



**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR
EL GRADO DE BACHILERATO EN INGENIERÍA
ELECTROMECÁNICA.**

**“REDISEÑO DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE
INCENDIO DEL HOTEL FIESTA RESORT, EDIFICIO C”**

**ELABORADO POR:
ALEXANDRA KAROLINA SOTO ARIAS**

SAN JOSÉ, ABRIL 2023.

Contenido

Resumen Ejecutivo	1
Capítulo I INTRODUCCIÓN.....	2
Planteamiento del Problema	3
OBJETIVOS	4
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos	4
Justificación	5
Antecedentes.....	6
Limitaciones	11
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	12
2.1. Introducción y conceptos generales de la teoría del fuego.....	13
2.1.1. Fuego.....	13
• Combustible:	13
• Comburente:	13
• Calor:.....	13
• Reacción química en cadena:	14
2.1.2. Componentes del fuego.....	14
• Llamas o flamas:	14
• Humo:.....	14
• Calor:.....	14
2.1.3. Tipos de fuego.....	14
• Fuegos tipo A (sólidos):	14
• Fuegos tipo B (líquidos):.....	14

• Fuegos tipo C (gases):	14
• Fuegos tipo D (metales):	14
• Fuegos tipo E (electricidad):	14
• Fuegos tipo F (grasas y aceites):	15
2.1.4. Fases del fuego.....	15
• Combustión	15
• Precaentamiento	15
• Combustión de gases	15
• Fase sólida.....	15
• Productos de combustión	15
2.1.5. Formas de propagación del fuego	15
• La conducción o el contacto directo.....	15
• La convección	15
• La radiación.....	16
2.1.6. Incendio definición de fase y características	16
2.1.6.1. Fases de un incendio	16
2.1.6.2. Causas de los incendios	17
2.2. Introducción a la normativa internacional de protección contra incendio NFPA y estándares UL.....	18
2.2.1. Normas NFPA	18
2.2.1.1. NFPA 101	19
2.2.1.2. NFPA 1	19
2.2.1.3. NFPA 72	19
2.2.1.4. NFPA 170	20
2.2.2 Estándares UL	20

2.2.2.	Reglamento Nacional de Protección contra Incendios	21
2.2.2.1.	Cuerpo de Bomberos de Costa Rica	21
2.2.2.2.	Reglamento de construcción INVU	22
2.3.	Sistema de detección de incendio.....	22
2.3.1.	Funcionamiento de un sistema de detección de incendios.....	23
2.3.1.1.	Detectores de incendios	23
2.3.1.2.	Central de control y señalización.....	23
2.3.1.2.1.	Dispositivos de notificación.....	24
2.3.2.	Cableado del sistema.....	26
2.3.2.1.	Cableado y circuitos de conexión	27
2.3.2.1.1.	Tipo de cableado Clase A	27
2.3.2.1.2.	Tipo de cableado Clase B	28
2.3.3.	Equipos de detección	28
2.3.3.1.1.	Detector de humo	28
2.3.3.1.2.	Detector térmico.....	28
2.3.3.1.3.	Estaciones manuales	29
2.3.3.1.4.	Módulos de monitoreo	31
2.3.4.	Mantenimiento del sistema de detección de incendio.....	37
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....		39
3.1.	Método de la investigación.....	41
3.2.	Propuesta para el desarrollo del método.....	41
3.3.	Análisis del sistema actual.....	41
3.4.	Acciones para optimizar	42
3.5.	Diagrama de flujo del proceso metodológico.....	42
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....		43

4.1.	Desarrollo	44
4.1.1.	Diseño	44
4.1.2.	Áreas de cobertura	47
4.2.	Análisis de zonas de riesgo matriz de causa efecto	47
5.	Coberturas de dispositivos.....	48
5.1.	Diseño del circuito de detección de incendio	48
•	Cobertura de detectores de humo en habitaciones	49
•	Cobertura de detector de humo en cuarto de baño de habitación.....	54
•	Detector de humo en corredores.....	54
•	Detectores térmicos en área común, ascensor	56
•	Cobertura de estaciones manuales en pasillo	57
•	Cobertura de módulos de control y supervisión.....	58
5.1.1.1.1.	Diseño del circuito de notificación de incendio.....	59
•	Cobertura de dispositivos de notificación visible	60
•	Dispositivos de notificación visible para corredores.....	60
•	Luces estroboscópicas para habitaciones de discapacitados	62
•	Dispositivo audible en corredores	64
•	Cálculo de caída de tensión para dispositivos de notificación en circuito de	
NACS	66	
5.1.1.2.	Resumen de la distribución de los circuitos diseñados del sistema de detección de incendio del Hotel Fiesta Resort, Edificio C.....	70
5.1.1.3.	Alimentación del sistema de detección de incendio	71
5.1.1.3.1.	Cálculo de capacidad de baterías para alimentación secundarias	72
	74
	75

5.1.1.4.	Diseño de ruta del cableado y tubería	76
5.1.1.5.	Planos sistema de detección de incendio	77
5.1.2.	Componentes del tablero del sistema de detección de incendio	78
5.1.2.1.	Conexión de módulos y tarjetas a utilizar en el panel modular del sistema de detección de incendio	78
•	ZIC-4A	79
•	XDLC	81
•	NIC-C	82
•	SSD.....	84
•	PSC-12	85
•	PTB.....	86
•	CC-5	87
5.1.3.	Direccionamiento de los dispositivos	88
5.1.4.	Programación sistema de detección de incendio	89
5.1.5.	Mantenimiento	97
5.1.5.1.	Ruina de mantenimiento preventivo	98
5.1.5.2.	Informe de mantenimiento preventivo.....	99
5.1.7.	Costos de implementación sistema de detección de incendio	105
5.1.7.1.	Oferta de equipo diseñado.....	105
5.1.7.2.	Oferta de instalación de equipo.....	106
5.1.7.3.	Oferta de cableado a utilizar	106
5.1.7.4.	Oferta de mantenimiento.....	107
5.1.7.5.	Oferta de inversión de proyecto.....	108
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		109
Conclusiones.....		110

