximo. El tamaño máximo de la tubería EMT debe ser el designador métrico 103 (tamaño comercial de 4).

358.22 Número de conductores. El número de conductores no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 9.

Debe permitirse instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 9.

Tabla 1 Porcentaje de sección transversal de conductos y tuberías para conductores y cables

Cantidad de conductores y/o cables	Área transversal (%)
1	53
2	31
Más de 2	40

Tabla 2. Porcentaje de ocupación

Fuente: (National Fire Protection Association, 2014)

358.30 Sujeción y soporte. Las tuberías eléctricas metálicas EMT se deben instalar como un sistema completo, como se establece en la sección 300.18 y se deben sujetar y asegurar en su lugar y soportarse de acuerdo con las secciones 358.30(A) y B).

(A) Sujetado y asegurado. La tubería eléctrica metálica EMT se debe sujetar y asegurar en su lugar por lo menos cada 3 m (10 pies). Además, cada tramo de tubería EMT entre los puntos de terminación se debe sujetar y asegurar a una distancia no mayor de 900 mm (3 pies) de cada caja de salida, caja de conexiones, caja de dispositivo, gabinete, cuerpo de Conduit u otra terminación de conducto.

(B) Soportes. Deben permitirse tramos horizontales de tubería eléctrica metálica EMT soportadas en aberturas a través de elementos estructurales, a intervalos no superiores a 3 m (10 pies) y sujetas y aseguradas a una distancia no mayor de 900 mm (3 pies) de los puntos de terminación.

Parte III. Especificaciones de construcción

358.120 marcado. La tubería eléctrica metálica EMT debe ir marcada de manera clara y duradera por lo menos cada 3 m (10 pies), como se exige en la primera oración de la sección 110.21(A). (National Fire Protection Association, 2014, pp. 227-228)

Tubería metálica flexible tipo FMT (Flexible Metallic Tubing):

360.1 Alcance. Este artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para la tubería metálica flexible FMT y los accesorios asociados.

360.2 Definición.

Tubería metálica flexible (FMT) (Flexible Metallic Tubing (FMT)). Canalización de sección transversal circular, flexible, metálica y hermética a los líquidos, sin chaqueta no metálica.

360.6 Requisitos de listado. La tubería metálica flexible FMT y los accesorios asociados deben ser listados.

Parte II. Instalación

360.10 Usos permitidos. Debe permitirse usar tuberías metálicas flexibles FMT en circuitos ramales:

- (1) En lugares secos.
- (2) En lugares ocultos.
- (3) En lugares accesibles.
- (4) Para instalaciones de tensión nominal máxima de 1000 volts.

360.20 Tamaño.

(A) Mínimo. No se debe utilizar tubería metálica flexible FMT con designador métrico inferior al 16 (tamaño comercial de 1/2).

(B) Máximo. El calibre máximo de la tubería metálica flexible FMT debe ser el designador métrico 21 (tamaño comercial 3/4).

360.22 Número de conductores.

(A) FMT Designadores métricos 16 y 21 (tamaños comerciales de 1/2 y 3/4). El número de conductores en los designadores métricos 16 (tamaño comercial de 1/2) y 21 (tamaño comercial de 3/4) no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 9.

Debe permitirse instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 9.

360.24 Curvas.

(A) Usos con flexión poco frecuente. Cuando la tubería metálica flexible FMT es doblada con poca frecuencia en servicio después de la instalación, el radio de las curvas medido en el interior de la curva no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 360.24(A).

(B) Curvas fijas. Cuando la tubería metálica flexible FMT se doble para propósitos de instalación y no se necesite doblar o flexionar después de su instalación, los radios de las curvas medidos en el interior de la curva no deben ser inferiores a lo especificado en la Tabla 360.24(B).

Parte III. Especificaciones de construcción

360.120 marcado. La tubería metálica flexible FMT se debe marcar de acuerdo con la sección 110.21. (National Fire Protection Association, 2013, pp. 228-229)

Tabla 360.24(A) Radios mínimos de curvatura para uso en flexión

Designador métrico	Tamaño comercial	Radios mínimos para uso en flexión	
		mm	pulg.
12	$\frac{3}{8}$	254.0	10
16	$\frac{1}{2}$	317.5	12½
21	$\frac{3}{4}$	444.5	17½

Tabla 3. Radios mínimos de curvaturas para uso en flexión

Fuente: (National Fire Protection Association, 2014)

Tabla 360.24(B) Radios mínimos para curvas fijas

Designador métrico	Tamaño comercial	Radios mínimos para curvas fijas	
		mm	pulg.
12	$\frac{3}{8}$	88.9	3½
16	$\frac{1}{2}$	101.6	4
21	$\frac{3}{4}$	127.0	5

Tabla 4. Radios mínimos de curvaturas fijas

Fuente: (National Fire Protection Association, 2014)

Sistemas de alarma de incendio

Parte I. Generalidades

760.1 Alcance. Este artículo trata de la instalación del cableado y de los equipos de los sistemas de alarma de incendio, incluidos todos los circuitos controlados y alimentados por el sistema de alarma de incendio.

760.2 Definiciones.

Circuito de alarma de incendio (Fire Alarm Circuit). Parte del sistema de cableado entre el lado de carga del dispositivo de protección contra sobre corriente o de la alimentación de potencia limitada y el equipo conectado de todos los circuitos alimentados y controlados por el sistema de alarma de incendio. Los circuitos de la alarma de incendio se clasifican bien sea como de potencia no limitada o de potencia limitada.

Circuito de alarma de incendio de potencia no limitada (NFPFA) [Non-Power-Limited Fire Alarm Circuit (NPLFA)]. Circuito de alarma de incendio alimentado por una fuente que cumple lo establecido en las secciones 760.41 y 760.43.

Circuito de alarma de incendio de potencia limitada (PLFA) [Power-Limited Fire Alarm Circuit (PLFA)]. Circuito de alarma de incendio alimentado por una fuente que cumple lo establecido en la sección 760.121.

760.3 Otros Artículos. Los circuitos y equipos deben cumplir las disposiciones de las secciones 760.3(A) hasta (K). Sólo aquellas secciones del Artículo 300 referenciadas en este artículo se deben aplicar a los sistemas de alarma contra incendio.

(A) Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Ver la sección 300.21.

(G) Instalación de los conductores con otros sistemas. Las instalaciones deben cumplir lo establecido en la sección 300.8.

(J) Número y tamaño de cables y conductores en una canalización. Las instalaciones deben cumplir con la sección 300.17.

(K) Pasacables. Se deben instalar pasacables cuando salgan cables de una canalización usada para apoyo mecánico o protección de acuerdo con la sección 300.15(C).

760.24 Ejecución mecánica del trabajo.

(A) **Generalidades.** Los circuitos de alarma de incendio se deben instalar de manera ordenada y profesional. Los cables y conductores instalados expuestos sobre la superficie de cielorrasos y muros laterales deben estar sostenidos por la estructura del edificio, de tal forma que el cable no sea dañado con el uso normal del edificio. Dichos cables se deben sujetar con correas, grapas, amarres de cable, soportes colgantes o accesorios similares, diseñados e instalados de manera que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con lo establecido en la sección 300. 4(D).

(B) **Cables de integridad del circuito (CI).** Los cables de integridad del circuito (CI) deben estar sostenidos a una distancia que no exceda de 610 mm (24 pulgadas). Donde estén ubicados dentro de 2.1 m (7 pies) del piso, según se describe en las secciones 760.53(A) (1) y 760.130(1), según corresponda, el cable debe estar sujeto de una manera aprobada a intervalos de no más de 450 mm (18 pulgadas). Los soportes y sujetadores de cables deben ser de acero.

760.48 Conductores de distintos circuitos en el mismo cable envolvente o canalización.

(A) **Circuitos de Clase 1 con NPLFA.** Debe permitirse que los circuitos de Clase 1 y de alarma de incendio de potencia no limitada ocupen el mismo cable, envolvente o canalización, independientemente de si los circuitos individuales son de corriente continua o de corriente alterna, siempre que todos los conductores estén aislados para la tensión máxima de cualquier conductor en el envolvente o canalización.

(B) **Circuitos de alarma de incendio con circuitos de alimentación.** Sólo debe permitirse que los conductores de los circuitos de alimentación y de alarma de incendio ocupen el mismo cable, envolvente o canalización cuando estén conectados al mismo equipo.

760.49 Conductores del circuito NPLFA.

(A) **Calibres y uso.** En los sistemas de alarma de incendio sólo debe permitirse utilizar conductores de cobre. Debe permitirse utilizar conductores de los calibres 18 AWG y 16 AWG siempre que las cargas que alimentan no superen las ampacidades de la Tabla 402.5 y estén instalados en una canalización, un envolvente aprobado o un cable listado. Los conductores de calibre mayor al 16 AWG no deben alimentar cargas mayores que la ampacidad dada en la sección 310.15, como sea aplicable.

Tabla 402.5 Ampacidad permitida para cableado de artefactos

Calibre (AWG)	Ampacidad permitida
18	6
16	8
14	17
12	23
10	28

Tabla 5. Ampacidad permitida para cableado de artefactos

Fuente: (National Fire Protection Association, 2014)

(B) **Aislamiento.** El aislamiento de los conductores debe estar certificado para la tensión del sistema y para no menos de 600 volts. Los conductores de más de 16 AWG deben cumplir con lo establecido en el Artículo 310. Los conductores de calibres 18 AWG y 16 AWG deben ser de los tipos KF-2, KFF-2, PAFF, PTFE, PF, PFF, PGF, PGFF, RFH-2, RFHH-2, RFHH-3, SF-2, SFF-2, TF, TFF, TFN, TFFN, ZF o ZFF. Deben permitirse conductores con aislamiento de otros tipos o de otros espesores si están listados para uso en circuitos de alarma de incendio de potencia no limitada.

(C) **Material de los conductores.** Los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado.

760.53 Cables multiconductores de NPLFA. Debe permitirse usar cables multiconductores de alarma de incendio de potencia no limitada, que cumplan los requisitos de la sección 760.176 en circuitos de alarma de incendio que funcionen a 150 volts o menos y se deben instalar de acuerdo con las secciones 760.53(A) y (B).

(A) Método de cableado del NPLFA. Los cables multiconductores de un circuito de alarma de incendio de potencia no limitada se deben instalar según las secciones 760.53(A)(1), (A)(2) y (A)(3).

(1) En canalizaciones, expuestos en cielorrasos o muros laterales o tendidos en guías pasacables en espacios ocultos. Las terminaciones o empalmes de cables deben hacerse en accesorios listados, cajas, envolventes, dispositivos de alarma de incendio o equipos de utilización. Donde estén expuestos, los cables deben estar sostenidos adecuadamente e instalados de modo que cuenten con la máxima protección contra daños físicos mediante los elementos de la construcción del edificio, tales como zócalos, marcos de puertas, cornisas, etc. Donde estén ubicados dentro de 2.1 m (7 pies) del piso, los cables deben estar fijados de manera segura de una manera aprobada a intervalos no mayores de 450 mm (18 pulgadas).

(2) A través de pisos o muros. Los cables se deben instalar en canalizaciones metálicas o Conduit rígido no metálico, cuando pasen a través de un piso o de una pared hasta una altura de 2.1 m (7 pies) sobre el piso, a menos que estén adecuadamente protegidos por los elementos del edificio como se detalla en la sección 760.53(A)(1) o a menos que se suministre un medio de resguardo sólido equivalente.

(3) En fosos de ascensores. Donde estén en fosos de ascensores, los cables se deben instalar en conductos metálicos rígidos, en conductos no metálicos rígidos, en conductos metálicos intermedios, en conductos no metálicos flexibles herméticos a los líquidos o tuberías metálicas eléctricas. (National Fire Protection Association, 2014, pp. 673-676)

Normativa NFPA 72 Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización

Origen y desarrollo del código NFPA 72

Toda normativa tiene un origen a causa de un problema o una necesidad, por lo que se crea esta normativa que habla de las normas a seguir para la correcta y adecuada instalación de todo lo que son los sistemas de detección de incendios y sus componentes.

Según Nicholson (2008) La edición 1993 del código NFPA 72 fue una consolidación de la edición 1989 de la norma NFPA 71, instalación, mantenimiento y uso de los sistemas de señalización para el servicio de la estación central; la edición 1990 del NFPA 72, Instalación, Mantenimiento y Uso de los Sistemas de Señalización para Protección; la edición 1990 del NFPA 72E, Detectores de Incendio Automáticos; la edición 1989 de la NFPA 72G, Guía para la instalación, mantenimiento y uso de los aparatos de notificación para los sistemas de señalización para protección; la edición 1988 de NFPA 72H, Guía para los procedimientos de prueba para la estación local, auxiliar, remota y los sistemas de señalización para la protección propietaria; y la edición 1989 de NFPA 74, instalación, mantenimiento y uso de los equipos de advertencia de incendios para viviendas. Muchos de los requerimientos de estas normas fueron idénticos o muy similares. Las recomendaciones extraídas de las guías (NFPA 72G y NFPA 72H) se convirtieron en requisitos obligatorios.

Cambios anteriores

La edición 1996 del código NFPA 72 incorporó varios cambios de naturaleza técnica. Estos cambios se relacionaron con temas tales como la ley “Americans with Disabilities Act” (Ley de Estadounidenses con Discapacidades), pruebas de software, modelos de incendio y comunicaciones. La edición 1999 representó un cambio importante en el contenido del Código y su organización. Se reorganizaron los capítulos para facilitar su uso por parte de los usuarios y brindar una estructura lógica. Se agregó un nuevo capítulo sobre reporte público de incendios y se realizaron muchas revisiones técnicas.

Según indica Nicholson (2008), también se actualizó el Anexo B (anteriormente Apéndice B) para facilitar su uso, se eliminaron varios términos inaplicables y se reorganizó el

Capítulo 3 para facilitar un enfoque más lógico. La edición 2002 reflejó una amplia revisión editorial del Código para cumplir con la edición más reciente del Manual de Estilo para los Documentos del Comité Técnico de la NFPA. Estas revisiones incluyeron el agregado de tres capítulos administrativos al comienzo del Código: “Administración”, “Publicaciones de referencia”, y “Definiciones”. Los capítulos administrativos anteceden ocho capítulos técnicos en la misma secuencia que en la edición 1999. Otras revisiones editoriales incluyeron una división de párrafos con requisitos múltiples en párrafos individuales numerados para cada requisito, una reducción del uso de excepciones, el uso de encabezados apropiados para las secciones y subdivisiones de las mismas, y una reorganización para limitar la numeración de los párrafos a seis dígitos.

Reitera Nicholson (2008) que la edición 2002 también contó con una serie de revisiones técnicas a lo largo del Código. Estas incluyeron una revisión importante de los requisitos de los suministros de energía; nuevos requisitos para los daños de los sistemas de alarma de incendios; requisitos adicionales sobre la revisión y aprobación de los diseños de los sistemas de detección basados en el desempeño; la revisión de las reglamentaciones para la supervivencia de los sistemas a los ataques de incendios; la implementación de normas para un enfoque alternativo de señalización audible; el agregado de requisitos en relación a los diseños basados en el desempeño, para la señalización visible; la reubicación de los requisitos de mantenimiento y prueba para los sistemas de alarma de incendios en las viviendas, así como para los sistemas de alarma de estación múltiple y estación única en el capítulo de mantenimiento y prueba; y revisiones para reestablecer las reglamentaciones ya estipuladas para los equipos de advertencia de incendios para viviendas, de la edición 1996 del Código. Se han traducido las ediciones anteriores de este documento a otros idiomas además del inglés, incluyendo el español.

De acuerdo a lo analizado anteriormente e importante mencionar que la NFPA 72 fue adoptada por bomberos de Costa Rica en el año 2005; se procede a la citación de varias normas a tomar en cuenta que serán de utilidad para el diseño del sistema de detección de incendios de la institución.

1.1 Alcance.

1.1.1 NFPA 72 abarca la aplicación, instalación, ubicación, desempeño, inspección, prueba y mantenimiento de los sistemas de alarmas de incendio, sistemas de alarma de estación de supervisión, sistemas públicos de notificación de alarmas de emergencia, equipos de advertencia de incendio y sistemas de comunicaciones de emergencia (ECS) y sus componentes.

1.2 Propósito.

1.2.1 El propósito de este Código es el de definir los medios para activar señales, transmitir las, notificarlas y anunciarlas; los niveles de desempeño; y la confiabilidad de los diversos tipos de sistemas de alarmas de incendio, sistemas de alarma de estaciones de supervisión, sistemas públicos de notificación de alarmas de emergencia, equipos de advertencia de incendio, sistemas de comunicaciones de emergencia y sus componentes.

1.2.2 Este Código define las características asociadas a dichos sistemas y también provee la información necesaria para modificar o modernizar un sistema existente con el fin de cumplir con los requerimientos de una clasificación de un sistema específico.

1.2.3 Este Código establece niveles mínimos requeridos de desempeño, grado de redundancia, y calidad de la instalación. Sin embargo, no establece los métodos únicos mediante los cuales se deben alcanzar los requerimientos anteriormente mencionados. (National Fire Protection Association, 2013, p. 16)

Fundamentos

10.2 Propósito. El propósito de los sistemas de alarmas de incendio y de señalización debe ser principalmente el de proveer notificación de condiciones de alarma, de supervisión y problemáticas; alertar a los ocupantes; solicitar ayuda y controlar las funciones de control de emergencias.

10.5 Calificaciones del personal.

10.5.1 Diseñador del sistema.

10.5.1.1 Los planos y especificaciones de los sistemas de alarmas de incendio y de los sistemas de comunicaciones de emergencia deben ser desarrollados de acuerdo con lo establecido en este Código, por personas experimentadas en el adecuado diseño, aplicación, instalación y prueba de los sistemas.

10.5.3.3 Personal de mantenimiento y reparación. El personal de mantenimiento y reparación debe estar calificado para el mantenimiento y la reparación de los sistemas mencionados dentro del alcance del presente Código. El personal calificado debe incluir, aunque no de manera limitada, uno o más de los siguientes:

(1) * Personal capacitado en fábrica y certificado para el tipo específico y marca del sistema al que se le efectúa el servicio

(2) * Personal certificado por una organización de certificación reconocida a nivel nacional, aceptable para la autoridad competente

(3) * Personal, ya sea individualmente o a través de su afiliación comuna organización que esté registrada, licenciada o certificada por una autoridad estatal o local para llevar a cabo el servicio en los sistemas contemplados dentro del alcance del presente Código

(4) Personal empleado y calificado por una organización listada por un laboratorio de pruebas reconocido a nivel nacional para el servicio de los sistemas que estén dentro del alcance del presente Código

10.6.3 Fuentes del suministro de energía.

10.6.3.1 La energía debe suministrarse conforme a lo establecido en el punto 10.6.3.2 o en el punto 10.6.4.

10.6.3.2 Excepto cuando la configuración se hiciera conforme a lo establecido en el punto 10.6.4, deben proveerse al menos dos suministros de energías independientes y confiables, uno primario y uno secundario.