Recomendaciones	111
Referencias Bibliográficas.....	112
Bibliografía.....	112
ANEXOS	113
ANEXO 1: CERTIFICACION NFPA 72	114
ANEXO 2: CERTIFICACION SIEMENS, CERBERUS PRO	115
ANEXO 3: COBERTURA DE DETECTOR DE HUMO, PISO.....	116
ANEXO 4: COBERTURA DE DETECTOR DE HUMO, PISO 2.....	117
ANEXO 5: COBERTURA DE DETECTOR DE HUMO PASILLOS, PISO 1	118
ANEXO 6: COBERTURA DE DETECTOR DE HUMO PASILLOS, PISO 2 y 3....	119
ANEXO 7: COBERTURA DE DETECTOR TERMICO ASCENSOR PISO 1	120
ANEXO 8: COBERTURA DE DETECTOR TERMICO ASCENSOR PISO 2 y 3 ...	121
ANEXO 9: COBERTURA DE ESTACION MANUAL, PISO 1.....	122
ANEXO 10: COBERTURA DE ESTACION MANUAL, PISO 2, 3.....	123
ANEXO 11: COBERTURA DE LUZ ESTROBOSCOPICA PISO 1	124
ANEXO 12: COBERTURA DE LUZ ESTROBOSCOPICA PISO 2 Y 3	125
ANEXO 13: COBERTURA DE LUZ ESTROBOSCOPICA CON SIRENA PISO 1	126
ANEXO 14: COBERTURA DE LUZ ESTROBOSCOPICA CON SIRENA PISO 2 Y 3.....	127
ANEXO 15: SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIO PISO 1	128
ANEXO 16: SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIO PISO 2.....	129
ANEXO 17: SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIO PISO 3.....	130
ANEXO 18: UNIFILAR Y DECRIPCION DEL SISTEMA.....	131
ANEXO 19: DESCRPCION DE INSTALACION DE DISPOSITIVOS.....	132

Resumen Ejecutivo

El presente trabajo se desarrolla en el edificio C del Hotel Fiesta Resort, Puntarenas, Costa Rica; donde actualmente se cuenta con un sistema de detección de incendios que fue instalado hace más de 10 años, por lo que sus dispositivos presentan múltiples problemas; además, la marca instalada ha descontinuado el modelo del mercado, por lo que también dificulta la compra de repuestos.

Debido a lo anterior, se realiza un rediseño del sistema de detección de incendios tomando en cuenta la norma NFPA72 para hacer el diseño y los cálculos respectivos, con el fin de lograr un funcionamiento óptimo del sistema y utilizar una norma más actualizada. El proyecto se elabora por lapsos, ya que, a través de varias reuniones con el hotel, indican que, debido a la temporada, afectan factores como el presupuesto y ocupación porque reciben alta cantidad de huéspedes, por lo que no se puede limitar el tipo de negocio.

Una vez terminado el análisis para el rediseño del sistema de detección de incendios, se le entrega a la empresa dicha propuesta junto con un planeamiento de trabajo, los cuales sirvan como una alternativa para el cambio del sistema actual que presenta problemas por el tipo de modelo antiguo y otras problemáticas.

Después de un acuerdo, se procede a instalar el sistema de detección acorde al rediseño tomando en cuenta todas las nuevas recomendaciones dadas. Las recomendaciones hechas en el rediseño están basadas en la norma antes mencionada para así lograr una detección óptima en hoteles, garantizando la seguridad de todas las personas que a diario visitan las instalaciones. Finalmente, es importante recordar que el principal fin de la norma NFPA 72 es proteger la vida humana.

Capítulo I INTRODUCCIÓN

Planteamiento del Problema

¿Cuál es el proceso para realizar un rediseño de un sistema de detección de incendios más moderno y cuáles recomendaciones se deben tomar en cuenta para garantizar la seguridad humana en las instalaciones del hotel, realizando una instalación óptima de un sistema de alarmas que sea amigable con el tipo de negocio?

OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar el estado actual del sistema de detección de incendios del edificio C del Hotel Fiesta Resort, con el fin de mejorar y rediseñar el sistema por uno más moderno, para garantizar un buen trabajo de detección y así proteger a los ocupantes apoyados en la norma NFPA72.

Objetivos específicos

- Realizar la certificación en la norma NFPA 72 y programación del sistema de detección de incendios Siemens Cerberos Pro, para un adecuado diseño.
- Analizar el funcionamiento actual de detección para identificar falencias y definir prioridades por corregir con el fin de garantizar una detección de incendios temprana y efectiva.
- Resolver la problemática de longevidad del sistema, el cual está obsoleto y que por factores de tiempo y clima ha experimentado deterioro, sin dejar de lado las fallas causadas por el mal manejo del personal no capacitado.
- Elaborar el diseño y realizar la memoria de cálculo del rediseño del sistema de detección de incendio corrigiendo las fallas de diseño encontradas en el análisis previo.
- Suministrar una oferta con el costo actual para implementar el nuevo diseño del sistema de detección de incendios del edificio C.

Justificación

Al pasar el tiempo, los sistemas se deben ir renovando, ya que cada vez surgen mejoras, los equipos se dañan, causando fallas y se les deja de dar soporte a causa de los sistemas más nuevos; lo cual causa problemas a la hora de encontrar repuestos o darle el mantenimiento adecuado. Esto es una problemática que se presenta en uno de los lugares que más frecuenta la investigadora en el ámbito laboral, como encargada de mantenimiento de equipos de detección de incendios en el Hotel Fiesta Resort.

En los informes de mantenimiento, se ha hecho la observación a la administración del hotel sobre el estado del sistema de detección de incendios del edificio C; se les da a conocer sobre problemas como el mal funcionamiento del sistema, que el diseño está basado en una norma desactualizada, falsas alarmas, equipos desconectados, puentes de cableado eléctrico como *bypass* de falla, además de lo longevo del sistema. Esto hace que sea difícil encontrar repuestos y causa que sean de un costo muy elevado.

El principal problema es que el sistema, al estar ubicado en un hotel, debe garantizar la seguridad de las personas que se encuentran en ahí, tanto las que se hospedan como las que trabajan. Este es el principal objetivo de la norma NFPA72. Sin embargo, en este caso, ante una emergencia de incendio, es muy probable que no cumpla con su función de detección.

Debido a lo anterior, se lleva a cabo un rediseño e instalación parcial del sistema de detección de incendio tomando en cuenta la norma NFPA72, para realizar la base del diseño y los cálculos respectivos para un funcionamiento óptimo del sistema. Se desarrolla de manera parcial, debido al presupuesto y a la ocupación del edificio a lo largo del proyecto, tomando en cuenta factores de presupuesto para compra de equipo y nivel de ocupación del hotel durante los días de trabajo.

Antecedentes

INSTITUCIÓN: Pontificia Universidad Católica de Perú.

TÍTULO: Diseño de un sistema de detección de incendio y alarma de incendios para una planta pesquera.

AUTOR: Ronald Jhoel Cerna Quispe.

FECHA: Lima, 2020.

En el trabajo denominado: *Diseño de un sistema de detección de incendio y alarma de incendios para una planta pesquera*, uno de los objetivos principales fue: “Diseñar un sistema capaz de detectar un posible incendio descontrolado en una planta pesquera (interiores, almacenes y exteriores) y que a su vez pueda alarmar a las personas acerca del mismo para que se tomen acciones al respecto”. Al concluir este proyecto, el autor llegó a la conclusión de que, con el diseño desarrollado y su correcta implementación en todas las plantas pesqueras del Perú, podría ayudar a detectar un incendio en su fase inicial; de modo que se pueda alertar al personal encargado para que tomen las medidas adecuadas como la evacuación del personal y extinción del amago de incendio. Además, se cumplió con el objetivo de no superar los 600 000 nuevos soles para la implementación de este sistema.

INSTITUCIÓN: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Industrial, carrera de Ingeniería Industrial.

TÍTULO: Diseño de un sistema contra incendios en el Departamento de Alumbrado Público de la Corporación Nacional de Electricidad - Unidad de Negocios Guayaquil, de acuerdo con las normas internacionales NFPA 850, NFPA 70 y NFPA 72.

AUTORES: Erika Paola Vera Lara.

FECHA: Ecuador, Guayaquil, 2022.

El principal objetivo de esta propuesta es diseñar un sistema contra incendios, el cual cuente con la capacidad de respuesta necesaria ante una emergencia de incendio donde podría exponerse tanto el personal que labora como las personas que visitan estas instalaciones y así facilitar las funciones del Benemérito Cuerpo de Bomberos ante un evento de este tipo. Además, demostró un resultado del análisis del costo/beneficio donde se evidenció un beneficio de \$ 9.57 por cada dólar de inversión.

INSTITUCIÓN: Universidad Antonio Nariño.

TÍTULO: Diseño e implementación de un sistema de detección de incendios basado en la norma NFPA-72, para la empresa Inversiones en proyectos y soluciones Los Andes S.A.S IMPROSOL.

AUTOR: Wilmer Jhovany Bohórquez Pulido.

FECHA: Colombia, Tunja, 2020.

El autor, en su primer objetivo específico, hace énfasis en identificar las normas y estándares que rigen los sistemas de detección de incendio en su país de origen; una de las cuales corresponde a aquella en la que se basa este proyecto: NFPA72. Se explica su función y alcance, el cual es brindar información específica en forma de datos tanto en el área de diseño como de aplicación, instalación, desempeño, inspección, prueba y mantenimiento de los sistemas de alarma de incendio. De la misma manera, el autor concluye la importancia de realizar proyectos con un estricto seguimiento de la norma, con el fin de minimizar los riesgos a los que se exponen los usuarios, siempre y cuando el diseño sea basado en los parámetros del tipo de edificio y función.

INSTITUCIÓN: Escuela Politécnica Nacional.

TÍTULO: Diseño de un sistema de detección y alarma contra incendios basado en el Reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios para la empresa AXXIS Hospital.

AUTOR: Guido Alonso Yungan Pintang.

FECHA: Ecuador, Quito 2016.

En la obra, el autor, en el capítulo 2, punto 7, introduce a los sistemas de alarmas contra incendios, definiendo su principal función, la cual es detectar y localizar de una manera automática un incendio poniendo en marcha también una secuencia de planes de prevención. Dichos planes vienen incorporados al sistema de detección, como son los sistemas de extinción de incendios. El creador también presenta una serie de tipos de sistema como son los convencionales, que son ambientes caseros o comerciales y también los sistemas inteligentes que reconocen a los dispositivos conectados en él, a través de una dirección.

También el autor explica, de una manera clara, los dispositivos que se pueden encontrar en una red de detección de incendio, los cuales es importante conocerlos en la parte técnica y funcional, para poder sacar un mejor provecho en cuanto al uso de los equipos. Así mismo, enseña

los diferentes tipos de detección para la misma magnitud física, por ejemplo, los detectores de humo, mostrando los diferentes tipos de sensores de detección, por ejemplo, por ionización, has proyectado, fotoeléctrico, muestra de aire, imagen de video o por conducto. Lo mismo hace con los detectores de calor, de manera que da las recomendaciones necesarias de escogencia de equipo acorde a la necesidad.

INSTITUCIÓN: Universidad de Cuenca.