10.6.3.3 Cada suministro de energía debe tener la capacidad adecuada para la aplicación.

10.6.3.4 El monitoreo de la integridad de los suministros de energía debe hacerse conforme a lo establecido en el punto 10.5.9.6.

10.6.5 Fuente primaria de alimentación.

10.6.5.1 Circuito ramal. El circuito ramal que abastece al/los equipo/s de alarmas de incendio o al/los sistemas/s de comunicaciones de emergencia no debe suministrar otras cargas y debe ser abastecido por uno de los siguientes:

(1) Energía y luz comercial.

(2) Un generador accionado por un motor o su equivalente de acuerdo con 10.5.10.2, en donde una persona entrenada específicamente para su operación esté en servicio a toda hora.

(3) Un generador accionado por un motor o su equivalente dispuesto para generar junto con luz y energía comercial según 10.5.10.2, en donde una persona entrenada específicamente para su operación esté en servicio a toda hora.

10.6.7.1 Funcionamiento con energía secundaria.

10.6.7.1.1 El funcionamiento con energía secundaria no debe afectar el desempeño requerido de un sistema o de las instalaciones de la estación de supervisión, incluidas las indicaciones y señales de alarma, de supervisión y de falla.

10.6.7.2 Capacidad.

10.6.7.2.1 El suministro de energía secundaria debe tener una capacidad suficiente como para que el sistema funcione con una carga quiescente (sistema que funciona en una condición de no alarma) por un mínimo de 24 horas y, al final de tal período, debe tener la capacidad de hacer funcionar todos los aparatos de notificación de alarma que se utilicen para la evacuación o de dirigir la ayuda hacia el lugar de una emergencia por 5 minutos, excepto cuando se permita o requiera lo en los siguientes ítems:

(1) Los cálculos de baterías deben incluir un margen de seguridad del 20 por ciento de la capacidad nominal en amperios-horas calculada.

(3) La capacidad del suministro de energía secundaria para las instalaciones y equipos de la estación de supervisión debe poder dar soporte a las operaciones por un mínimo de 24 horas.

10.6.10.6 Monitoreo de la integridad del cargador de baterías.

10.6.10.6.1 Deben proveerse medios para monitorear la integridad apropiada para las baterías y el cargador empleado, a fin de detectar una falla en el cargador de baterías.

10.6.10.6.2 La falla en el cargador de baterías debe derivar en la activación de una señal de falla conforme a lo establecido en la Sección 10.15.

10.15 Señales de falla.

10.15.1 Las señales de falla y la restauración a su estado normal deben indicarse dentro de los 200 segundos en las ubicaciones identificadas en 10.15.7 o 10.15.8.

10.15.7 Las señales visibles y audibles de falla, y la indicación visible de su restauración a normal se indicará en las siguientes ubicaciones:

(1) Unidad de control de alarma de incendios (panel) para sistemas de alarma de instalaciones protegidas.

(2) Sistemas de comunicaciones de emergencia de incendios por voz/ alarma para el centro de comando de incendio en la edificación.

(3) Sitio de la estación central o remota para sistemas instalados de acuerdo con lo dispuesto en el Capítulo 26

10.15.8 Las señales de falla, y su restauración a normal deben ser indicadas de modo visible y audible en la estación de supervisión de propiedad para los sistemas instalados de acuerdo con lo dispuesto en el Capítulo 26. (National Fire Protection Association, 2013, pp. 69-78)

Circuitos y vías

12.1 Aplicación.

12.1.1 Las vías (interconexiones) deben ser designadas en función de las características de desempeño definidas en este capítulo.

12.1.2 Deben aplicarse los requisitos del Capítulo 14.

12.2 Generalidades.

12.2.1 Las características de desempeño y supervivencia de las vías (interconexiones) de señalización deben cumplir con las designaciones definidas de este capítulo.

12.3 Designaciones de las clases de vías. Las vías deben ser designadas como de Clase A, Clase B, Clase C, Clase D, Clase E o Clase X, según su desempeño.

12.3.1 Clase A. Una vía debe ser designada como de Clase A cuando su desempeño sea el siguiente:

(1) Incluya una vía redundante.

(2) La capacidad operativa continúe pasada una única apertura, y la única falla de apertura debe derivar en el aviso de una señal de falla.

(3) Las condiciones que afectan el funcionamiento previsto de la vía se anuncian como una señal de falla.

(4) La capacidad operativa se mantiene durante la aplicación de una única falla a tierra.

(5) Una condición de puesta tierra única debe derivar en el aviso de una señal de falla.

Excepción: Los requisitos del punto 12.3.1(4) y (5) no deben aplicarse a vías no conductoras (como inalámbricas o de fibra).

12.3.2 Clase B. Una vía debe ser designada como de Clase B cuando su desempeño sea el siguiente:

(1) No incluya una vía redundante.

(2) La capacidad operativa se detiene en una apertura única.

(3) Las condiciones que afectan el funcionamiento previsto de la vía se anuncian como una señal de falla.

(4) La capacidad operativa se mantiene durante la aplicación de una única falla a tierra.

(5) Una condición de puesta tierra única debe derivar en el aviso de una señal de falla.

Excepción: Los requisitos del punto 12.3.2(4) y (5) no deben aplicarse a vías no conductoras (como inalámbricas o de fibra). (National Fire Protection Association, 2013, p. 82)

Inspección, prueba y mantenimiento

14.1 Aplicación.

14.1.1 La inspección, prueba y mantenimiento de los sistemas, de sus dispositivos iniciadores y de los aparatos de notificación deben cumplir con los requisitos de este capítulo.

14.2 Generalidades.

14.2.1 Propósito.

14.2.1.1 El **propósito** de las inspecciones iniciales y de reaceptación es garantizar que se cumpla con los documentos del diseño aprobados y garantizar que la instalación se efectúe conforme a lo establecido en el presente Código y en otras normas de instalación requeridas.

14.2.1.2 El propósito de las pruebas iniciales y de reaceptación de los sistemas de alarmas de incendio y de señalización es garantizar que el sistema funcione de acuerdo con lo establecido en los documentos del diseño.

14.2.1.3 El propósito de las inspecciones periódicas es garantizar que los cambios o daños manifiestos que podrían afectar la operabilidad del sistema sean visualmente identificados.

14.2.2 Desempeño.

14.2.2.1 Verificación del desempeño. A fin de garantizar la integridad operacional, el sistema debe contar con un programa de inspección, prueba y mantenimiento.

14.2.3 Responsabilidades.

14.2.3.1 El propietario de la propiedad o edificio o sistema, o su representante designado, debe ser responsable de la inspección, prueba y mantenimiento del sistema y de las alteraciones o agregados que a este se le hicieran.

14.2.5 Documentación del sistema. Con anterioridad al mantenimiento o prueba del sistema, el registro de finalización y toda la información requerida en el Capítulo 7 sobre el sistema y sus alteraciones, incluidas las especificaciones, diagramas del cableado y planos de plantas, deben ser suministrados por el propietario o su representante designado al personal que efectúa el servicio, al ser solicitados.

14.2.10 Plan de pruebas.

14.2.10.1 Debe redactarse un plan de pruebas, con el fin de establecer claramente el alcance de las pruebas del sistema de alarma de incendio o de señalización.

14.2.10.2 El plan de pruebas y los resultados deben ser documentados, junto con los registros de las pruebas.

14.3 Inspección.

14.4 Pruebas.

14.4.1 Pruebas de aceptación inicial.

14.4.2 Pruebas de reaceptación.

14.4.3 Métodos de prueba.

14.4.4 Frecuencia de las pruebas. Excepto cuando en otras secciones del presente Código se permitiera lo contrario, las pruebas deben llevarse a cabo de acuerdo con la programación especificada en la Tabla 14.4.3.2 o con una frecuencia mayor si fuera requerido por la autoridad competente.

14.5 Mantenimiento.

14.5.1 Los equipos del sistema deben ser mantenidos de acuerdo con las instrucciones publicadas del fabricante.

14.5.2 La frecuencia de mantenimiento de los equipos del sistema debe depender del tipo de equipo y de las condiciones locales del ambiente.

14.5.3 La frecuencia de limpieza de los equipos del sistema debe depender del tipo de equipo y de las condiciones locales del ambiente.(National Fire Protection Association, 2013, pp. 84-109)

Dispositivos de inicio

17.1 Aplicación.

17.1.1 El desempeño, selección, uso y ubicación de dispositivos iniciadores automáticos o manuales, incluidos, aunque no de manera limitada, dispositivos de detección de incendios, dispositivos que detectan el funcionamiento de los sistemas de supresión y extinción de incendios, sensores de flujo de agua, interruptores de presión, estaciones manuales de alarma de incendio y otros dispositivos iniciadores de señal de supervisión (entre ellos la notificación de la ronda de vigilancia), que se utilicen para garantizar una alerta emitida en el debido tiempo a los fines de la seguridad humana y la protección de un edificio, un espacio, una estructura, un área o un objeto, deben cumplir con los requisitos mínimos establecidos en este capítulo.

17.1.2 El presente capítulo establece los criterios de instalación mínimos para dispositivos iniciadores requeridos en otras leyes, códigos, normas o sección de este documento aplicables. Este capítulo no requiere, en sí mismo, la instalación de dispositivos iniciadores.

17.2 Propósito. Los dispositivos manuales y automáticos de inicio deben contribuir con la seguridad humana, la protección contra incendios y la conservación de la propiedad mediante el suministro de un medio confiable para señalar otro equipo dispuesto para monitorear los dispositivos iniciadores en respuesta a esas señales.

17.4 Requisitos generales.

17.4.1 Los requisitos de los puntos 17.4.2 a 17.4.9 deben aplicarse a todos los dispositivos iniciadores.

17.4.2 Un dispositivo de inicio debe estar protegido cuando esté propenso a daños mecánicos. Una guarda mecánica utilizada para proteger un detector de humo, calor o energía radiante debe estar listada para su uso con el detector.

17.5 Requerimientos para los detectores de humo y de calor.

17.5.1 Montaje embutido. Los detectores no deben incrustarse en la superficie de montaje salvo que hayan sido probados o certificados para montaje embutido.

17.5.2 Tabiques. Cuando los tabiques se extiendan hasta dentro del 15 por ciento de la altura del cielorraso, los espacios separados por los tabiques deben considerarse como habitaciones separadas.

17.6 Detectores de incendios sensores de calor.

17.6.1 General.

17.6.1.1 La documentación del diseño de la detección del calor debe establecer el objetivo de desempeño requerido del sistema.

17.6.2 Temperatura

17.6.2.2.1 Codificación por color.

17.6.2.2.1.1 Los detectores de incendio sensores de calor de tipo puntual de temperatura fija o de tasa compensada deben estar marcados con un código de color, de acuerdo con lo especificado en la Tabla 17.6.2.1.

Tabla 17.6.2.1 Clasificación de temperatura y codificación por color para detectores de incendio sensores de calor

Clasificación de temperatura	Rango de temperatura nominal		Máxima temperatura de cielorraso		codificación por color
	°F	°C	°F	°C	
Baja*	100–134	39–57	80	28	Sin color
Normal	135–174	58–79	115	47	Sin color
Intermedia	175–249	80–121	155	69	Blanco
Elevada	250–324	122–162	230	111	Azul
Muy elevada	325–399	163–204	305	152	Rojo
Extra elevada	400–499	205–259	380	194	Verde
Ultra elevada	500–575	260–302	480	249	Naranja

*Solo para la instalación en áreas con ambientes controlados. Las unidades deben estar marcadas para indicar la máxima temperatura ambiental de instalación.

Tabla 6. Clasificación de temperatura

Fuente: (National Fire Protection Association, Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización, 2013)

17.6.3 Ubicación y espaciamiento.

17.6.3.1 Cielorraso liso.

17.6.3.1.1 Espaciamiento. Se debe aplicar uno de los siguientes requisitos:

(1) La distancia entre los detectores no debe exceder su espaciamiento listado, y deben existir detectores dentro de una distancia igual a un medio del espaciamiento listado, medida en ángulos rectos, a partir de todos los muros o tabiques que se extiendan hacia arriba hasta dentro del 15 por ciento superior de la altura del cielorraso.

(2) Todos los puntos del cielorraso deben tener un detector dentro de una distancia igual a o menos de 0.7 veces al espaciamiento certificado (0.7S).

17.6.3.1.3 Ubicación.

17.6.3.1.3.1 Salvo modificaciones en contrario en los puntos 17.6.3.2.2, 17.6.3.3.2 o 17.6.3.7, los detectores de incendio sensores de calor, de tipo puntual deben ser ubicados sobre el cielorraso, a no menos de 4 pulgadas (100 mm) desde el muro lateral o sobre los muros laterales a entre 4. y 12 pulgadas (100 mm y 300 mm) desde el cielorraso.

17.6.3.1.3.2 Salvo modificaciones en contrario en los puntos 17.6.3.2.2, 17.6.3.3.2 o 17.6.3.7, los detectores de calor de tipo lineal deben ser ubicados sobre el cielorraso o sobre los muros laterales a no más de 20 pulgadas (510 mm) desde el cielorraso.

17.7 Detectores de incendios sensores de humo.

17.7.1 General.

17.7.1.8 Los detectores de humo no deben instalarse si cualquiera de las siguientes condiciones existiese, salvo que estuviesen específicamente diseñados y certificados para estas condiciones esperadas:

- (1) Temperaturas por debajo de los 32°F (0° C)
- (2) Temperaturas por encima de los 100°F (38° C)
- (3) Humedad relativa por encima del 93 por ciento
- (4) Velocidad del aire superior al 300 pie/min. (1.5 m/seg.)

17.7.1.9 La ubicación de los detectores de humo debe basarse en la evaluación de las fuentes ambientales potenciales del humo, humedad, polvo o gases e influencias eléctricas o mecánicas para minimizar las alarmas de falla.

17.7.3 Ubicación y espaciamiento.

17.7.3.1 General.

17.7.3.1.1 La ubicación y espaciamiento de los detectores de humo deben basarse en los flujos de humo anticipados ocasionados por la columna de humo o chorro de alta presión producidos por el incendio anticipado al igual que en cualquier flujo de aire ambiental preexistente que pudiese existir en un compartimiento protegido.

17.7.3.1.2 El diseño debe dar cuenta de la contribución de los siguientes factores para predecir la respuesta del detector con respecto a incendios anticipados a los cuales el sistema tiene intenciones de responder:

- (1) Forma y superficie del cielorraso
- (2) Altura del cielorraso
- (3) Configuración de los contenidos del área protegida
- (4) Características de combustión y razón de equivalencia probable de los incendios anticipados que involucran las cargas de combustible dentro del área protegida
- (5) Compartimiento de la ventilación
- (6) Temperatura ambiente, presión, altitud, humedad y atmósfera

17.7.3.2 Detectores de humo de tipo puntual.

17.7.3.2.1 Los detectores de humo de tipo puntual deben ser ubicados sobre el cielorraso o, si se los colocara sobre un muro lateral, entre el cielorraso y a 12 pulgadas (300 mm) en dirección descendente desde el cielorraso hasta la parte superior del detector.

17.7.3.2.3.1 Ante la ausencia de criterios específicos de diseño basados en el desempeño, debe aplicarse uno de los siguientes requisitos:

(1) La distancia entre detectores de humo no debe exceder un espaciamiento nominal de 30 pies (9.1 m) y debe haber detectores dentro de una distancia de la mitad del espacio nominal, medidas en los ángulos rectos de todos los muros o tabiques que se extiendan hacia arriba hasta dentro del 15 por ciento de la parte superior de la altura del cielorraso.

(2) *Todos los puntos sobre el cielorraso deben tener un detector dentro de una distancia equivalente a o menor de 0.7 veces el espaciamiento (0.7S) de 30 pies (9.1 m) nominal.

17.7.3.2.3.2 En todos los casos, se deben seguir las instrucciones publicadas del fabricante.

17.7.3.5 Pisos elevados y cielorrasos suspendidos. Los espacios debajo de pisos elevados y por encima de cielorrasos suspendidos deben ser tratados como salas separadas a los fines del espaciamiento de detectores de humo. Los detectores instalados debajo de pisos elevados o por encima de cielorrasos suspendidos, o ambos, incluidos los pisos elevados y cielorrasos suspendidos utilizados para el aire ambiental, no deben utilizarse en lugar de proveer detección dentro de la sala.

17.7.3.5.2 Para cielorrasos suspendidos, debe aplicarse lo siguiente:

(1) El espaciamiento de los detectores encima de cielorrasos suspendidos debe cumplir con los requisitos del punto 17.7.3 para configuración de cielorrasos.

(2) Cuando los detectores se instalen en cielorrasos utilizados para el aire ambiental, el espaciamiento de los detectores debe también cumplir con lo establecido en los puntos 17.7.4.1 y 17.7.4.2.

17.7.3.7 Detectores de humo de tipo haz proyectado.

17.7.3.7.1 Los detectores de humo de tipo haz proyectado deben estar ubicados prestando conformidad con las instrucciones publicadas del fabricante.

17.7.3.7.5 Un detector de humo de tipo haz proyectado debe considerarse equivalente a una fila de detectores de humo de tipo puntual para aplicaciones de cielorrasos a nivel y con pendientes.

17.7.3.7.6 Los detectores de tipo de haz proyectado y los espejos deben montarse en superficies estables para evitar una operación falsa o errática causada por un movimiento.

17.7.3.7.8 La trayectoria de luz de los detectores de tipo haz proyectado deben mantenerse libre de obstáculos opacos en todo momento.