TÍTULO: Estudio de los riesgos de accidentes laborales y de incendios en el Hotel Dorado, orientado al diseño de procedimientos de la seguridad ocupacional del mismo.

AUTOR: Tola Maldonado, Paúl Andrés.

FECHA: Ecuador, 2020.

E trabajo tiene como objetivo proporcionar una guía técnica en el ámbito de la seguridad y salud laboral, desarrollando procedimientos para reducir al máximo los riesgos laborales a los que está expuesto el personal de la empresa. Básicamente, contiene el plan de emergencia y evacuación contra incendios, así como conceptos básicos relacionados al tema de incendios. Se indican las principales causas de incendios en los hoteles, los equipos de detección y extinción que dispone el hotel para enfrentarlos y, por último, se muestran los planos de evacuación de emergencia.

INSTITUCIÓN: Tecnológico de Costa Rica.

TÍTULO: Incorporación de las condiciones de seguridad humana y protección contra incendios en la fase de diseño del nuevo edificio de residencias estudiantiles del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

AUTOR: Zeidy Marín Murillo.

FECHA: Costa Rica, 2020.

En la obra, profundizan la importancia de la incorporación de especificaciones técnicas de seguridad humana y protección contra incendio en la fase de diseño. La autora muestra lo indispensable que es el seguimiento de normas y manuales tanto principales como complementarias para garantizar la seguridad del personal que habita la edificación, ya sea de forma temporal o permanente. También explica los lineamientos generales necesarios para la administración de la

seguridad humana y protección contra incendio, una vez ocupado el edificio. Debido a que es necesario que, en todo edificio destinado a la ocupación masiva de personas, se establezcan protocolos y programas de seguimiento para asegurar la eficacia de las disposiciones que se diseñen y así poder reducir o eliminar el riesgo y las pérdidas humanas.

INSTITUCIÓN: Tecnológico de Costa Rica

TÍTULO: Propuesta de programa de seguridad humana ante incendio en el estacionamiento del Condominio Mall San Pedro.

AUTOR: Alexa Vives Camacho.

FECHA: Costa Rica, 2016.

En el trabajo, la autora se basa en la norma NFPA 101 y normas asociadas, para así dar a conocer la relación y la importancia de conocimiento de las normas para un diseño correcto, uniendo la parte de detección con la de señalización e iluminación, con el fin de que, ante cualquier circunstancia, se pueda seguir el procedimiento de evacuación dado por la entidad. Con el correcto diseño, se asegura un funcionamiento adecuado para el tipo de estructura del edificio y, de una manera exitosa, poder integrar todas las partes de un sistema de detección de incendio para cumplir la tarea de proteger la vida de las personas.

INSTITUCIÓN: Universidad de Costa Rica.

TÍTULO: Diseño del sistema de protección contra incendio y evacuación, para edificios de Comisión de Régimen Académico de la Universidad de Costa Rica.

AUTOR: Hugo Andrés Miranda Rojas y Lorenzo Antonio Bolaños Murillo.

FECHA: Costa Rica, Alajuela, 2020.

Los autores muestran descripciones técnicas y ofertas de los dispositivos del sistema de detección y alarma de incendio. Concluyen con propuestas iniciales que sirven de soporte para el estudio de costo y beneficio que implica la construcción del sistema; además, detallan los resultados obtenidos en el cálculo del sistema de detección temprana por aspiración de humo.

INSTITUCIÓN: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

TÍTULO: Programa para la incorporación de la seguridad humana y protección contra incendios en la Planta Industrial Tico 2 de la empresa Tico Electronics TPE S.A.

AUTOR: Fiorella López Cordero.

FECHA: Costa Rica, Alajuela, 2021.

El diseño de la propuesta se basa en los lineamientos establecidos en el Manual del Benemérito de Cuerpo de Bomberos de Costa Rica y el conjunto normativo de National Fire Protection Association (NFPA), los cuales se establecen como la normativa de referencia a nivel nacional, generando protocolos para los brigadistas y los colaboradores. Así mismo, se brinda una guía para desarrollar actividades preventivas y correctivas, con la finalidad de que el personal de planta conozca cómo actuar en caso de emergencia por incendio y así generar una respuesta rápida y segura en caso de emergencia.

INSTITUCIÓN: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

TÍTULO: Programa para la mejora de las condiciones de seguridad humana contra incendios en el área de producción de la empresa Agrep Forestal S.A., en Muelle de San Carlos.

AUTOR: Jean Carlos Guillén Salazar.

FECHA: San José, Cartago, 2021.

Este estudio determina los requerimientos para la formulación de un programa para la mejora de las condiciones de seguridad humana contra incendios en la planta de producción de la empresa Agrep Forestal S.A., en Muelle de San Carlos; además de evaluar las condiciones de vulnerabilidad en seguridad humana contra incendios de la planta de producción de Agrep Forestal S.A., según las regulaciones establecidas por la NFPA y el Manual de Disposiciones Técnicas Sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios.

Finaliza con la conclusión de que, con la implementación del programa de mejora de las condiciones de seguridad humana contra incendios en Agrep Forestal S.A., se garantiza a sus colaboradores que las condiciones de protección son las adecuadas, en caso de que se presente un evento de incendio.

Limitaciones

El tiempo de la ejecución es un limitante, dado que solo se cuenta con dos cuatrimestres.

No se cuenta con los planos del diseño del sistema de detección de incendio que se encuentra actualmente, lo que dificulta que se pueda determinar el paso de la tubería. Tampoco se puede dejar de lado la falta de los cálculos necesarios del proyecto como las caídas de tenciones, cálculos de baterías, entre otros.

Una gran limitante al realizar la migración será la ocupación del hotel, ya que se deberá realizar un plan o cronograma diseñado específicamente para no perjudicar los ingresos de las instalaciones.