Tabla 17.7.6.3.3.2 Espaciamiento de los detectores de humo según el movimiento del aire (no para aplicarse a espacios debajo de pisos ni encima de cielorrasos)

Minutos por cambio de aire	Cambios de aire por hora	Espaciamiento por detector	
		m ²	pies ²
1	60	125	12
2	30	250	23
3	20	375	35
4	15	500	46
5	12	625	58
6	10	750	70
7	8.6	875	81
8	7.5	900	84
9	6.7	900	84
10	6	900	84

Tabla 7. Espaciamiento de los detectores de humo según movimiento del aire

Fuente: (National Fire Protection Association, Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización, 2013)

17.7.6.3.3.3 Los detectores de humo de muestreo de aire o haz proyectado deben instalarse de acuerdo con las instrucciones publicadas del fabricante.

17.9.4 Detectores con múltiples sensores.

17.9.4.1 Un detector con múltiples sensores debe listarse para cada sensor.

17.9.4.2 Debido a la solución accionada por software, específica del dispositivo de los detectores con múltiples sensores para reducir alarmas no deseadas y mejorar la respuesta del detector ante una fuente de incendios no específica, se debe cumplir con los criterios de ubicación y espaciamiento incluidos con las instrucciones de instalación del detector.

17.10 Detección de gas.

17.10.2 Características del gas y selección del detector.

17.10.2.4 La selección y colocación de los detectores de gas deben basarse en una evaluación fundamentada en los criterios de la ingeniería.

17.11 Otros detectores de incendios.

17.11.5 El espaciamiento y ubicación de los detectores deben prestar conformidad con 17.11.5.1 a 17.11.5.3.

17.11.5.1 La ubicación y espaciamiento de los detectores deben basarse en el principio de funcionamiento y en una encuesta basada en los criterios de la ingeniería de las condiciones anticipadas de servicio.

17.11.5.2 Los detectores no deben espaciarse más allá de sus valores máximos listados o aprobados.

17.11.5.3 La ubicación y sensibilidad de los detectores deben basarse en una evaluación documentada y fundamentada en los criterios de la ingeniería documentada que incluya las instrucciones de instalación del fabricante y lo siguiente:

- (1) Características estructurales, tamaño y forma de las habitaciones y vanos
- (2) Ocupación y usos del área
- (3) Altura del cielorraso
- (4) Forma, superficie y obstrucciones del cielorraso
- (5) Ventilación
- (6) Condiciones ambientales
- (7) Características de combustión de los materiales combustibles presentes

(8) Configuración de los contenidos en el área a proteger

17.14 Dispositivos de inicio de alarma accionadas manualmente.

17.14.1 Deben permitirse dispositivos iniciadores de alarma accionados manualmente para el inicio de señales que no sean de alarma de incendio si los dispositivos se distinguen de las estaciones manuales de alarma de incendio por medio de un color que no sea rojo y por el etiquetado.

17.14.3 Los dispositivos iniciadores de alarma accionados manualmente deben estar montados de manera segura.

17.14.5 La parte operativa de un dispositivo iniciador de alarma accionado manualmente no debe ser menor de 42 pulgadas (1.07 m) ni mayor de 48 pulgadas (1.22 m) desde el piso terminado.

17.14.6 Debe permitirse que los dispositivos iniciadores de alarma accionados manualmente sean de acción única o de acción doble.

17.14.8.4 Las estaciones manuales de alarma de incendio deben estar ubicadas dentro de los 5 pies (1.5 m) de cada vano de puerta de salida de cada uno de los pisos.

17.14.8.5 Las estaciones manuales de alarma de incendio deben ser provistas de modo que la distancia de recorrido hasta la estación manual de alarma de incendio más cercana no exceda de 200 pies (61 m), medida horizontalmente en el mismo piso. (National Fire Protection Association, 2013, pp. 105-118)

Aparatos de notificación

18.1 Aplicación.

18.1.3 El desempeño, ubicación y montaje de los aparatos de notificación utilizados para iniciar o dirigir la evacuación o reubicación de los ocupantes, o para suministrar información a estos o al personal, deben cumplir con el presente capítulo.

18.2 Propósito. Los aparatos de notificación deben proveer los estímulos para iniciar las acciones de emergencia y suministrar información a usuarios, personal de respuesta a emergencias y ocupantes.

18.3.5 Montaje.

18.3.5.1 Los aparatos deben estar sostenidos independientemente de su fijación a los conductores del circuito.

18.3.5.2 Los aparatos deben montarse de acuerdo con las instrucciones publicadas del fabricante.

18.3.6 Conexiones. Se deben proveer terminales, cables o comunicaciones direccionables que permitan el monitoreo de la integridad de las conexiones del aparato de notificación

18.4 Características audibles.

18.4.1 Requisitos generales.

18.4.1.1 Un nivel sonoro ambiental promedio superior a 105 dBA debe requerir el uso de uno o más aparatos de notificación visibles de acuerdo con lo establecido en la Sección 18.5 cuando la aplicación sea de modo público o con lo establecido en la Sección 18.6 cuando la aplicación sea de modo privado.

18.4.3 Requisitos para señales audibles en modo público.

18.4.3.1 A fin de garantizar que las señales audibles en modo público se escuchen con claridad, excepto cuando estuviera permitido de otra manera en los puntos 18.4.3.2 a 18.4.3.5, deben tener un nivel sonoro de al menos 15 dB sobre el nivel sonoro ambiental promedio o de 5 dB sobre el nivel sonoro máximo con una duración de al menos 60 segundos, el que fuera mayor, medido a 5 pies (1.5 m) por encima del piso en el área requerida en la que el sistema va a brindar el servicio aplicando la escala de ponderación A (dBA).

18.4.8 Ubicación de los aparatos de notificación audible para un edificio o estructura.

18.4.8.1 Si las alturas de los cielorrasos lo permiten, y a menos que fuera permitido de otra manera en los puntos 18.4.8.2 a 18.4.8.5, los aparatos montados en muros deben tener sus partes superiores por encima de los pisos acabados, a alturas de no menos de 90 pulgadas (2.29 m) y debajo de los cielorrasos acabados a distancias no inferiores a 6 pulgadas (150 mm).

18.5 Características visibles — Modo público.

18.5.1 Señalización visible.

18.5.1.1 La señalización visible en modo público debe cumplir con los requisitos de la Sección 18.5 cuando se utilicen aparatos de notificación visible

18.5.2 Área de cobertura.

18.5.2.1 El diseñador del sistema de notificación visible debe documentar las salas y espacios que contarán con notificación visible y aquellos en los que no se proveerá notificación visible.

18.5.5 Ubicación de los aparatos.

18.5.5.1* Los aparatos montados en muros deben ubicarse de manera que la totalidad del lente no sea inferior a 80 pulgadas (2.03 m) ni superior a 96 pulgadas (2.44 m) por encima del piso acabado o a la altura de montaje especificado aplicando la alternativa basada en el desempeño descrita en el punto 18.5.5.6.

18.5.5.2 Cuando las bajas alturas de los cielorrasos no permitan el montaje del muro a un mínimo de 80 pulgadas (2.03 m), los aparatos visibles montados al muro deben ser montados dentro de 6 pulgadas (150 mm) del cielorraso. El tamaño de la sala cubierta por una luz estroboscópica de un determinado valor debe reducirse el doble de la diferencia entre la altura de montaje mínima de 80 pulgadas (2.03 m) y la altura de montaje más baja real.

18.5.5.4 Espaciamento en salas.

18.5.5.4.1 El espaciamento debe cumplir con lo especificado en la Tabla 18.5.5.4.1(a) y en la Figura 18.5.5.4.1 o en la Tabla 8.5.5.4.1(b).

Tabla 18.5.5.4.1(a) Espaciamiento en salas para aparatos de notificación visible montados sobre muros

Tamaño máximo de la sala		Salida lumínica mínima requerida [intensidad efectiva (en CD)]	
		Una luz por sala	Cuatro luces por sala (una luz por muro)
En pies	En m		
20 × 20	6.10 × 6.10	15	NA
28 × 28	8.53 × 8.53	30	NA
30 × 30	9.14 × 9.14	34	NA
40 × 40	12.2 × 12.2	60	15
45 × 45	13.7 × 13.7	75	19
50 × 50	15.2 × 15.2	94	30
54 × 54	16.5 × 16.5	110	30
55 × 55	16.8 × 16.8	115	30
60 × 60	18.3 × 18.3	135	30
63 × 63	19.2 × 19.2	150	37
68 × 68	20.7 × 20.7	177	43
70 × 70	21.3 × 21.3	184	60
80 × 80	24.4 × 24.4	240	60
90 × 90	27.4 × 27.4	304	95
100 × 100	30.5 × 30.5	375	95
110 × 110	33.5 × 33.5	455	135
120 × 120	36.6 × 36.6	540	135
130 × 130	39.6 × 39.6	635	185

NA: No aceptable

Tabla 8. Espaciamiento en salas para aparatos de notificación visible montaje en muros

Fuente: (National Fire Protection Association, Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización, 2013)

Tabla 18.5.5.4.1(b) Espaciamiento en salas para aparatos visibles montados sobre cielorrasos

Tamaño máximo de la sala		Altura máxima del lente*		Salida lumínica mínima requerida (intensidad efectiva); una luz (cd)
En pies	En m	En pies	En m	
20 × 20	6.1 × 6.1	10	3.0	15
30 × 30	9.1 × 9.1	10	3.0	30
40 × 40	12.2 × 12.2	10	3.0	60
44 × 44	13.4 × 13.4	10	3.0	75
20 × 20	6.1 × 6.1	20	6.1	30
30 × 30	9.1 × 9.1	20	6.1	45
44 × 44	13.4 × 13.4	20	6.1	75
46 × 46	14.0 × 14.0	20	6.1	80
20 × 20	6.1 × 6.1	30	9.1	55
30 × 30	9.1 × 9.1	30	9.1	75
50 × 50	15.2 × 15.2	30	9.1	95
53 × 53	16.2 × 16.2	30	9.1	110
55 × 55	16.8 × 16.8	30	9.1	115
59 × 59	18.0 × 18.0	30	9.1	135
63 × 63	19.2 × 19.2	30	9.1	150
68 × 68	20.7 × 20.7	30	9.1	177
70 × 70	21.3 × 21.3	30	9.1	185

*Esto no excluye montar lentes a alturas más bajas.

Tabla 9. Espaciamiento en salas para aparatos de notificación visible montaje en cielorrasos

Fuente: (National Fire Protection Association, Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización, 2013)

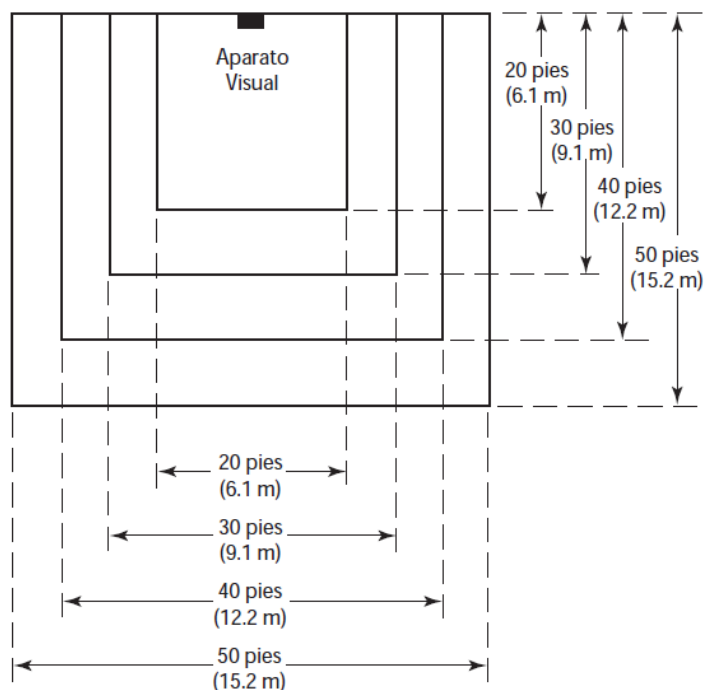


FIGURA 18.5.5.4.1 Espaciamiento en salas para aparatos visuales montados en muros.

Figura 21. Espaciamiento en salas para aparatos de notificación visible montaje en muros

Fuente: (National Fire Protection Association, 2013)

18.5.5.5 Espaciamiento en corredores

18.5.5.5.1 La instalación de aparatos de notificación visible en corredores de 20 pies (6.1 m) o menos de ancho debe cumplir con los requisitos del punto 18.5.5.4 o del punto 18.5.5.5.

18.5.5.5.2 El párrafo 18.5.5.5 debe aplicarse a corredores que no excedan de 20 pies (6.1 m) de ancho.

18.5.5.5.3 Para una aplicación en corredores, los aparatos visuales deben estar certificados para no menos de 15 cd.

18.5.5.5.4 Los corredores de más de 20 pies (6.1 m) de ancho deben cumplir con los requisitos de espaciamiento para salas, conforme a lo establecido en el punto 18.5.5.4.

18.5.5.5.5 Los aparatos de notificación visible deben ser ubicados a no más de 15 pies (4.57 m) del extremo del corredor, con una separación no superior a 100 pies (30.5 m) entre los aparatos. (National Fire Protection Association, 2013, pp. 119-124)

Interfaces de la función de control de emergencias

21.3 Rellamado de ascensores para el servicio de bomberos.

21.3.1 Todos los dispositivos iniciadores que se utilicen para activar el rellamado para el servicio de bomberos deben ser conectados al sistema de alarmas de incendio del edificio.

21.3.2 En instalaciones que no cuenten con un sistema de alarmas de incendio, los dispositivos iniciadores que se utilicen para activar el rellamado para el servicio de bomberos deben ser conectados a una unidad de control de alarmas de incendio de función específica que debe ser designada como “unidad de control de rellamado de ascensores y unidad de control de supervisión”, permanentemente identificada en la unidad de control de alarmas de incendio de función específica y en los planos de registro.

21.3.14* Se deben proveer salidas separadas desde los sistemas de alarmas de incendio hasta el/los controlador/es de los ascensores para implementar la Operación de rellamado de emergencia de Fase I del ascensor, de acuerdo con lo establecido en la Sección 2.27 de ANSI/ ASME A.17.1/CSA B44, Código de Seguridad para Ascensores y Escaleras Mecánicas, según lo requerido en los puntos 21.3.14.1 a 21.3.14.3.

21.3.14.1 Rellamado al nivel designado. Para cada ascensor o grupo de ascensores, se debe proveer una terminal de salida a fin de señalar el rellamado del ascensor al nivel designado en respuesta a lo siguiente:

(1) Activación de los detectores de humo u otros dispositivos automáticos de detección de incendios, según lo permitido en el punto 21.3.9, ubicados en cualquiera de los vestíbulos del ascensor utilizado por el/los ascensores/es, que no sea el vestíbulo que se encuentra en el nivel designado

(2) Activación de los detectores de humo u otros dispositivos automáticos de detección de incendios, según lo permitido en el punto 21.3.9, ubicados en cualquiera de las salas de máquinas del ascensor, espacios de máquinas del ascensor, espacios de control del ascensor o salas de control del ascensor que se utilicen para el/los ascensor/es, excepto cuando dichas salas o espacios estén situados en el nivel designado

(3) activación de los detectores de humo u otros dispositivos automáticos de detección de incendios, según lo permitido en el punto 21.3.9, ubicados en el foso del ascensor utilizado por el ascensor en el que los rociadores están situados en el foso, salvo cuando se especifique lo contrario en el punto 21.3.14.2(3)

21.3.14.2 Rellamado a un nivel alternativo. Para cada ascensor o grupo de ascensores, se debe proveer una terminal de salida a fin de señalar el rellamado del ascensor al nivel alternativo en respuesta a lo siguiente:

(1) activación de los detectores de humo o dispositivos automáticos de detección de incendios, según lo permitido en el punto 21.3.9, ubicados en el vestíbulo del nivel designado utilizado por el/los ascensor/es

(2) activación de los detectores de humo u otros dispositivos automáticos de detección de incendios, según lo permitido en el punto 21.3.9, ubicados en la sala de máquinas del ascensor, en el espacio de máquinas del ascensor, en el espacio de control del ascensor o en la sala de control del ascensor que se utilicen para el/los ascensor/es, si dichas salas o espacios están situados en el nivel designado

(3) * Activación de los dispositivos iniciadores identificados en el punto 21.3.14.1(3) si están instalados en o por debajo del nivel más bajo de rellamado en el foso del ascensor y el nivel alternativo está ubicado por encima del nivel designado (National Fire Protection Association, 2013, pp. 126-128)

24.4.3.11* Acceso seguro de la interfaz de los sistemas de alarmas de incendio/de notificación masiva. El acceso a y la protección física de la interfaz de los sistemas de alarmas de incendio/de notificación masiva deben ser determinados por el análisis de riesgos y según se defina en el plan de respuesta a emergencias. (National Fire Protection Association, 2013, pp 145-146)

A.24.4.3.11 Consultar el punto 24.4.3.2 para acceder a los requisitos relacionados con la operación del sistema por parte del personal autorizado. Se admite que, en función del análisis de riesgos, los circuitos y equipos de control podrían requerir diferentes niveles de protección para diferentes instalaciones. El acceso a la interfaz de notificación masiva/alarmas de incendio debería ser compatible con las acciones que se describen en el plan de respuesta a emergencia. Puede haber sido una práctica previa en algunas jurisdicciones ubicar la unidad de control de alarmas de incendio en el vestíbulo principal de las instalaciones. No obstante, podría no ser apropiado ubicar la unidad de control autónoma del sistema de notificación masiva dentro del vestíbulo si el público en general podría tener acceso para desactivar los componentes del sistema de notificación masiva. En función del análisis de riesgos, podría ser apropiado ubicar la unidad de control autónoma dentro de una sala protegida y a la vez proveer consolas de operación local para que sean utilizadas por el personal autorizado. (National Fire Protection Association, 2013, p 272)

26.5.3.1.3* Cuando fuera permitido por la autoridad competente, debe permitirse que las señales de alarma, de supervisión y de falla sean recibidas en un lugar alternativo aprobado por la autoridad competente. (National Fire Protection Association, 2013, p 162)

A.26.5.3.1.3 Una estación central listada podría considerarse un lugar alternativo aceptable para la recepción de señales de alarma de incendio, de supervisión y de falla. (National Fire Protection Association, 2013, p 283)

CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO

Enfoque de la investigación

Este proyecto se desarrolla bajo un enfoque mixto ya que se requerirá diseñar un sistema de detección de incendio tomando en cuenta las dimensiones y cálculo de baterías del sistema, también se deberá analizar y estudiar las normativas necesarias para el correcto diseño. Realizar el presupuesto del sistema diseñado para tener un monto aproximado del costo de la implementación del sistema a la institución que conlleva todos los materiales mano de hora y programación del mismo.

Método de la investigación

Para poder solventar el sistema de la institución se analizarán las respectivas normas necesarias para el diseño del sistema de detección de incendio de la institución, esto mediante evaluación de los planos suministrados por la institución. Ya finalizada la investigación y búsqueda de las normativas, se procederá al diseño del sistema con software para la elaboración del sistema en digital y toma de decisión de los materiales y dispositivos que se utilizarían en este diseño, esto con un sistema que me ayudará realizar el cálculo de baterías y alimentación de todos sus componentes.

Terminado el diseño se procederá a realización de presupuestos tanto de la parte de equipamiento del sistema junto con el mantenimiento preventivo, esto para lograr una oferta formal del diseño y así culminar el proyecto.

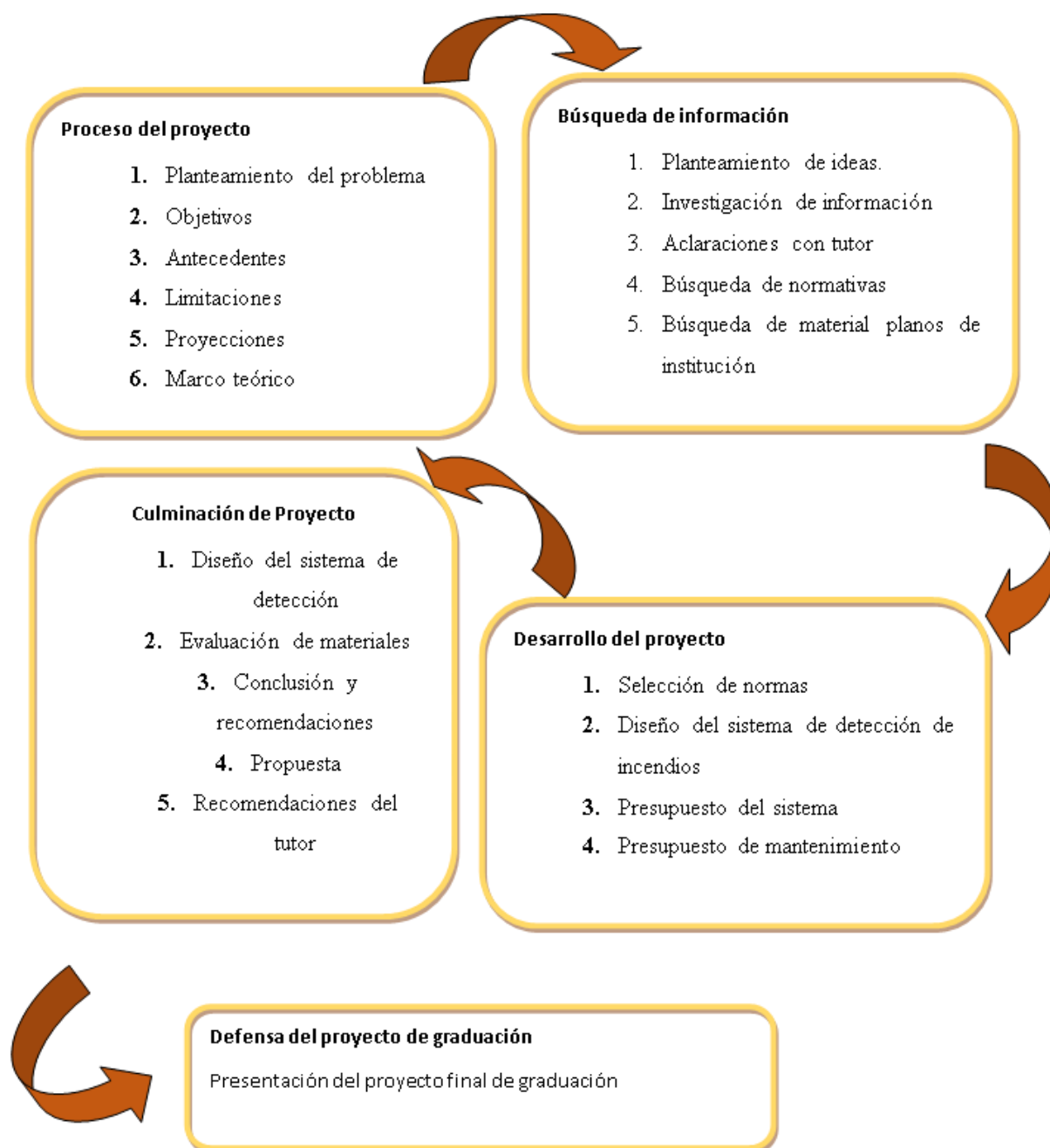


Figura 22. Diagrama de flujo

Fuente: Propia

Fuentes de información

- Normativas NFPA 101
- Normativas NFPA 70
- Normativas NFPA 72
- Fichas técnicas del equipo
- Software de diseño
- Sitios Web para información de materiales y equipos

Procesos para la recolección y análisis de datos

Para el procesamiento y Análisis de Datos se realizará la recolección de información por medio de las normativas correspondientes, análisis de planos, búsquedas en la web, entre otros. Se hará una visita a la institución para conocer el tipo de infraestructura y zonas y con ello tener la mayor recopilación de información para el diseño a realizar. Se hará el presupuesto de acuerdo a la información recopilada y al analizado.

Respecto al procedimiento metodológico, la investigación se desarrollará en cuatro etapas con las cuales se busca el cumplimiento de los objetivos propuestos en este trabajo. Las etapas son las siguientes:

Etapas I: Planteamiento del problema

Se expuso el problema, objetivos, proyecciones, limitantes y alcances del proyecto.

Etapas II: Investigación

Se hace una recopilación de qué es y cómo se forma el fuego; se da a conocer qué es y cómo funciona un sistema inteligente de detección de incendios y se investigaron las normativas necesarias para el diseño que se requerirá realizar, y a la vez este con su respectivo presupuesto.

Etapa III. Desarrollo

Se diseña el sistema de detección de incendios para la institución ya que no dispone de uno con el fin de entregar un diseño y presupuesto y cumpliendo con las normativas posibles para su implementación.

Etapa IV: Conclusión

Al finalizar todas las etapas se procedió a emitir las conclusiones del trabajo y a efectuar las correspondientes recomendaciones.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE DATOS

El objetivo principal del presente trabajo es realizar un diseño del sistema de detección de incendios para una edificación educacional universitaria que cumpla con la normativa avalada por bomberos de Costa Rica; este diseño tendrá también un plan de mantenimiento recomendado por el fabricante y de igual manera un presupuesto con el fin que la institución tenga un presupuesto estimado para la implementación del sistema de detección de incendios.

Para este capítulo se describirá de manera detallada qué es y de que se compone un sistema de detección de incendios con dispositivos inteligentes y como se llega a la decisión de los dispositivos a utilizar en cada área o aposento presente en la universidad. Para la realización del diseño se realiza un análisis y estudio de las normativas NFPA 72, 70 y 101 que cada una es un complemento de la otra; la NFPA 72 cita las normativas a cumplir para la implementación o diseño de un sistema de alarma y detección de incendio, en la NFPA 70 conocida también como NEC es el código eléctrico nacional que redacta todas las normas a seguir para el diseño e implementación de circuitos eléctricos que para fines de este diseño se basará en su apartado para los sistemas de alarma contra incendio.

Por otro lado, y no menos importante se estudia la NFPA 101 que es el código de seguridad humana que menciona el tipo de edificación en estudio y los peligros o lugares de riesgo a conocer para los edificios educacionales.

Para empezar con este análisis se detallará lo que es y cómo funcionaría un sistema de inteligente de detección de incendio, el mismo será propuesto según el diseño que se elaboró tomando en cuenta cada uno de sus componentes: panel de incendio, dispositivos de detección, dispositivos de notificación, alimentación auxiliar y dispositivos de entradas y salidas.

Panel de incendio

El panel de detección de incendios es aquel al que se le conectarán todos los dispositivos tanto de detección como de notificación; este panel se alimentará de 110 voltios corriente alterna obtenidos de un circuito independiente y dedicado solamente al sistema de detección de incendios, que a su vez deberá tener un respaldo de baterías que lo mantengan a él y a todo el sistema 24 horas en estado estándar y 10 minutos en alarma según lo indica la NFPA 72 en las secciones supra **10.6.3, 10.6.7.2 y 10.6.7.2.1** .

El panel cuenta con dos tipos de lazos para conectar sus dispositivos que uno de ellos es el lazo de detección que como lo dice la palabra será para enlazar todos los tipos de detectores requeridos para cada aposento o circunstancia, este incluye tanto detector, módulos de entradas y salidas y estaciones manuales; por otra parte, está el lazo de notificación se encargará de enlazar todos los dispositivos de notificación audio-visual como las luces estroboscópicas y luces estroboscópicas con sirena.

Los paneles de detección de incendio tienen un límite en la cantidad de dispositivos por lazo en el caso del panel propuesto tiene la capacidad de albergar en su lazo de detección 125 detectores y 125 estaciones manuales o módulos de entrada y salida, con un máximo de 6 lazos. El lazo solo se podrá cargar a un 80% de su capacidad es decir 100 detectores y detectores y 100 estaciones manuales o módulos de entrada y salida, esto como recomendación de diseño para que en caso de existir alguna extra o añadido al sistema cuente con la capacidad de integrarlo y no tener que optar por cambiar el sistema totalmente o agregar un panel adicional que esto podría tener un costo mayor.

Los dispositivos conectados en sus respectivos lazos (lazo de detección y lazo de notificación) se alimentarán con 24 voltios corriente directa ya que así es como funciona el sistema, pero hay dispositivos que son convencionales y requerirán una alimentación externa que se detallara más adelante. En este panel se podrá visualizar cada evento que suceda en el edificio siempre y cuando esté ligado al sistema de detección de incendios, los eventos que se podrán visualizar son falla o problema en las fuentes de poder, detectores sucios, fallas en los detectores, fallas de potencia, zona alarmada, entre otras, pero no menos importantes.

Detectores inteligentes de humo, calor o gas

Los detectores de humo, calor o gas son aquellos que como lo dice la palabra detectan o censan fuego, esto dependiendo de la función del mismo ya que pueden detectar humo, gas, calor entre otros rastros de provenientes del fuego.

¿A que nos referimos que un dispositivo sea inteligente? Un dispositivo es inteligente porque cada dispositivo cuenta con un microprocesador incorporado que es el que le indicará al panel todo lo que le esté pasando a él mismo como detección de humo, calor o gas, suciedad, falla en la alimentación, también es importante mencionar que cada detector cuenta con una

dirección IP que esto facilita el mapeo de cada equipo, es decir, que en caso que algún detector sea removido o hurtado el detector mandará una señal al panel de problema, el cual se podrá visualizar de acuerdo a su dirección IP de cuál y dónde es el detector que está presentando la falla. Cada detector se alimentará de 24 voltios corriente directa provenientes del lazo de detección y este lazo podrá ser clase A o clase B esto de acuerdo a como el cliente o profesional como lo indica el fabricante en fichas técnicas del panel.

Dispositivos de notificación

Los dispositivos de notificación son aquellos encargados de alarmar a los ocupantes de una edificación de un posible conato de incendio, estas alertas o alarmas se darán por medio de dispositivos que son audio visuales o solo visuales como lo son las luces estroboscópicas y las luces estroboscópicas con sirena. Existen dos tipos de montajes para estos dispositivos ya sea en pared o cielo. Estos dispositivos se alimentarán de 24 voltios corriente directa por medio de un lazo que llamaremos lazo de notificación, en el cual van enlazados todos los dispositivos audiovisuales en conexiones ya sea clase A o clase B, esto de acuerdo a los requisitos del cliente final o recomendación de profesionales que instalarían el sistema.

Estos dispositivos se ubicarán de acuerdo a la normativa NFPA 72 que toma en cuenta el área a cubrir, nivel de las candelas, tiempos de disparo, decibeles de las sirenas entre otros aspectos.

Módulos de entradas y salidas

Los módulos de entradas y salidas son aquellos dispositivos encargados del monitoreo o accionamiento de algún equipo que así lo requiera, por ejemplo un módulo entrada se podría referir a un módulo de monitoreo que será el encargado de monitorear alguna falla o problema de un detector convencional como el detector Beam o de haz de luz, también como lo indica la norma la supervisión de las fuentes de alimentación externas para así tener el conocimiento de si hay alguna falla o problema en ellas.

Por otra parte, están los módulos de salidas que estos pueden ser los módulos de relé, que la función de estos es ser un contacto seco que de acuerdo a su programación en el sistema será el que le de voltaje a algún dispositivo que así lo requiera en caso de algún accionamiento

secundario del sistema, como por ejemplo el botón de asistencia en baños que al accionarse el relé enviará una señal eléctrica a la bocina para que esta suene y de la notificación del incidente.

Estos dispositivos de alimentas de 24 voltios de corriente directa por medio del lazo de detección que viene desde el panel y enlaza todos los dispositivos de detección ya se en un lazo de clase A o clase B de acuerdo a lo requerido para el sistema o personal que lo instalaría.

Matriz de Entradas y salidas

La matriz de entradas y salidas es aquella guía que nos indicará cuál sería el protocolo o programación a seguir de acuerdo al accionamiento de algún dispositivo del sistema y cuál sería el actuar del panel del sistema, que se detallará más adelante.

Entradas al sistema		Salidas				
		A	B	C	D	F
Lazos	1 Detectores de Humo	•		•		•
	2 Estaciones Manuales	•		•		•
	3 Detectores Térmicos	•		•		•
	4 Sensores Lineales	•		•		•
	5 Asistencia en baños		•	•		
	6 Puerta de emergencia		•	•		
	7 Falla batería			•	•	
	8 Fallo suministro Local			•	•	

Figura 23. Matriz de entradas y salidas

Fuente: Propia

Se considera entradas a todos aquellos dispositivos que mandarían una señal al panel del sistema y salidas a aquellas señales que recibe el panel para el accionamiento de sus funciones programables de acuerdo a su requerimiento, que se detallarán de la siguiente manera de acuerdo a la figura 23 Matriz de entradas y salidas:

1. Detectores de Humo al activarse enviará una señal de alarma, activará la alarma del panel y la señal de notificación del piso o pisos programados todo esto se verá desde el panel del sistema.

2. Estaciones manuales al activarse enviará una señal de alarma, activará la alarma del panel y la señal de notificación del piso o pisos programados todo esto se verá desde el panel del sistema.

3. Detectores de Temperatura o térmicos al activarse enviará una señal de alarma, activará la alarma del panel y la señal de notificación del piso o pisos programados todo esto se verá desde el panel del sistema.

4. Detectores de Humo al activarse enviará una señal de alarma, activará la alarma del panel y la señal de notificación del piso o pisos programados todo esto se verá desde el panel del sistema.

5. Asistencia en baños al activarse esta entrada se notificará al panel del sistema una señal de supervisión y una alarma del panel.

1. Puerta de emergencia al activarse esta entrada se notificará al panel del sistema una señal de supervisión y una alarma del panel.

2. Fallo batería al presentarse este error se activará la alarma del panel e indicará una señal de problema local en la pantalla del panel del sistema.

3. Fallo suministro local al presentarse este error se activará la alarma del panel e indicará una señal de problema local en la pantalla del panel del sistema.

Todo esto que dará registrado en la pantalla del panel del sistema de detección de incendios, esto para que el encargado de la supervisión del sistema pueda verificar los eventos ocurridos y pueda proceder a realizar su respectiva inspección

Análisis del diseño realizado

Con todo lo analizado y estudiado en las normativas antes mencionadas se procedió a realizar el diseño del sistema de detección de incendios, que se analizará por áreas que serían las siguientes: aulas, laboratorios, oficinas administrativas, auditorio, baños, zonas de descanso, pasillos comunes, cafetería, puertas de emergencia y parqueos. A cada una de las áreas mencionadas anteriormente se le implementó uno o más dispositivos de detección de incendio dependiendo de su ocupación, se detalla de la siguiente manera:

Detalle por áreas diseñadas

Aulas

Las aulas se definirán como el lugar en donde se alberga cierta cantidad de estudiantes para que se les sea impartida sus respectivos cursos matriculados por cuatrimestre, las cuales contienen en su mayoría en su interior objetos como sillas, mesas, pizarras y aire acondicionado no son elementos que por sí solos puedan causar algún tipo de incendio, las posibles causas de incendio que podrían existir en este tipo de áreas son por cortos circuitos en los toma corrientes o en los circuitos de iluminación.

Para estos tipos de incidentes lo primero que ocurriría sería la presencia de humo causado por algún corto circuito, por lo que para el diseño se procede a colocar detectores de humo en cada aula según lo indica la NFPA 72 en las secciones **17.7, 17.7.1, 17.7.1.8, 17.7.1.9**, esto también depende de su dimensión ya que según el fabricante indica que el detector de humo tiene un rango de alcance de 9 metros de diámetro o 4,5 de radio al alrededor del detector.

Para ubicar este tipo de detectores en aulas se deberá cumplir con los requisitos según lo indica la NFPA 72 en las secciones **17.7.3, 17.7.3.1, 17.7.3.1.1, 17.7.3.1.2**

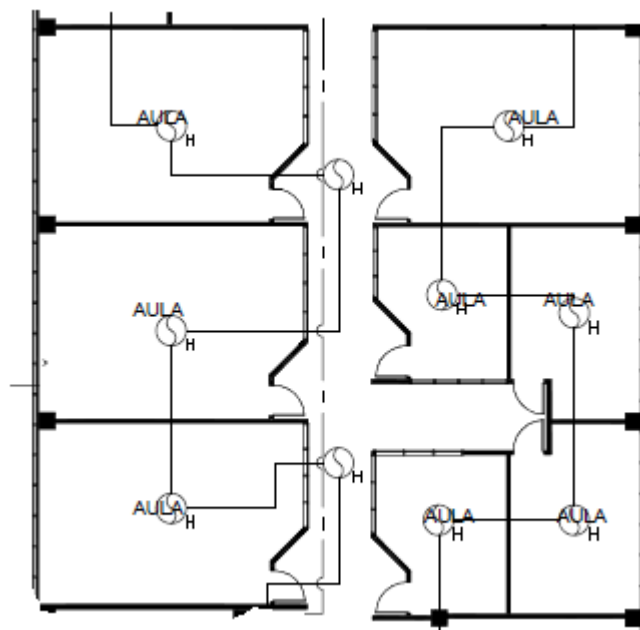


Figura 24. Diseño de aulas 1

Fuente: Propia



Figura 25. Diseño de aulas 2

Fuente: Propia

Baños

Para los baños según el diseño realizado se instalarán detectores de humo en los espacios comunes para los baños que cuentan con este tipo de espacio que según lo visto en planos sería donde se encuentran los lava manos o lavatorios, ya que están son zonas que no cuentan con objetos que puedan causar algún tipo de incendio. Se diseñan con detectores de humo como lo indica la NFPA 72 en las secciones **17.7, 17.7.1, 17.7.1.8, 17.7.1.9**, tomando en cuenta los requisitos según lo indica la NFPA 72 en las secciones **17.7.3, 17.7.3.1, 17.7.3.1.1, 17.7.3.1.2**, de igual manera respetando las dimensiones de los baños y el rango de cobertura del detector que será de 9 metros de diámetro o 4,5 de radio al alrededor del detector.