También se debe tomar en cuenta el gran costo de los equipos, ya que otro limitante será la parte económica, por lo que se debe realizar lo necesario para que este sistema funcione correctamente y sin generar un gran impacto en ese sector.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. *Introducción y conceptos generales de la teoría del fuego*

2.1.1. Fuego

El fuego es un grupo de partículas incandescentes de materia combustible. Se da como resultado de una reacción química conocida como combustión; esta reacción sucede cuando ocurre una oxidación violenta y las partículas despiden energía calórica y lumínica. Es decir, son gases incandescentes que forman parte de una reacción exotérmica que despiden energía y ocurre un cambio de materia. Por ejemplo, si se quema madera, como resultado se obtienen cenizas.

Cuando se ve el fuego en su versión lumínica, se observa en forma de llamas; mientras que el humo son las partículas que ya no tienen la capacidad de emitir luz. El fuego puede ser resultado de las actividades realizadas diariamente, algunas veces de manera accidental, como un rayo que impacta un árbol o un derrame de líquido inflamable, también puede ser ocasionado al prender un encendedor.

Sin importar la forma en que sea ocasionado, el fuego necesita tres elementos que deben reaccionar e interactuar en cadena, los cuales son:

- **Combustible:** es el elemento en el cual sucede una oxidación violenta, los combustibles se presentan en diferentes estados de la materia, ya sean de una forma gaseosa o líquida. Algunos pueden oxidarse más rápido que otros, es decir, se oxidan mucho más rápido cuando entran en contacto con el oxígeno y el calor.
- **Comburente:** es el que sostiene la combustión haciendo arder al combustible, esto sucede ya sea con llama o sin ella. En los lugares sin oxígeno, no puede suceder una combustión sin este, el cual cumple el papel de comburente. El comburente es el elemento que va a facilitar la combustión de otros.
- **Calor:** se produce cuando una energía de activación dispara la interacción del comburente con el combustible, un ejemplo puede ser una chispa eléctrica o un roce como ocurre con los fósforos.

- **Reacción química en cadena:** es cuando ocurren una serie de eventos químicos como lo es la mezcla de oxígeno con el combustible que libera radicales libres, debido a la oxidación. Esta reacción sucede hasta que se acabe alguno de los insumos.

2.1.2. Componentes del fuego

El fuego se compone de la siguiente manera:

- **Llamas o flamas:** es la parte luminosa del fuego, emite luz de distintos colores dependiendo de las sustancias que ardan, por ejemplo, blanca, azul o amarilla. El color depende del rango de la temperatura.
- **Humo:** cuando las partículas ya no pueden seguir interactuando en el proceso de combustión, se vuelven más ligeras que el aire, por lo que ascienden. Su color depende de la naturaleza de los materiales.
- **Calor:** el fuego genera energía lumínica y, a su vez, calórica, producto de una reacción exotérmica, esto debido a un exceso de energía en el ambiente, la cual debe liberarse afectando materia a su alrededor.

2.1.3. Tipos de fuego

El fuego, comúnmente, se clasifica gracias a la naturaleza del combustible:

- **Fuegos tipo A (sólidos):** producto de los materiales inflamables que forman brasas orgánicas como telas, papel madera y otros.
- **Fuegos tipo B (líquidos):** cuando hay presencia de líquidos inflamables como la pintura, alcohol, gasolina y otros solventes.
- **Fuegos tipo C (gases):** producido por gases inflamables y explosivos como el gas natural o el metano.
- **Fuegos tipo D (metales):** hay metales que, al entrar en contacto con ciertas sustancias como agua u otras, producen reacciones violentas, por ejemplo, el sodio el magnesio o potasio.
- **Fuegos tipo E (electricidad):** cuando se producen sobrecargas que generan calor, debido a malas instalaciones o uso inadecuado.

- **Fuegos tipo F (grasas y aceites):** son más comunes en cocinas, este tipo tiene una categoría aparte, ya que responde a otro tipo de extintores. Estos materiales deben ser de uso controlado para cocinar alimentos.

2.1.4. Fases del fuego

- **Combustión:** la combustión surge cuando un material se oxida a alta temperatura y deja sales minerales o cenizas como resultado.
- **Pre calentamiento:** es cuando ocurre un aumento de temperatura en la fuente de calor. Cuando adquiere 100 grados, la humedad se convierte en vapor. Además, cuando ocurre un aumento, los compuestos volátiles de las resinas comienzan a evaporarse.
- **Combustión de gases:** cuando ocurre un aumento de temperatura hasta los 300° o 400° C, se inicia la gasificación e ignición de los componentes estructurales y del material combustible. La temperatura continúa en aumento constante hasta los 500° / 600° C; cuando ocurre este aumento, la combustión sigue por sí sola, aun si se retira la fuente de calor, a este punto se emiten gases no quemados, vapor de agua y humos fuertes.
- **Fase sólida:** es cuando ocurre una característica común de madera ardiendo con llama propia de color azulado, por lo general, produce poco humo y baja emisión de gases de carbono. Cuando termina la combustión, ya no queda nada de combustible y solo se ven cenizas.
- **Productos de combustión:** es el humo y se producen por los gases resultantes de las reacciones en cadena como el vapor o el dióxido de carbono.

2.1.5. Formas de propagación del fuego

Se puede propagar de tres formas básicas y distintas durante un incendio.

- **La conducción o el contacto directo:** es cuando se transfiere calor a través de un conducto o por el contacto entre dos cuerpos. El calor pasa desde un cuerpo que posee una temperatura más elevada a otro que no tenga mucha temperatura a través del contacto, el segundo objeto obtiene un traspaso de calor y así aumenta su temperatura.
- **La convección:** se da cuando, al presentarse un incendio, siempre va a suceder una emisión de humos que se presentan como resultado de la combustión. Estos gases y humos presentan la característica de ser más livianos que el aire, haciendo que estos fluyan a las

partes más elevadas llevándose consigo las altas temperaturas producidas por la combustión.