También se deberá hablar de los baños que cuentan con lo necesario para cumplir con la Ley 7600 la cual indica la incorporación de los dispositivos necesarios para las personas con capacidades disminuidas para la facilidad de accesos y uso de los mismos. Para este tipo de baños, aunque en planos no se logran apreciar, se implementan los siguientes dispositivos que alarma un botón de emergencia y una bocina, que estas serán las que en caso de algún incidente en uno de estos baños la persona atrapada o lesionada pueda oprimir el botón, que a su vez se activará la señal audible y enviará una señal al panel de incendio para que los rescatistas o brigada de emergencia pueda llegar al lugar del incidente.

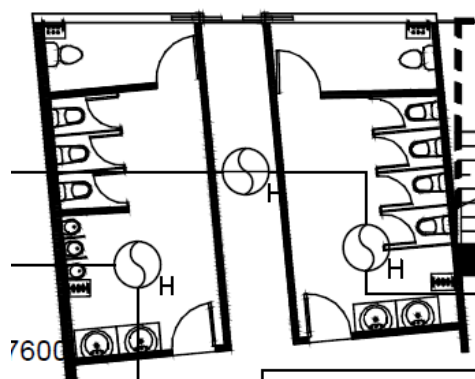


Figura 26. Diseño Baños

Fuente: Propia

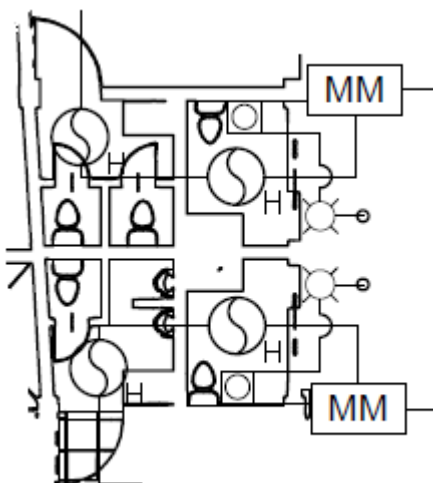


Figura 27, Diseño Baños con asistencia

Fuente: Propia

Cuartos de aseo

Este tipo de áreas por lo general se almacenan productos de limpieza como desinfectantes, ceras, alcohol, paños, escobas, trapeadores entre otras cosas. Para este tipo de almacenamiento al haber presencia de productos con alcohol o productos inflamables, que al llegar a estar en contacto con algún agente de ignición no causarían humo de primera instancia si no que estos producirían algún tipo de llama que como el alcohol son llamas no percibidas a simple vista.

Por lo que para este tipo de área se implantaría detectores de calor s según lo indica la NFPA 72 en las secciones **17.6, 17.6.1, 17.6.1.1, 17.6.2, 17.6.3, 17.6.3.1, 17.6.3.1.1, 17.6.3.1.3, 17.6.3.1.3.1, 17.6.3.1.3.2**, de acuerdo con las dimensiones del cuarto, sin embargo, como se indica anteriormente, estos cuartos son en su mayoría de dimensiones muy pequeñas de unos 1 por 1 metros cuadrados hasta 2 por 2 metros cuadrados por lo que no excede el rango de censado del detector de temperatura que es de 9 metros de diámetro o 4,5 de radio al alrededor del detector según lo indica el fabricante.

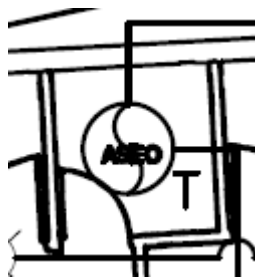


Figura 28, Diseño Cuarto de aseo

Fuente: Propia

Sodas

Para las áreas tipo sodas, son áreas pequeñas y abiertas, por lo general están equipadas con equipo de cocina como planchas de cocina, microondas, refrigeradoras, cámaras de almacenamiento de comida, cafeteras entre otros dispositivos para su buen funcionamiento; es una zona de alto riesgo de incendio ya que se manejan instrumentos que generan calor y cualquier descuido o mala manipulación de los mismos podría ocasionar un incendio dentro o fuera de horarios en los que hay ocupantes en el recinto.

De acuerdo con el análisis realizado para este tipo de área, no hay sensores de temperatura ya que estos serán los que alarmarán en caso de presencia de altas temperaturas ocasionadas por llamas, esto según lo indica la NFPA 72 en las secciones **17.6, 17.6.1, 17.6.1.1, 17.6.2, 17.6.3, 17.6.3.1, 17.6.3.1.1, 17.6.3.1.3, 17.6.3.1.3.1, 17.6.3.1.3.2**. No se implementará detectores de humo ya que este podría ocasionar repetidamente falsas alarmas. Para estos lugares se analizaron también las dimensiones del lugar y la cantidad de detectores, lo anterior en relación con lo que indica el fabricante que sería de un rango de censado de 9 metros de diámetro o 4,5 de radio al alrededor del detector.

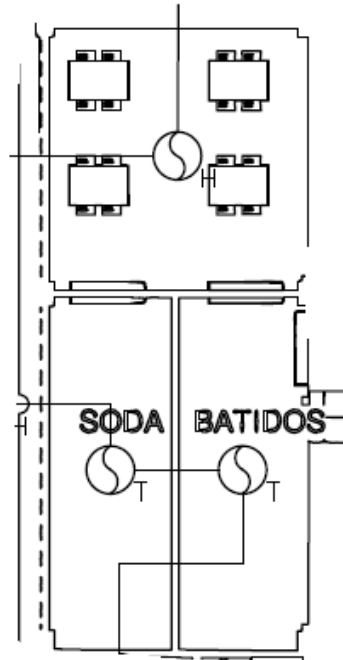


Figura 29. Diseño Sodas

Fuente: Propia

Laboratorios

Los laboratorios para este caso los dividiremos en dos laboratorios: de computación y laboratorios de química; los analizaremos por separado.

Laboratorio de computación

Los laboratorios de computación son las aulas que cuentan con equipos de cómputo, son áreas que poseen mucho equipo eléctrico y en caso de existir algún tipo de falla eléctrica esta lo primero que se producirá será humo por lo que para el diseño se procede a colocar detectores del mismo, tomando en consideración las dimensiones de estas aulas ya que, según lo visto en planos, superan el rango de cobertura de un solo detector que es de 9 metros de diámetro o 4,5 de radio, alrededor del mismo se deberá añadir la cantidad correspondiente que no supera la cantidad de 2 sensores.

Para esto según lo indica la NFPA 72 en las secciones **17.7.3.1**, **17.7.3.1.1**, **17.7.3.1.2**

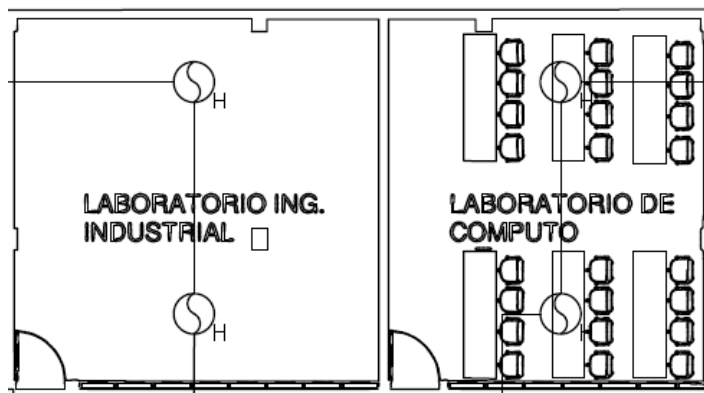


Figura 30. Diseño Laboratorios cómputo y otros

Fuente: Propia

Laboratorios de química

Los laboratorios de química son las aulas que se utilizan para ciertas carreras para cursos como química analítica y otros, en estos cursos hay mucha manipulación de productos químicos que pueden ser que pueden ser inflamables. Estas áreas también cuentan con cuartos de almacenamiento de químicos y presencia de tuberías que transportan gas LP (propano-butano) o conocido como gas de cocina; este se utiliza para encender los quemadores que se emplean para algunos métodos de aprendizaje dependiendo del curso que se esté impartiendo.

Con respecto al diseño, para estos laboratorios se diseñó con detectores de gas LP ya que hay tuberías que transportan este gas y una mala manipulación de estas tuberías o descuido al no cerrar las válvulas y la presencia alguna fuente de ignición como chispa o calor se podría ocasionar algún incidente de incendio, se deberán tomar en cuenta los requerimientos según lo indica la NFPA 72 en las secciones **17.10, 17.10.2, 17.10.2.4,**

Por otro lado, al haber presencia de almacenamiento de químicos que y al no tener el dato exacto de qué tipo o clasificación de químicos son los que se manejan en estos laboratorios, se procede a colocar en el diseño detectores de doble tecnología los cuales son aquellos que detectan humo y calor, este detectará cualquiera de los dos incidentes que podría ocurrir, esto según las normas que se indican para los sensores de humo y calor según lo indica la NFPA 72 en las secciones **17.9.4, 17.9.4.1, 17.9.4.2**

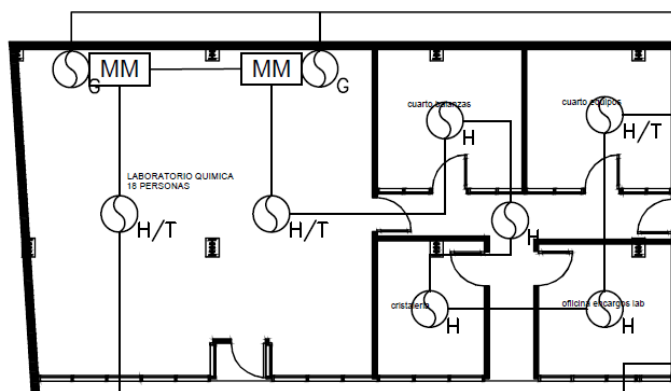


Figura 31. Diseño laboratorios químicos

Fuente: Propia

Auditorio

El auditorio es un lugar de gran espacio utilizado para eventos formales o informales para la presentación de capacitaciones, charlas, entre otras actividades. Cuando se presentan este tipo de eventos normalmente se requiere de una cantidad considerable de personal o interesados a asistir a este tipo de actos por lo que es importante que esté protegido para evitar cualquier incidente de incendio.

De acuerdo con los planos, se define como un área de gran tamaño por lo que se opta por diseñar este lugar con sensores de haz de luz, esto porque al considerar que este tipo de lugares tienen una altura mayor a 3 metros y gran amplitud no es recomendable incluir detectores de humo y temperatura porque de acuerdo con lo indicado por los fabricantes, a una mayor altura se necesitarán sensores de humo o calor más seguidos o con una distancia menor entre ellos, lo cual es más costoso. Por lo que se diseña con los detectores de haz de luz antes mencionados.

La normativa indica que un detector de humo lineal de haz de luz debe considerarse equivalente a una fila de detectores de humo de tipo puntual para aplicaciones de cielorrasos a nivel y con pendientes según lo indica la NFPA 72 en la norma **17.7.3.7**, **17.7.3.7.1**, **17.7.3.7.5**, **17.7.3.7.6** y **17.7.3.7.8**, también estos deben ser instalados de acuerdo a lo que indique el

fabricante o según lo indica la NFPA 72 en la norma **17.7.6.3.3.3**, se deberá tomar en cuenta lo indicado en la Tabla 7 Espaciamiento de los detectores de humo según movimiento del aire.

Por otra parte, también se implementan señales audio-visuales y estaciones de accionamiento manual cerca de las salidas para tener referenciada la ubicación de los equipos en caso de requerirlo por algún incidente. Esto de acuerdo con las normativas de las señales de notificación y de equipos de accionamiento manual los cuales indican que las estaciones se ubicarán de acuerdo con la normativa que cita: las estaciones manuales se deberán colocar como mínimo a 1.07 metros y un máximo de 1.22 metros de altura del piso terminado, y que la distancia entre cada estación manual no exceda los 61 metros de recorrido una de la otra, según lo indica la NFPA 72 en las secciones **17.14, 17.14.1, 17.14.3, 17.14.5, 17.14.6, 17.14.8.4 y 17.14.8.5**.

Y las señales de notificación de la misma manera bajo las normativas indican lo siguiente: las luces deberán estar situadas a una distancia no menos de 1.60 metros y no mayor de 2.44 metros de altura, esto para que el ángulo de luz se logre apreciar y la señal audible deberá tener al menos 15 dB sobre el nivel sonoro ambiental promedio o de 5 dB sobre el nivel sonoro máximo con una duración de al menos 60 segundos según lo indican las secciones. Y también considerar lo que se indica en la figura 21 Espaciamiento en salas para aparatos de notificación visible montaje en muros, según lo indica la NFPA 72 en las secciones **18.1, 18.3.5, 18.4, 18.4.1, 18.4.1.1, 18.4.3, 18.4.3.1, 18.4.8, 18.4.8.1, 18.5, 18.5.1, 18.5.5.1, 18.5.5.4**.

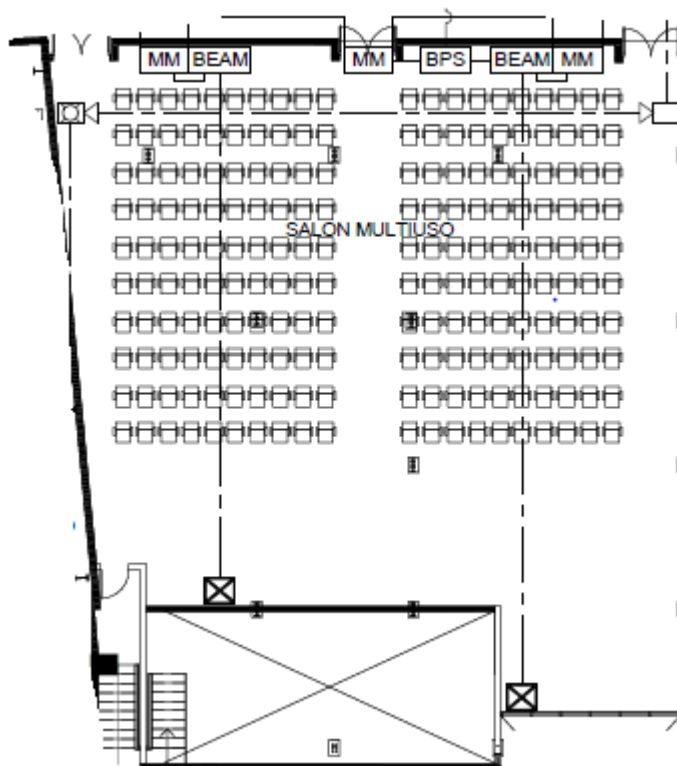


Figura 32. Diseño auditorio

Fuente: Propia

Parqueo bajo techo

Para las zonas como el parqueo también deberán llevar dispositivos de alarma contra incendio ya que en estos sitios se podría suceder incendios provenientes de incidentes con los vehículos que estacionan, en este tipo de sitios se deberán colocar detectores de monóxido de carbono y temperatura programados para detectar altas temperatura provenientes de llamas o de algún equipo que no debe de tener temperaturas altas en ciertas condiciones, y también estos equipos cuentan con la detección de monóxido de carbono, su función es censar altos niveles de monóxido anormales para este tipo de lugares. Esto lo indica la NFPA 72 en las secciones **17.6, 17.6.1, 17.6.1.1, 17.6.2, 17.6.3, 17.6.3.1, 17.6.3.1.1, 17.6.3.1.3, 17.6.3.1.3.1, 17.6.3.1.3.2 y 17.11, 17.11.5, 17.11.5.1, 17.11.5.2, 17.11.5.3.**

En estos lugares también se ubican señales audio visuales que serían luces estroboscópicas y luces estroboscópicas con sirena que, en caso de presentarse alguna anomalía,

será las que nos indique las rutas o zonas de salida de emergencia. Estas se deberán instalar según lo indica la NFPA 72 en las secciones **18.1, 18.3.5, 18.4, 18.4.1, 18.4.1.1, 18.4.3, 18.4.3.1, 18.4.8, 18.4.8.1, 18.5, 18.5.1, 18.5.5.1, 18.5.5.4**. En dichas secciones se indican que las luces deberán estar situadas a una distancia no menos de 1.60 metros y no mayor de 2.44 metros de altura, esto para que el ángulo de luz se logre apreciar y la señal audible deberá tener al menos 15 dB sobre el nivel sonoro ambiental promedio o de 5 dB sobre el nivel sonoro máximo con una duración de al menos 60 segundos según lo indican las normas. También se debe considerar lo que se indica en la figura 21 Espaciamiento en salas para aparatos de notificación visible montaje en muros.

Asimismo, se colocan estaciones de accionamiento manual, este sería el equipo que al activarlo encenderá la alarma de incendio la cual avisará sobre algún incidente en algún sitio. Estas estaciones se ubican de acuerdo con la normativa que establece que las mismas se deberán colocar a un mínimo a 1.07 metros y un máximo de 1.22 metros de altura del piso terminado; que la distancia entre cada estación manual no deberá exceder los 61 metros de recorrido una de la otra. Indicación establecida por la NFPA 72 en las secciones **17.14, 17.14.1, 17.14.3, 17.14.5, 17.14.6, 17.14.8.4 y 17.14.8.5**.

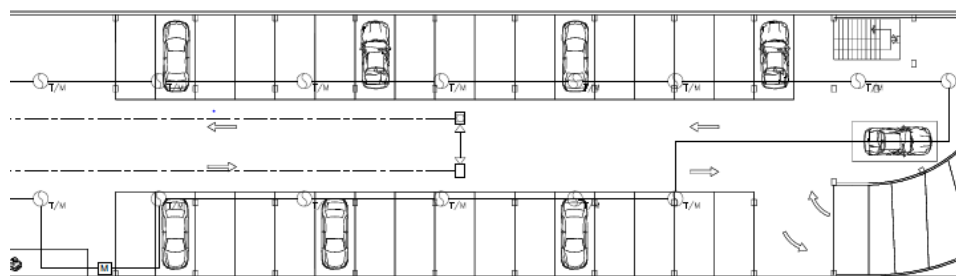


Figura 33. Diseño parqueo bajo techo 1

Fuente: Propia

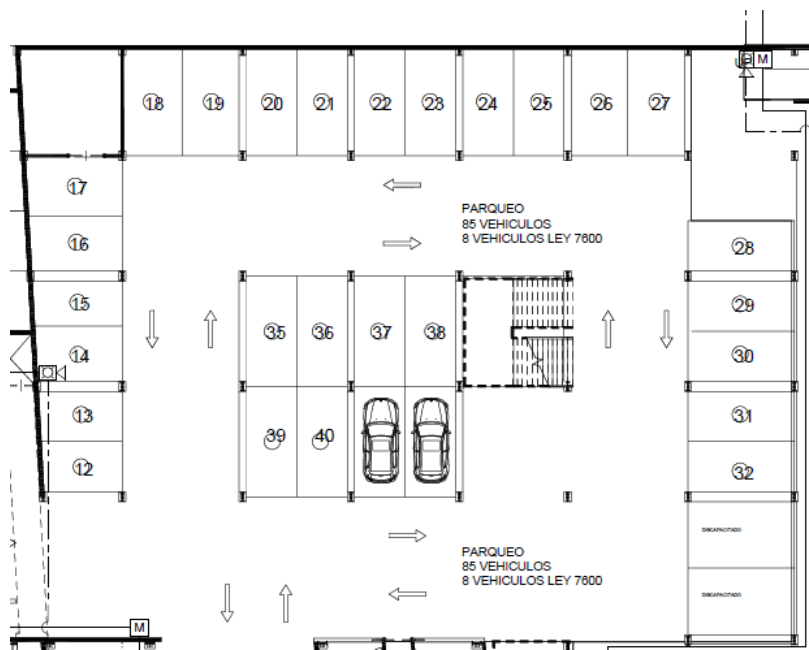


Figura 34. Diseño parqueo bajo techo 2

Fuente: Propia

Cafetería o área de comida

Es la zona disponible para ingerir alimentos, comprende las sodas existentes y las zonas en las que se calientan los alimentos en los microondas de la universidad. En esta área no se instalan ningún tipo de detector porque de acuerdo con los planos es una ubicación abierta y no se podría acumular humo o calor de manera tal que algún detector pueda censarlo. Para estas zonas, de acuerdo con el análisis realizado, se llega a concluir que deberán instalarse señales audiovisuales y estaciones de accionamiento manual ubicados de manera estratégica que en caso de un incidente sean visibles o tener fácil acceso a ellas, según lo indica la NFPA 72 en las secciones **17.14, 17.14.1, 17.14.3, 17.14.5, 17.14.6, 17.14.8.4 y 17.14.8.5 y 18.1, 18.3.5, 18.4, 18.4.1, 18.4.1.1, 18.4.3, 18.4.3.1, 18.4.8, 18.4.8.1, 18.5, 18.5.1, 18.5.5.1, 18.5.5.4.**

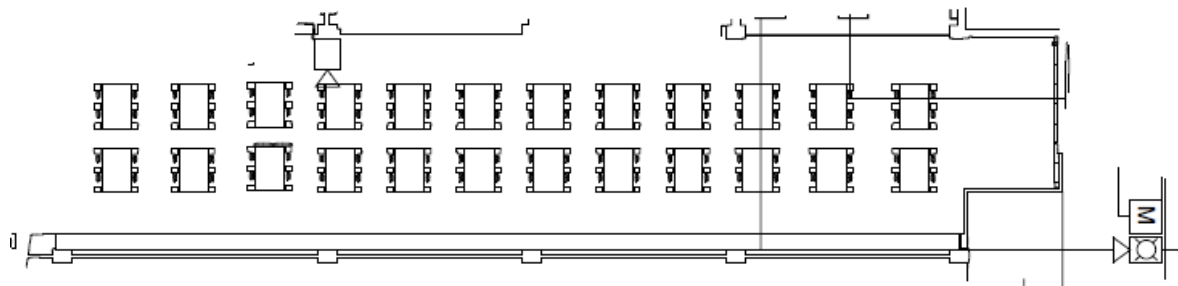


Figura 35. Diseño de cafetería o área de comidas

Fuente: Propia

Administrativo

Son todas aquellas áreas como oficinas de los directores de carrera, registro, cajas, fotocopidora, recepción y todo aquello que sean ocupaciones del personal de la institución. Con respecto al diseño, se implementan detectores de humo en cada aposento cerrado y lugares más abiertos como recepción y cajas; se añaden detectores de humo respetando el rango de cobertura de los mismos de acuerdo con lo estipulado en las normas y fabricantes. En estos lugares lo que podría ocasionar algún tipo de incendio sería algún corto en los circuitos de tomas o iluminación y al tener almacenado papelería u otros combustibles podrían ser propicios para las llamas; se opta por este tipo de detector.

En el área de recepción se ubicaría el panel del sistema de alarma de detección de incendio esto de manera tentativa ya que la institución sería la encargada de definir la ubicación del mismo, lo que se recomienda es que sea un lugar donde haya tránsito de personal o donde esté el encargado del monitoreo del mismo para estar monitoreando el sistema por alguna posible falsa alarma o falla.

Para este tipo de detectores se hizo énfasis según lo indica la NFPA 72 en las secciones **17.7.3.7**, **17.7.3.7.1**, **17.7.3.7.5**, **17.7.3.7.6** y **17.7.3.7.8** además de lo recomendado por el fabricante.

Por otra parte, también se implementarán señales audio-visuales y estaciones de accionamiento manual cerca de las salidas esto para tener referenciado la ubicación de los equipos en caso de requerirlo por algún incidente. De acuerdo con las normativas de las señales de notificación y de equipos de accionamiento manual indican que las estaciones manuales se

ubicarán como mínimo a 1.07 metros y un máximo de 1.22 metros de altura del piso terminado, y que la distancia entre cada estación manual no exceda los 61 metros de recorrido una de la otra, normativa NFPA 72 en las secciones **17.14, 17.14.5, 17.14.8.5, 17.14.8.4.**

Con respecto a las señales de notificación la normativa establece que las luces deberán estar situadas a una distancia no menos de 1.60 metros y no mayor de 2.44 metros de altura, para que el ángulo de luz se logre apreciar y la señal audible deberá tener al menos 15 dB sobre el nivel sonoro ambiental promedio o de 5 dB sobre el nivel sonoro máximo con una duración de al menos 60 segundos según lo indican las normas. Ver lo indicado en la figura 21 Espaciamiento en salas para aparatos de notificación visible montaje en muros, indicación de la NFPA 72 en las secciones **17.14, 17.14.1, 17.14.3, 17.14.5, 17.14.6, 17.14.8.4 y 17.14.8.5 y 18.1, 18.3.5, 18.4, 18.4.1, 18.4.1.1, 18.4.3, 18.4.3.1, 18.4.8, 18.4.8.1, 18.5, 18.5.1, 18.5.5.1, 18.5.5.4.**

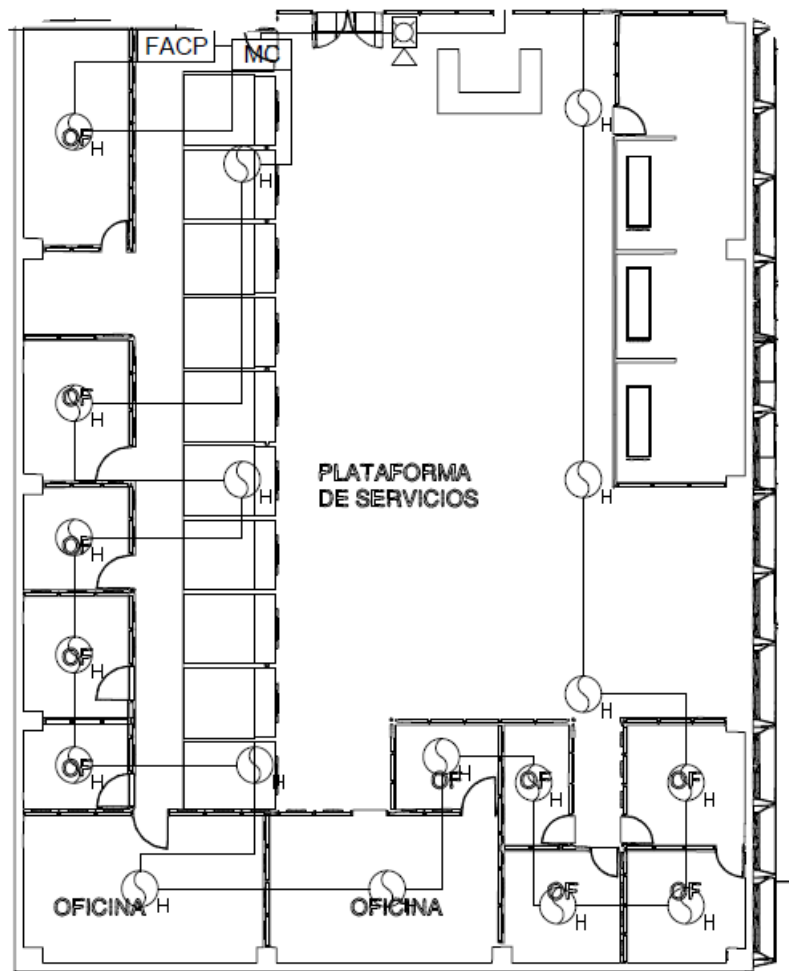


Figura 36. Diseño área administrativa

Fuente: Propia

Pasillos comunes

Pasillos comunes son las áreas únicamente de tránsito de los estudiantes y personal administrativo. Para este tipo de área en contexto con el diseño se incluyen detectores de humo en los lugares que lo amerite de todo lo que sería la notificación audio-visual y estaciones de accionamiento manual. Para los detectores de humo se basó según lo indica la NFPA 72 en las secciones **17.7.3.7**, **17.7.3.7.1**, **17.7.3.7.5**, **17.7.3.7.6** y **17.7.3.7.8** y las recomendaciones de fabricantes.

De acuerdo con las normativas de las señales de notificación y de equipos de accionamiento manual, las estaciones manuales se deberán colocar como mínimo a 1.07 metros y un máximo de 1.22 metros de altura del piso terminado, la distancia entre cada estación manual no exceda los 61 metros de recorrido una de la otra, según lo indica la NFPA 72 en las secciones **17.14, 17.14.5, 17.14.8.5, 17.14.8.4**. Con respecto a las señales de notificación la normativa indica lo siguiente: las luces deberán estar situadas a una distancia no menos de 1.60 metros y no mayor de 2.44 metros de altura para que el ángulo de luz se logre apreciar y la señal audible deberá tener al menos 15 dB sobre el nivel sonoro ambiental promedio o de 5 dB sobre el nivel sonoro máximo con una duración de al menos 60 segundos según lo indican las normas. Debe considerarse lo que se indica en la figura 21 Espaciamiento en salas para aparatos de notificación visible montaje en muros. Indicación de la NFPA 72 en las secciones **17.14, 17.14.1, 17.14.3, 17.14.5, 17.14.6, 17.14.8.4 y 17.14.8.5 y 18.1, 18.3.5, 18.4, 18.4.1, 18.4.1.1, 18.4.3, 18.4.3.1, 18.4.8, 18.4.8.1, 18.5, 18.5.1, 18.5.5.1, 18.5.5.4**.

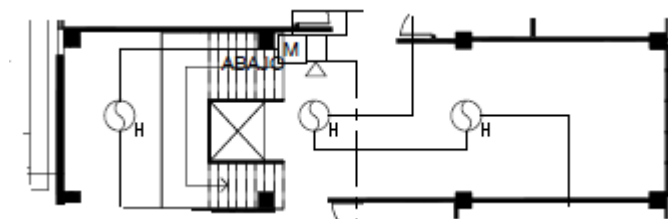


Figura 37. Diseño pasillos comunes 1

Fuente: Propia

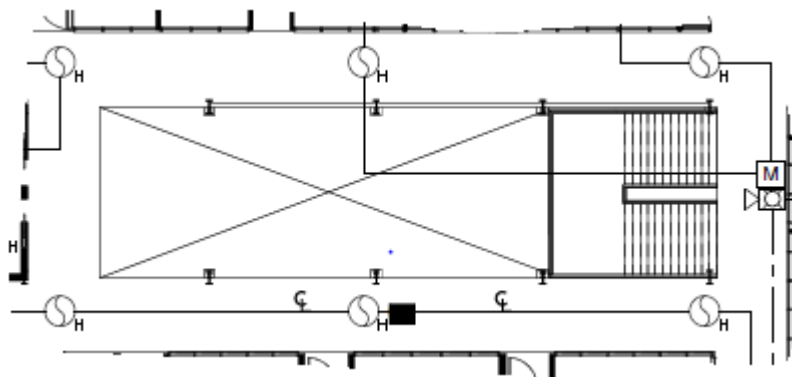


Figura 38. Diseño pasillos comunes 2

Fuente: Propia

Salidas de emergencia

Para las salidas de emergencia ubicadas en planos se implementarán contactos magnéticos en cada puerta que serán supervisadas por módulos de monitoreo los cuales serán los que le notificarán al panel de la apertura de la puerta y tendrá el total monitoreo de estas.

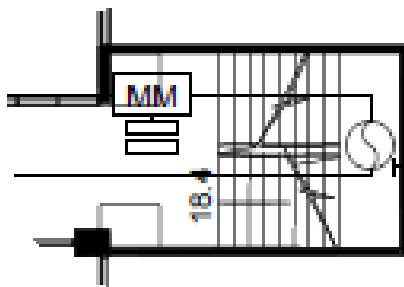


Figura 39. Diseño salidas de emergencia

Fuente: Propia

Elevadores

Para los elevadores solo se añadirán módulos de salida o módulo de relé, ya que, por medio de programación del sistema, en caso de incendio, se programará el elevador para que se dirija a un piso estándar que por lo general es el primer piso y se desactivará su función, esto con la finalidad de que los ocupantes no lo utilicen y poder evitar un incidente de personas

atrapadas. Por otra parte, también se programará un piso alterno en caso que el incendio sea en el piso estándar, el ascensor no se dirigirá a este. Indicación de la NFPA 72 en las secciones **21.3**, **21.3.1**, **21.3.14***, **21.3.14.1** y **21.3.14.2**. En el apartado de anexos se presentarán las imágenes correspondientes del diseño realizado.

Anunciador remoto

Según la NFPA 72 se deberá instalar un anunciador remoto en la caseta de guardas ya que no se tiene con certeza si los guardas de seguridad tendrán total acceso a la edificación en lo que sería el área de oficinas o recepción, que será donde estaría ubicado el panel de detección, según el diseño realizado. Sección **24.4.3.11***, **26.5.3.1.3***, **A.24.4.3.11***, **A.26.5.3.1.3**

Materiales para el sistema diseñado

A continuación, se detallarán cantidades y descripción de los materiales a utilizar en la implementación del sistema de detección de incendios diseñado de acuerdo con los planos suministrados, asumiendo que el tipo de cielo de la institución sea cielo tipo suspendido y paredes de concreto.

Cantidad	Descripcion
8	TUBO EMT AMERICANO 1/2"
8	UNION EMT DE PRESION DE 1/2"
6	CONECTOR DE PRESION DE 1/2"
600	TUBO EMT AMERICANO 3/4"
600	UNION EMT DE PRESION DE 3/4"
400	CONECTOR DE PRESION DE 3/4"
18	TAPE SUPER 35 ROJO
6	TAPE TEMFLEX
400	BIEX DE 1/2" METALICO (M)
360	CONECTOR RECTO BIEX DE 1/2"
400	BIEX DE 1" METALICO (M)
360	CONECTOR RECTO BIEX DE 1"
40	GAZA EMT SENCILLA DE 1/2"
1140	GAZA EMT SENCILLA DE 3/4"
180	CAJA OCT PESADA DE 1/2 Y 3/4
300	CAJA CUADRADA PESADA HUECOS 1/2" Y 3/4"
30	CAJA CUADRADA PESADA DOBLE FONDO HUECOS 1/2" Y 3/4"
300	TAPA CUADRADA PESADA CIEGA
12	ARO DE REPELLO DE 4X4" 1 GANG
40	CAJA RECT P/ INTERPERIE HUECOS 3/4"
1	BREAKER CH DE 1X20
2759	FULMINANTES CALIBRE 27 COLOR VERDE MAGAZIN
2508	CLAVO HILTI DE 1"
900	ESPANDERS NUMERO 7"
900	TORNILLOS P/ METAL DE 1 1/2" X 8
900	ESPANDERS NUMERO 8"
20	CABLE THHN VERDE #12
20	CABLE THHN ROJO #12
20	CABLE THHN BLANCO #12
2135	CABLE BELDEN 5320FL (2 HILOS INCENDIO #18), FPLR, SHIELD FORRO DE ALUMINIO + HILO, PRECIO POR METRO
1220	CABLE BELDEN 5220FL (2 HILOS INCENDIO #16), FPLR, SHIELD FORRO DE ALUMINIO + HILO, PRECIO POR METRO
50	CABLE PARA ALARMA (4 X 22), PRECIO POR METRO
6	CAJA DE REGISTRO DE 30X30 DE CONCRETO
8	SACO DE CONCREMIX 50KG
1	1/4 DE PINTURA ANTICORROSIVA ROJO INTERNACIONAL
1	BROCHAS DE 2"
1	HOJAS DE SEGUETA ACERO PLATA
1	TAPE SUPER 33
1	MASKING TAPE EN 1"
10	BASES P/ AMARRAS GRANDES
20	AMARRAS PLASTICAS DE 8"

Tabla 10. Materiales del sistema de detección de incendios

Fuente: Propia

Presupuesto del diseño

De acuerdo con el diseño realizado, según los planos dados por la institución, se procedió a realizar el presupuesto del sistema de detección de incendios que incluye todos los dispositivos, programación, materiales electromecánicos e instalación requeridos para el correcto funcionamiento del sistema de acuerdo a los planos suministrados y Normativa NFPA 72. Para el diseño, en caso de requerirlo, se deberá realizar un rediseño del mismo, ya que de acuerdo con visita realizada al lugar, se observa que los planos no se encuentran al 100% actualizados por lo que de requerir la instalación del sistema se tendrán que actualizar los planos y proceder con el rediseño para obtener la veracidad de los equipos y materiales necesarios.