- **La radiación:** se da cuando el calor se propaga en todas direcciones afectando todo en sus cercanías, lo que ocasiona que, a través del tiempo y de la constancia del flujo de calor, llegue a producir la combustión de ellos y propagar el fuego a otros lugares.

2.1.6. Incendio definición de fase y características

Es importante clarificar que fuego e incendio no son lo mismo. El fuego tiene una etapa primeriza, la cual puede controlarse de distintas maneras con extintores u otras; mientras el incendio surge cuando el fuego se propaga en el ambiente y alrededores de una manera no controlada.

Un incendio puede producirse por fallas eléctricas en cables y terminales, flamas abiertas como sopletes, rayos eléctricos, rayos solares, combustión espontánea y comprensión de aire dentro de un espacio vacío. Este se genera cuando hay un medio de propagación antes mencionado, como la conducción, radiación y la convección.

2.1.6.1. Fases de un incendio

El incendio comienza cuando hay una fuente de tamaño significativo que, al paso de tiempo, ya sean minutos o segundos de originado, pasa de ser un conato a un incendio declarado.

Fuego incipiente: cuando está en esta etapa, los lugares cercanos se llenan de energía calorífica, se llenan a ritmo lento. En el lugar y alrededores, hay bastante oxígeno y la temperatura se encuentra en 38 grados aproximadamente. Con este tipo de fuego, se produce mucho monóxido de carbono, vapor de agua y otros gases, haciendo que la temperatura suba y se acumule en el lugar más alto.

Combustión libre: en esta etapa, se tiene una dificultad para respirar, las condiciones ambientales en el lugar se tornan difíciles y pesadas para supervivencia humana. La temperatura aumenta más rápido y puede llegar hasta los 700° C.

Además, en esta etapa es crucial que ya no se encuentren personas en el lugar, porque la presencia de oxígeno en el aire disminuye de una manera notoria, además, el incendio involucra más combustible y presencia de gases dañinos.

Fuego atente: es cuando el fuego se desarrolla completamente y este arde de manera violenta consumiendo fuentes de suministro de oxígeno y combustibles.

En esta etapa, se obtienen llamas masivas y con temperaturas superando los 300° C, sucede una deficiencia de oxígeno, por lo que la respiración normal de cualquier ser vivo no es posible y se expone a una explosión de humo. Cuando se encuentra en esta etapa, el fuego se logra controlar por la demanda de oxígeno que se tiene que alimentar y no por la cantidad de combustible. Suceden también colapsos en el lugar del incendio haciendo que puedan ocurrir otros percances como derrumbes, caídas, etc.

Decadencia: cuando el combustible se ha acabado, se entra a la etapa llamada decadencia, donde se extingue naturalmente con el tiempo, gracias a la ausencia de algún combustible o falta de oxígeno.

2.1.6.2. Causas de los incendios

Según las estadísticas del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, las causas más comunes de un incendio en el territorio nacional son:

Daño en el sistema eléctrico: estos daños son provocados por elementos que proveen electricidad como tomacorrientes, apagadores, disyuntores y cables. Por lo general, estos incendios se producen por el no cumplimiento del Código Eléctrico Nacional, la falta de mantenimiento, componentes no certificados, prácticas inadecuadas e instalación de sistema eléctrico por parte de personas no calificadas. Parte de estos daños en el sistema eléctrico también se produce por electrodomésticos como televisores, refrigeradores, cocinas, secadoras, etc. Esto agrega un consumo adicional al diseño de la red eléctrica original del lugar; además, dichos consumos extras generan una sobrecarga que aumenta el riesgo de incendio por el calentamiento de los conductores. Este tipo de incendios son más probables cuando los conductores están expuestos a una superficie combustible.

Llama abierta/chispas generadas por trabajos de corte/soldadura: los trabajos en los que se utiliza una fuente de calor como la llama de un soplete, soldadura o corte de metal general, temperaturas altas en los materiales involucrados y aledaños. Estos trabajos tienen mucha probabilidad de generar incendios cuando las medidas de prevención al realizar esas labores no son utilizadas; es necesario remover materiales combustibles como cartón, papel y plástico del área de trabajo. En caso de no ser posible, será necesario cubrir el lugar de trabajo con materiales aislantes.

Fugas de gas: los lugares que cuentan con instalaciones de gas son propensos a incendios, cuando estas instalaciones no cuentan con dispositivos como mangueras certificadas

o listadas para gas LP. También aumenta la probabilidad la falta de reguladores de presión en la salida del cilindro de gas e instalación de cilindros en lugares de poca ventilación, así como instalación de cilindros cerca de quemadores u otras fuentes de ignición.

Fumado: las pipas, cigarros y fósforos de encendido pueden causar incendios, debido al descuido de apagarlos mal o un incorrecto trato del desecho de fumado, pueden causar incendios. Es importante saber que la temperatura de un cigarro oscila aproximadamente entre los 290 °C y los 420°, siendo una fuente de calor ideal para encender materiales como papeles, cartones, plásticos, etc. (Cuerpo de bomberos Costa Rica, 2020).

2.2. Introducción a la normativa internacional de protección contra incendio NFPA y estándares UL

2.2.1. Normas NFPA

La NFPA es una organización fundada en 1896 que estuvo conformada inicialmente por los representantes de las compañías de seguros, encargándose de crear normas y requisitos mínimos para la prevención de incendios. Esto cambió en 1904 permitiendo participar a otros sectores de la industria, como lo fue el primer departamento de bomberos de la ciudad de Nueva York en 1905.