El presupuesto del equipo del sistema de detección de incendios se realizó mediante software llamado System Builder life safety quotation tool de fabricante Edwards que con ella es que se obtendrá la cantidad equipo requerido tanto de notificación como de detección. También suministrando el equipo total y necesario para el ensamble del panel. Con el software también se suministrará el cálculo de las baterías y alimentación requerida para la totalidad del sistema.



Figura 40. Logo Software System Builder life safety quotation tool del Edwards

Fuente: (Carrier, 2021)

A continuación, se presenta el presupuesto del sistema de detección de incendios para la institución educativa de acuerdo con el diseño realizado

línea	cant	modelo	marca	descripcion	precio unitario sin IVA	precio total sin IVA
1				Panel de detección de incendio	\$ -	\$ -
2	1	3X-SFS1B	Edwards	CPU FACP / w, 1 lazo, 4 NAC, fuente de alimentación de 10 A, bronce	\$ 2.938,62	\$ 2.938,62
3	1	3-SDDC1	Edwards	Tarjeta de lazo simple	\$ 891,52	\$ 891,52
4	2	3-SDDC1	Edwards	Tarjeta de lazo doble	\$ 1.617,79	\$ 3.235,58
5	3	4X-DR	Edwards	Módulo de relleno de pantalla, cubre LRM sin módulo de pantalla / control	\$ 33,10	\$ 99,31
6	2	12V40A	Edwards	40 AH Bateria	\$ 148,75	\$ 297,49
7	1	BC-1	Edwards	Gabinete de batería	\$ 130,45	\$ 130,45
8				Fuente de alimentación	\$ -	\$ -
9	1	BPS6A	Edwards	Fuente de poder, 6,5A, 120Vac, Red	\$ 303,26	\$ 303,26
10	2	12V6A5	Edwards	7.2 AH Bateria	\$ 37,91	\$ 75,81
11	1	SIGA-CT1	Edwards	Modulo de monitoreo	\$ 40,65	\$ 40,65
12				Detectores de humo, temperaturas y humo-temperatura	\$ -	\$ -
13	398	SIGA-PD	Edwards	Detector de humo	\$ 53,35	\$ 21.234,71
14	17	SIGA-PHD	Edwards	Detector de humo y temperatura	\$ 65,31	\$ 1.110,24
15	16	SIGA-HFD	Edwards	Detector de temperatura	\$ 40,07	\$ 641,16
16	14	SIGA-HCD	Edwards	Detector de temperatura y monóxido de carbono	\$ 77,10	\$ 1.079,33
17	415	SIGA-SB	Edwards	Base estandar para montaje de detectores	\$ 8,05	\$ 3.341,19
18	30	SIGA-IB	Edwards	Base con aislamiento de detectores cada 15 disp	\$ 32,72	\$ 981,68
19				Estacion de accionamiento manual	\$ -	\$ -
20	31	SIGA-278	Edwards	Estacion de alarma de doble accionamiento	\$ 63,98	\$ 1.983,43
21				Modulos de entradas y salidas	\$ -	\$ -
22	9	SIGA-CC1	Edwards	Modulo de control de luces	\$ 60,03	\$ 540,29
23	2	SIGA-CR	Edwards	Modulo de relé para elevador	\$ 56,01	\$ 112,01
24				Detector de humo de haz de luz	\$ -	\$ -
25	2	EC-100R	Edwards	Detector de humo de haz reflectante, sencillo, de 160 a 330 pies.	\$ 903,96	\$ 1.807,92
26	2	EC-LLT	Edwards	Estación de prueba a nivel del suelo	\$ 173,89	\$ 347,78
27	2	SIGA-CT1	Edwards	Modulo de monitoreo	\$ 40,65	\$ 81,30
28				Luz estroboscópica con sirena	\$ -	\$ -
29	25	G1AVRF	Edwards	Bocina-estroboscópica de pared, seleccionable - 15, 30, 75 cd - dB alto / bajo - rojo - fuego	\$ 38,35	\$ 958,73
30	1	GP10	Edwards	Placa de montaje universal total, paquete de 10	\$ 39,20	\$ 39,20
31	1	GCAVRF	Edwards	Bocina-estroboscópica temporal de techo, fuego, rojo, 15, 30, 75, 115 cd	\$ 42,88	\$ 42,88
32				Luz estroboscópica	\$ -	\$ -
33	14	G1VRF	Edwards	Luz estroboscópica seleccionable - 15, 30, 75 cd - Rojo - Fuego	\$ 29,20	\$ 408,80
34	1	GCVRF	Edwards	Estroboscópica de techo, 15-115cd, rojo, marca de FUEGO	\$ 32,04	\$ 32,04
35				Boton y bocina asistencia en baños	\$ -	\$ -
36	4	SS-2409EM-ES	STI	Estación tope, azul, empujar, dar vuelta-a-Reset - Español	\$ 59,22	\$ 236,90
37	4	SH-532BQ	Secolarm	Timbre multitono de montaje empotrado, 12-24 V CC	\$ 8,42	\$ 33,67
38	4	SIGA-CT1	Edwards	Modulo de monitoreo	\$ 40,65	\$ 162,61
39				Detector de gas LP	\$ -	\$ -
40	6	GD518LR	Sentek	DETECTOR DE GAS COCINA PROPANO	\$ 54,28	\$ 325,70
41	6	SIGA-CT1	Edwards	Modulo de monitoreo	\$ 40,65	\$ 243,91
42				Contacto magnetico	\$ -	\$ -
43	4			Contacto magnetico NO	\$ -	\$ -
44	4	SIGA-CT1	Edwards	Modulo de monitoreo	\$ 40,65	\$ 162,61
				Equipos	\$	\$ 43.920,80
				Mano de obra	\$	\$ 27.785,99
				Materiales	\$	\$ 11.450,77
				Subtotal	\$	\$ 83.157,55
				IVA	\$	\$ 10.810,48
				Total	\$	\$ 93.968,03

Figura 41. Presupuesto del sistema de detección de incendios con la marca Edwards

Fuente: Propia

El presupuesto antes mencionado incluye el suministro, instalación y programación de todo el sistema, incluyendo toda la canalización y entubado del equipo electromecánico, adicional a esto se incluye capacitación al personal encargado de monitorear el sistema ya sea encargados de seguridad o brigada contra incendios de la institución. En dicha capacitación se impartiría la manipulación total del panel de detección de incendios tanto el cómo alarmar, silenciar y verificar posibles problemas que puedan surgir en el transcurso de los años de implementado el mismo.

Cálculo de baterías

El siguiente cuadro mostrará el cálculo de baterías sustraído del sistema utilizado (System Builder) en el cual se cumple con el requisito de la normativa **10.6.7.2.1** de la NFPA 72, el cual establece que el panel deberá tener un respaldo de baterías en caso de apagón o pérdida de alimentación, deberá seguir en su función de reposo 24 horas y 15 minutos en alarma.

Battery Calculations			1 System Brand						
System Loading									
Battery Periods									
<u>24</u>	Battery standby supervision period in hours		_____ Battery standby time in hours, this node only						
<u>15</u>	Battery fire alarm period in minutes		_____ Battery fire alarm time in minutes, this node only						
<u>1</u>	Battery CO alarm period in minutes		_____ Battery CO alarm time in minutes, this node only						
Total System Loads									
1556	Notification alarm current		Ok						
8	4 wire smoke standby current		Ex Stby	Ex Alm	Stby mA	Alm mA	s	a	A
28	4 wire smoke alarm current						9	1585	0
0,63	250-CO CO detector alarm current								
					1556	Note: SIGA-CC1s required for signaling devices			
Panel NAC #1				8				Ok	
<u>1</u>	Enter 1 if NAC#1 is an Auxiliary Output								
<u>1556</u>	Enter notification alarm current for NAC#1				28			Ok	
<u>8</u>	Enter 4 wire smoke standby current connected to AUX #1		1	1					
<u>28</u>	Enter 4 wire smoke alarm current connected to AUX #1		8	1584					
<u>1</u>	Enter CO detector alarm current supplied by AUX #1		1	1					
			Ex Stby	Ex Alm	Stby mA	Alm mA	RailSp	DisSp	A
			External Loads						
			CO Loading						
Qty	Cat No	Description	378	482	378	482	3		
System Components			144	204	144	204	-1	1	
EST3X System Components			528	672	264	336	-2	2	
1	3X-SFS1B	FACP /w CPU, 1 loop, 4 NACs, 10A power supply, bronze	0	0					
1	3-SDDC1	Signature Single Driver Controller (LRM)	1050	1358					
2	3-SDDC1	Signature Dual Driver Controller (LRM)							
	No Standby	Standby Amplifier	8	1584					
Total Panel Current w/o remote mics								15	
			1050	1358					
External Loads, less CO									
Adder for 16V alarm current for battery calculation			1058	2957					
Total internal panel load + remote mics			1	1387					
Battery Calculations									
Fire Total Standby & Alarm Currents in mA									
CO Total Standby & Alarm Currents in mA + Active Panel									
1.2*(Supervisory Hours*Standby Current) + 1.2*(Alarm Hours*Alarm Current)									
31,4 Calculated Battery Ampere Hours for Fire									
0,0 Calculated Battery Ampere Hours for Carbon Monoxide									
31,4 Total Ampere Hours required									
Battery									
2	12V40A	40 AH Battery							

Figura 42. Memoria de cálculo de baterías de respaldo

Fuente: Propia

La figura 42 indica el consumo total de sistemas que incluye todos los dispositivos de notificación y detección, también se detalla el respaldo de baterías necesario para que el sistema cumpla con lo que indica la norma, para ello se necesitarán dos baterías de 12 voltios 40 Amperios-Hora quienes serán las que soportarán el sistema en caso de pérdida de alimentación

eléctrica, se mantendrá 24 horas en estado de reposo y 15 minutos en alarma el sistema en función.

Mantenimiento del sistema

Se deberá incluir un mantenimiento al sistema propuesto ya que este es el que nos ayudará a que el sistema opere de la mejor manera, evitar fallos y poder alargar su vida útil, todo esto con un plan adecuado y eficiente de un mantenimiento preventivo. Además, se implementará un mantenimiento preventivo, ya que, según lo mencionado anteriormente, este es el que nos ayudará a efectuar reparaciones antes de que ocurran inconvenientes o se averíe la máquina. Aunque esto supone un costo adicional, es muy inferior al que se da cuando se avería una máquina o se interrumpe un proceso de producción y será por el periodo de la garantía cuyo periodo es de un año de acuerdo con lo que nos otorga el fabricante.

Se deberá tomar en cuenta que con respecto al mantenimiento preventivo lo que se busca es evitar paros no programados y en caso de necesitarse, por alguna falla, se aplicará el mantenimiento correctivo si la falla corresponde a la carencia de conocimiento del daño generado como por ejemplo que se esté realizando alguna remodelación en la institución y que por accidente se afectara el lazo de notificación o detección y haya que realizar la corrección de inmediato ya que el sistema quedaría con problemas de comunicación y otros problemas derivados. Este tipo de atención no se incorporó en el presupuesto, sin embargo, se podría solicitar una visita técnica y por ende ejecutar la corrección del incidente.

Por otra parte, gracias a un buen mantenimiento preventivo se podrán realizar paros programados que serán aquellos paros que se definirán en conjunto con el personal de la institución y profesionales del sistema para solventar aquellos errores como fallos en las baterías, problemas en las fuentes de alimentación entre otros. Para la ejecución del mismo, se presupuestó el mantenimiento preventivo por el periodo de un año (tiempo de garantía del equipo) con visitas parciales de una frecuencia semestral porque el sistema al ser nuevo no presentará problemas mayores, solo problemas como detectores sucios o el golpeo accidental de algún detector entre otros. Con el transcurso del tiempo, el mantenimiento del sistema requerirá aumento en la frecuencia de las visitas para tener mejor monitoreo del sistema y así evitar a llegar a fallas graves por descuido del sistema en general.

Presupuesto de mantenimiento

El presupuesto del mantenimiento preventivo se apegará a las secciones de la NFPA 72 las cuales algunas de ellas serían **14.5, 14.5.1, 14.5.2, 14.5.3.**

CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO POR UNIDAD	TOTAL
	Mantenimiento Preventivo	2,00	\$ 1.586,35	\$ 3.172,71
				\$ -
			Subtotal	\$ 3.172,71
			Materiales	\$ 521,72
			Subtotal	\$ 3.694,43
			IVA	\$ 480,51
			Total	\$ 4.174,94

Alcances

Mantenimiento preventivo con visitas parciales, semestral por 1 año

El horario cotizado es de 8.00 a.m. a 5.00 p.m.

Se incluye monto de \$500 dolares para repuestos

No incluye:

- Reparaciones de cableado ni entubados
- Servicio 24/7

Informe técnico:

05 Días hábiles a partir de la finalización del servicio

Figura 43. Presupuesto de mantenimiento preventivo del sistema de detección de incendios

Fuente: Propia

Según la figura 27 se detalla un poco el alcance del mantenimiento preventivo para el sistema diseñado el cual incluye:

- Mantenimiento preventivo parcial por un periodo de 1 año con una frecuencia semestral (dos visitas), se verá el sistema en dos tractos.
- Reporte técnico después de cada mantenimiento en el cual se indicará la labor realizada e indicaciones técnicas a considerar.

- Revisión de los dispositivos de acuerdo al cronograma pactado por las dos partes. Estas revisiones podrán ser tanto visuales para analizar el correcto posicionamiento de los dispositivos y ubicación de los mismos
- Al sistema ser nuevo se limpiarán o se les dará prioridad a los dispositivos que el panel de detección de incendio indique si están sucios o necesita de alguna atención

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Al realizar el presente diseño del sistema de detección de incendios para una institución educacional universitaria, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Se demostró la importancia de la implementación de un sistema de detección de incendios ya que su principal objetivo es salvaguardar vidas humanas de los ocupantes de una edificación, esto mediante señales audiovisuales para así tomar las medidas pertinentes para la correcta evacuación de la edificación.
- Se investigó de manera extensa las normativas NFPA 101, NFPA 70 y NFPA 72 con el fin de tomar en cuenta el tipo de edificación en la que se realizó el diseño del sistema de detección de incendios y de igual manera conocer de los tipos de riesgo que podrían existir de acuerdo al problema planteado, de igual manera se logró conocer el tipo de dispositivos y materiales necesarios a utilizar de acuerdo a las normativas y a sus respectiva función, todo esto para la mejor toma de decisiones al momento de la elaboración del diseño.
- Se logró explicar de la mejor manera en qué consiste el sistema inteligente de detección de incendios, todos aquellos dispositivos que lo componen y toda la topografía que puede llegar a incorporarse en él, por otra parte, se da a entender que este tipo de sistema inteligente será la solución más tecnológica y lo mejor en el mercado actualmente por todas las funciones que puede llegar a desarrollar y a su vez que es un sistema amigable para el usuario final.
- Se elaboró el diseño del sistema de detección de incendios de acuerdo con lo analizado y estudiado en las normativas NFPA 72, 70 y 101, evaluando cada aposento existente en los planos suministrados por la institución, en conjunto con esta evaluación que se realizó se llega a la conclusión de los dispositivos a utilizar de acuerdo con lo requerido.

- Se definieron los materiales necesarios para el sistema diseñado de acuerdo con la normativa NFPA 70 y NFPA 72, que incluye los materiales para la canalización y cableado del sistema y otros materiales necesarios para la correcta instalación de los dispositivos.
- Se realizó la propuesta del mantenimiento preventivo del sistema diseñado por el tiempo de garantía del equipo apoyándose en lo indicado en la normativa NFPA72 que incluirá todas las tareas necesarias para el correcto funcionamiento del sistema por un periodo de un año con visitas parciales y una frecuente semestral ya que al ser nuevo el sistema, no requerirá de mucha atención, pero con el paso del tiempo las frecuencias de las visitas aumentarán de acuerdo con lo indicado por el fabricante.
- Se realizó el presupuesto del diseño propuesto del sistema de detección de incendios que incluye el suministro, instalación y programación del sistema de detección de incendios para la institución educativa, esto tomando en cuenta todos los aspectos analizados tanto de las normativas NFPA 72, 70 y 101, visita al sitio para evaluación de planos y áreas de análisis, tipo de edificación para la correcta decisión de materiales electromecánicos a utilizar.
- Se realizó el diseño del sistema de detección de incendios para una edificación educacional universitaria que cumpliera con lo indicado en las normativas NFPA 72, 70 y 101, por otra parte, como meta era dar a conocer a la institución la importancia de la implementación de este sistema puesto que el objetivo principal es salvaguardar las vidas humanas de los ocupantes y los bienes inmuebles de la edificación que pueden llegar a tener un costo elevado y también dar a conocer el funcionamiento u operatividad de un sistema inteligente de detección de incendios.

Recomendaciones

De acuerdo con las conclusiones antes mencionadas y a todo lo analizado en el transcurso de la elaboración del trabajo de graduación, se plantean las siguientes recomendaciones para mejorar el diseño:

- Se recomienda la implementación de un sistema de detección de incendios pues en caso de algún conato de incendio el sistema prevendría a los ocupantes de la institución mediante alarmas audio-visuales y con esto proceder a la correcta evacuación del aposento para salvaguardar las vidas humanas.
- Es necesario la existencia de algún tipo de brigada de incendios por parte del personal que labora en la institución para que en caso de algún siniestro sepan cómo actuar y tomar las medidas pertinentes, por ejemplo, elaboraciones de rutas de evacuación rápidas y eficaces.
- De implementar este sistema de detección de incendios u otro se recomendará a la institución la actualización de los planos al 100% ya que según lo visto en sitio y visualizado en planos no se encuentran en su totalidad actualizados, todo esto para que se puede rediseñar de manera exacta y cubriendo todas las áreas de la edificación.
- Se recomienda que el diseño realizado sea evaluado o visado por una persona certificada de acuerdo con la normativa para ser enviado al Colegio de Ingenieros para su aprobación.
- Se recomienda que la ubicación del panel esté ubicada en un lugar donde pueda estar monitoreado de manera esporádica por el encargado del sistema o brigada.
- De requerirlo se podría proporcionar un anunciador remoto al sistema que se podría ubicar en la caseta del guarda pues será un lugar que siempre se encontrará ocupado o vigilado para el mejor monitoreo.
- Se recomienda implementar en cada salida de emergencia o ruta de evacuación la rotulación debida ya sea por medio de iluminación o letreros.

- Se recomienda adquirir un buen plan de mantenimiento del sistema de detección de incendios para así alargar su vida útil y asegurarse el buen funcionamiento del mismo.

CAPÍTULO VI PROPUESTA

Este proyecto pretende dar a conocer a la institución universitaria la importancia y necesidad de la implementación de un sistema de detección de incendios para su edificación, esto con el fin de poder alertar a sus ocupantes de la manera oportuna y eficaz que en caso de existir un conato de incendio se pueda realizar una evacuación rápida del aposento sin que se vean afectadas vidas humanas; asimismo tomar acciones inmediatas ante el incidente y contactar a las autoridades correspondientes para la atención del siniestro con la finalidad de poder disminuir las pérdidas materiales que significaría para la institución un gran daño económico.

Se propone a la institución considerar la implementación del sistema de incendio diseñado ya que se realizó un extenso análisis de las normativas para llegar a la establecer las zonas con riesgo de un incidente. Para ello se propone adquirir un sistema inteligente de detección de incendios para cubrir todas las áreas existentes en el edificio que en resumen serán aulas, auditorio, baños, laboratorios, oficinas administrativas, parqueos, cuartos de aseo, puertas de emergencia, pasillos comunes, cafetería y áreas de descanso.

El sistema contará con los dispositivos adecuados que en la parte de detección serán los detectores de humo, calor, gas y humo-calor encargados de detectar o censar los productos de la combustión; por otra parte, está la notificación que se compone de las luces estroboscópicas y luces estroboscópicas con sirena que se encargarán de alertar mediante señal audio-visual a los ocupantes la necesidad de evacuar la edificación.

Se realiza el presupuesto del sistema para que la institución obtenga un monto aproximado de la solución propuesta y poder escatimar el costo del mismo, incluye todos los materiales necesarios, así como la instalación y programación total.

Por otra parte, se realiza la propuesta de un mantenimiento preventivo para el sistema ya que el objetivo principal de este es el buen funcionamiento y monitoreo del mismo, en caso de darse eventualmente alguna posible falla, poder atender la misma de la manera más rápida y que el sistema opere al 100% a lo largo de su uso, con un buen mantenimiento se alarga la vida útil del sistema.

Para finalizar, se propone no obviar las conclusiones establecidas en este trabajo ya que de implementarse en la institución, el sistema de detección de incendios propuesto, estaría

previniendo a futuro un posible conato de incendio y una afectación a vidas humanas y por ende a bienes materiales de la institución.

Referencias

Almacén Mauro Costa Rica. (2021, 22 enero). TUBO EMT AMERICANO 1.1/2 PULG 38MM.

U.L. Allied - USA. <https://www.mauroenlinea.com/producto/tubo-emt-americano-1-1-2-pulg-38mm-u-1-allied-usa-sku06-0018-allied/>

Campo, J. R. (2018) Buenas prácticas de instalación de tubería y/o canalizaciones en proyectos de seguridad electrónica. TECNOSeguro.

<https://www.tecnoseguro.com/analisis/pro/practicas-instalacion-proyectos-seguridad-electronica>

Carrier. (2021b). Kidde Smoke Alarms – Smoke Detectors – Fire Alarms. Kidde.

<https://www.kidde.com/home-safety/en/us/products/fire-safety/smoke-alarms/>

Carrier.(2021).Edwardsfiresafety.Edwards.

<https://www.edwardsfiresafety.com/Lifelines/Category/Input%20Output>

Centelsa. (2021). Cables para sistemas de alarma contra incendios.

[https://www.centelsa.com/archivos/PLEGABLE-FPLR-FPL-\(baja\).pdf](https://www.centelsa.com/archivos/PLEGABLE-FPLR-FPL-(baja).pdf)

Escuela Nacional de Protección Civil. (2015, marzo). Nociones Básicas de Prevención de Conato de Fuego. México Gobierno de la Republica.

http://www.cenapred.gob.mx/es/documentosWeb/Enaproc/Curso_conato.pdf

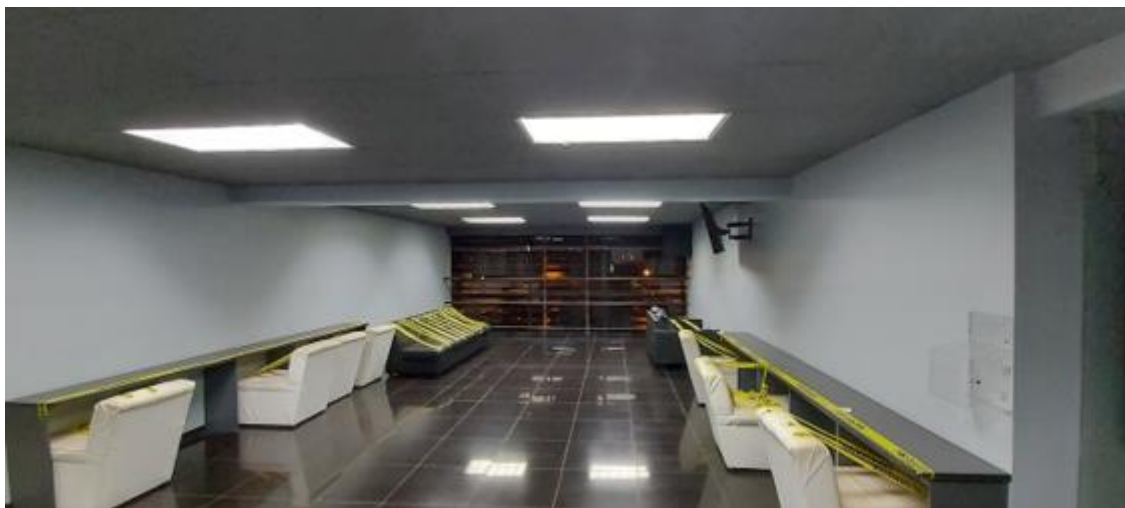
Esparza, F. (2002). Bomberos de Navarra, Nafarroako Suhiltzaileak. Extinción de incendios. Asociación deportiva y cultural de Bomberos de Navarra.

Honeywell. (2021). FireLite. FireLite. <https://www.firelite.com/es-la/Pages/Category.aspx?cat=HLS-FIRELITE&category=Modules>

- Mejia Jervis, Tatiana. (25 de setiembre de 2020). Mantenimiento preventivo: características, tipos, objetivos. Lifeder. Recuperado de <https://www.lifeder.com/mantenimiento-preventivo/>.
- NFPA (2013). NFPA 72® National Fire Alarm and Signaling Code. Quincy, MA: National Fire Protection Association.
- NFPA (2014). NFPA 70®: Código Eléctrico Nacional. Quincy, MA: National Fire Protection Association.
- NFPA (2018). NFPA 101®: Life Safety Code®. Quincy, MA: National Fire Protection Association.
- Nicholson, J. (2008). Decisión Acertada. NFPA Journal en español.
<https://www.nfpajla.org/archivos/edicion-impresa/alarma-deteccion-senalizacion/634-decision-acertada>
- Oreja, C. D. (2019). Nociones básicas de un sistema de detección de incendios. Revista Innovación Seguridad.
https://revistainnovacion.com/nota/10467/nociones_basicas_de_un_sistema_de_deteccion_de_incendios/
- Protección Civil España. (2013). Manual de primera intervención frente al fuego mediante el uso de extintores portátiles y de bocas de incendio equipadas. Dirección General de Protección Civil y Emergencias.
- Soler & Palau. (2019, 15 abril). Sistema contra incendios: medidas de prevención y jet fans | S&P. S&P Sistemas de Ventilación. <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/sistema-contra-incendios/>

Anexos

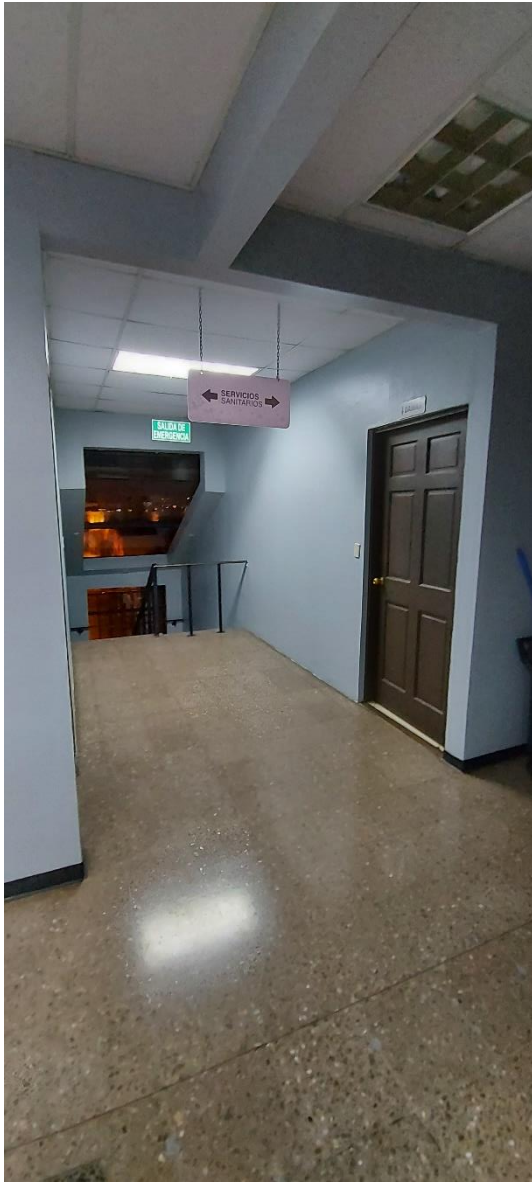
Apéndice A Evaluación de la infraestructura de la institución

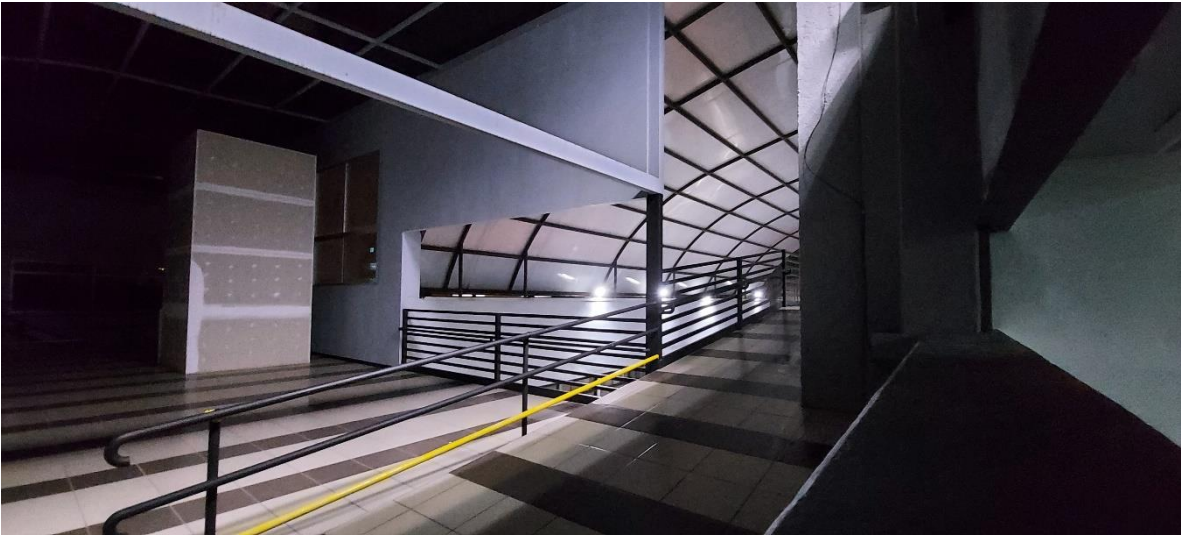


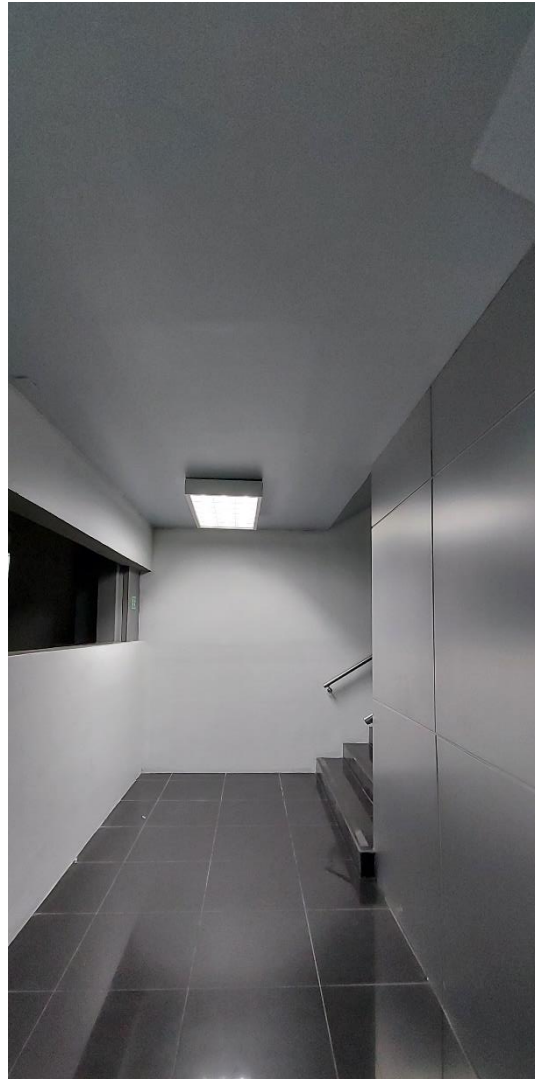






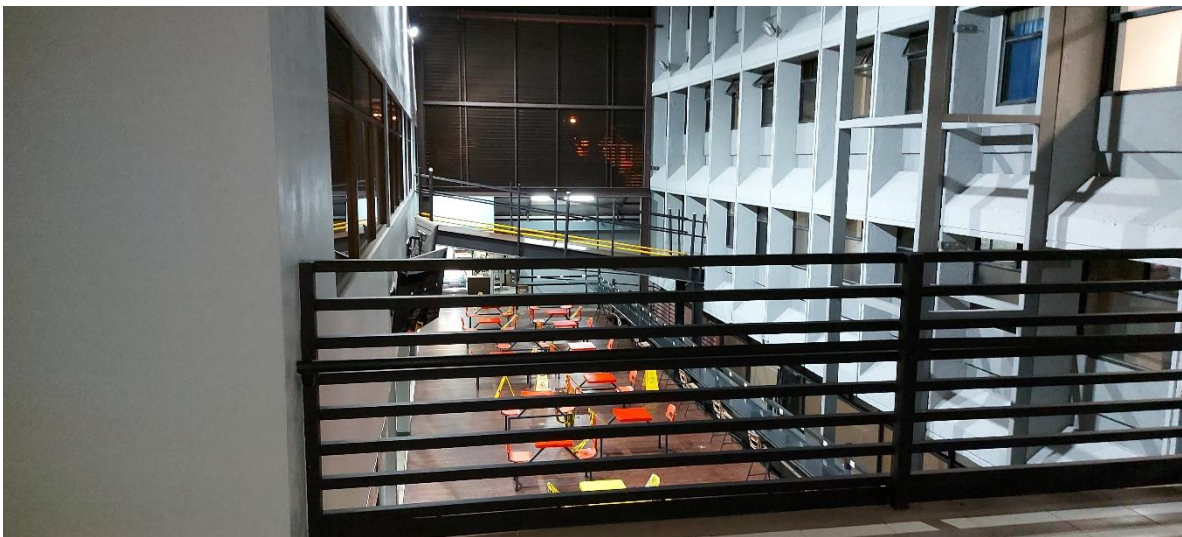


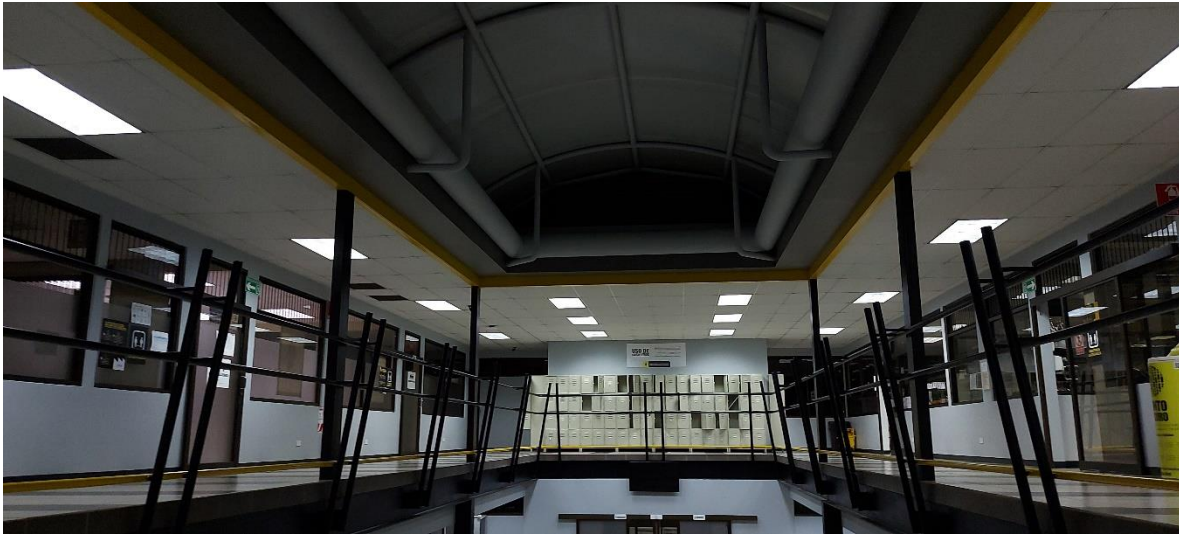














Anexo 1 Fichas técnicas del sistema propuesto.

Fichas técnicas de dispositivos sistema detección de incendios.zip

Anexo 2 Diseño PDF del sistema de detección de incendios.

Diseño sistema de deteccion de incendios PDF.zip