En la actualidad, su sede central está ubicada en Quincy, Massachusetts, Estados Unidos, donde un grupo de más de 6000 voluntarios representantes de compañías de seguros, bomberos, consumidores, industrias, entre otros, crean y supervisan más de 300 códigos y normas. De esta manera, crean el documento integrado de muchas normas, las cuales se encuentran relacionadas o se apoyan entre sí con el mismo objetivo, que es la seguridad o salvar vidas humanas ante el evento de un incendio. Además, estas normas se encuentran basadas en la experiencia de profesionales que se dedican a la protección contra incendio, bomberos, personal de emergencias, fábricas que realizan los dispositivos de prevención, entre otros. Así mismo, a estas se les realiza una actualización normalmente en un periodo de cada tres años, cuando se reúne un comité de asesoramiento para cada norma, para luego proponer los cambios y, por último, hacerlo público realizando las actualizaciones (Cuerpo de bomberos Costa Rica, 2020).

2.2.1.1. NFPA 101

Con la norma NFPA 101, se informa sobre temas relacionados a la seguridad humana, como lo son requerimientos en edificaciones para una correcta evacuación y sistemas adecuados según la infraestructura para la prevención de incendios.

2.2.1.2. NFPA 1

Un sistema de protección contra incendios es aquel que se diseña para mitigar los efectos de un posible conato de incendio dentro de una estructura. La NFPA 1 establece que el propósito es prescribir los requisitos mínimos necesarios para establecer un nivel razonable de seguridad contra incendios, de seguridad humana y protección de propiedades.

2.2.1.3. NFPA 72

El desarrollo de las normas de señalización de NFPA se remonta a 1898 con la formación del Comité sobre Alarmas de Incendio Termoeléctricas. La edición 1905 de NBFU 71A, Reglamentación y Requisitos del Consejo Nacional de Aseguradores Contra Incendios para la Construcción, Instalación y Uso de Sistemas de Señalización Utilizados para la Transmisión de Señales que Afectan el Peligro de Incendio, tal como lo recomienda la Asociación Nacional de Protección Contra Incendios, y los documentos relacionados que datan de 1903, se encuentra dentro de las primeras normas de señalización publicadas junto con la National Fire Protection Association. Por su parte, las normas posteriores a las antes mencionadas se han consolidado en el Código Nacional de Alarmas de Incendio.

En la actualidad, la NFPA 72 se actualiza cada 3 años, aproximadamente. La edición original es en el idioma inglés; luego de esto, se traduce al español para que pueda ser publicada y usada; pero, aun así, ante cualquier eventualidad, la norma en la cual se rige es inglés, ya que puede presentar algún error en la interpretación de la traducción.

Esta norma abarca la aplicación de cada componente del sistema como la instalación indicando coberturas y ubicaciones de montaje, con las respectivas medidas para su buena instalación, junto con el requisito del mantenimiento para la supervisión del estado de los

componentes; además de ayudar a alargar la vida útil de los sistemas de detección de incendio. También indica la clasificación de estos sistemas en los siguientes:

1. Sistemas de alarma de incendio para el hogar.
2. Sistemas de alarma de incendio de predios protegidos/instalaciones protegidas.
3. Sistemas de alarma de incendio de estaciones de supervisión.

2.2.1.4. NFPA 170

La edición de 1999 de NFPA 170 representa la culminación de un esfuerzo para cambiar cuatro documentos separados que cubrían símbolos de protección contra el fuego con propósitos diversos. Estos documentos son:

NFPA 171, Public Fire safety Symbols

NFPA 172, Fire Protection Symbols for Architectural and Engineering Drawings.

NFPA 174, Fire Protection Symbols for Risk Analysis Diagrams

NFPA 178, Symbols for Fire Fighting Operations

El Comité Técnico en Símbolos para Protección contra el Fuego considera que, poniendo todos los símbolos en un solo documento, hace más fácil para el usuario encontrar aquellos más apropiados para su aplicación. También elimina duplicidades entre ellos y, eventualmente, otros documentos de la NFPA.

Esta norma ayuda a recolectar toda la simbología de las antiguas normas antes mencionadas y unificarlas en un solo documento, ayudando a la reducción de costos, al solo comprar una norma en vez de cuatro con la misma información. Así mismo, facilita el manejo de datos para la implementación del diseño en el sistema de detección de incendio, sistemas a base de agua, sistema eléctrico, entre otros, así como las rotulaciones requeridas para emergencias y evacuaciones.

2.2.2 Estándares UL

Underwriters Laboratories (UL) fue fundado por William Henry Merrill en 1894, a inicios de su carrera como ingeniero electricista en Boston. Él, en 1893, fue enviado por una compañía

de seguros de incendio a la Exposición Mundial Colombina de Chicago, para investigar y estimar riesgos, por lo que consideró necesario realizar pruebas en los materiales de construcción. Al ver el gran potencial en este campo, decidió permanecer en Chicago para así fundar Underwriters Laboratories. La cual se encarga en la actualidad de elaborar normas de seguridad para aparatos y componentes eléctricos, ofreciendo certificación relacionada con la seguridad, validación, pruebas, auditorías, entre otras, a un grupo amplio de clientes, siendo algunos de ellos fabricantes, quienes ofrecen sus servicios en sus oficinas en más de 46 países.

2.2.2.Reglamento Nacional de Protección contra Incendios

2.2.2.1. Cuerpo de Bomberos de Costa Rica

La Normativa NFPA es de aplicación obligatoria según lo establecido en el artículo 66 del Decreto N.º 37615-MP, Gaceta N.º 66 del 05 de abril del 2013; organismo internacional especializado en materia de prevención, seguridad humana y protección contra incendios (Cuerpo de bomberos Costa Rica, 2020).

En el Reglamento de Bomberos da la indicación de que, para realizar un diseño de un sistema de alarma contra incendio y la elección de los componentes por utilizar en diferentes infraestructuras, se deberá utilizar la norma vigente de la NFPA 72; para el caso de Costa Rica, se deberá utilizar la versión en español del 2016. Algunos temas que se pueden encontrar en el Reglamento de Bomberos basado en la NFPA 72 son la exigencia de los sistemas de seguridad de incendio tanto para edificios nuevos como existentes o remodelaciones, además de un plan para emergencia y de evacuación.

También da indicaciones en el momento de realizar un diseño de cualquier sistema de seguridad contra incendio, el cual debe proveer en el plano, la distribución de los dispositivos que componen el sistema, junto con una tabla con la descripción de cada uno de ellos y un diagrama unifilar de referencia del sistema.

Este Reglamento también indica los requerimientos, según la ocupación de las instalaciones; en este caso, enfocado en la ocupación de hoteles y dormitorios, donde se deberá

contar con un sistema de detección de incendio que cumpla con la NFPA 72 y NFPA 101. También sugiere que, ante cualquier diseño, se deben proteger también los corredores del hotel y no solo sus habitaciones, procurando la protección total del edificio.

Finalmente, para edificaciones de más de tres pisos, se deberá implementar un sistema de detección de incendio con notificación de voiceo, el cual se debe realizar por zonas para una mejor evacuación.

2.2.2.2. Reglamento de construcción INVU

Las sanciones aplicables al propietario, profesional responsable, empresa o contratista, por incumplimiento parcial o total de las normas establecidas en el presente Reglamento, son las definidas en el Código Civil, Ley de Construcciones N.º 833, Ley General de Salud N.º 5395, así como Ley Orgánica del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos N.º 3663. Lo anterior sin perjuicio de las sanciones contenidas en otras normas vigentes aplicables en la materia.

Este reglamento indica que, ante cualquier proyecto de construcción, ya sea nuevo, existente o bien remodelación, deberá siempre cumplir con la normativa indicada por el Reglamento del Cuerpo de Bomberos en temas de prevención, seguridad humana y protección contra incendios, según indica el Decreto Ejecutivo N.º 37615-MP.

2.3. *Sistema de detección de incendio*

Los sistemas de detección de alarma, obligatorios a partir de 500 m², son fundamentales para detectar el posible conato de incendio en sus inicios. El tipo de detección será a través de un óptico de humos y con el objeto de mejorar la evacuación, es crítica la señalización óptico-acústica y los sistemas de megafonía (NFPA 72, 2016).

Además, la función de un panel de detección de incendio es que, por medio de una señal desde otro dispositivo, como lo puede ser un detector, sensor o módulo, indique al panel de alarma que se encuentra pasando un evento anormal y cause su activación. Una vez se active el sistema, el siguiente paso es realizar la notificación por medio de dispositivos audiovisuales, como pueden ser sirenas, parlantes, luces, entre otros.

A la hora de presentarse la alarma en el sistema, muestra en la pantalla del panel de detección de incendio la causa de la activación, indicando cuál es la dirección del dispositivo activo, junto con la descripción que se le indique a la hora de realizar su programación. Por lo que, cuando se realice la programación, se le podrá configurar diferentes acciones a los componentes de detección del sistema, como lo son los detectores o sensores, cambiando su sensibilidad, las zonas a las que va a pertenecer el detector según matriz de I/O, ubicación de dispositivo, entre otros. También se deberán programar los dispositivos de notificación, haciendo que su sonido se sincronice y activando el modo de Temporal 3, el cual es el indicado en la norma NFPA 72.

2.3.1. Funcionamiento de un sistema de detección de incendios

Un sistema de detección de incendios se compone de varios elementos:

2.3.1.1. Detectores de incendios

Estos dispositivos pueden ser de diversa tecnología, como detectar llamas, temperatura y humo; pero con el fin de realizar una activación en el sistema, notificando algún evento correspondiente a un incendio. Los elementos se encuentran distribuidos por todas las instalaciones y pueden causar múltiples falsas alarmas, por lo que, para su diseño, se deberán tomar en cuenta los artículos exclusivos para estos componentes y así evitar falsas activaciones, que pueden ser causadas por vapor o por corrientes de aire provocadas por un aire acondicionado.

Estos detectores están conectados al panel central por medio de un cableado y otros, pero muy pocos por medio de wifi, por donde envían una señal al panel indicando siempre el estado actual, sea modo normal, problema o alarma, este logra cambiar de estado y lo notifica en segundos.

2.3.1.2. Central de control y señalización.

Es el cerebro del sistema. Recibe las señales de los detectores; gestiona y centraliza toda la respuesta al incendio. Es una central electrónica que puede enviar una señal de alarma a los bomberos o equipos de lucha contra el fuego. También activa otras alarmas en el edificio, para que las personas puedan evacuarlo. La central de control también puede activar los sistemas de extinción, como los rociadores de agua o cerrar automáticamente las puertas.

Elementos auxiliares: son equipos electrónicos que se distribuyen de forma estratégica. Están interconectados con la central de control y tienen funciones específicas, desde activar alarmas por zonas, apertura de evacuadores de humo, cierre de puertas, bloqueo de los equipos de aire acondicionado, etc. (MICROSEGUR, 1992).

2.3.1.2.1. **Dispositivos de notificación**

Cuando el sistema de detección de incendio está en alarma, debe realizar una notificación para hacer automáticamente una evacuación del lugar, para esto se utilizan dispositivos tales como sirenas, parlantes, entre otros. Estos dispositivos deberán tener un límite de decibeles, con el fin de no causarles problemas auditivos a las personas, además de tener sincronizados el sonido con el patrón Temporal 3 para no aturdirlos.

El sonido de estos dispositivos deberá ser 15dB por encima del nivel de ruido ambiente; para obtener la cantidad de sirenas necesarias y abarcar una zona, se deberá guiar con el artículo correspondiente de la NFPA 72, en el cual, primero se debe analizar si las luces serán de montaje en pared o de cielo, para luego aplicar el artículo y determinar la cobertura correspondiente en la norma NFPA 72.

La notificación para personas con discapacidad de escucha será emitida por dispositivos visuales, siendo este un dispositivo que emite una luz, la cual deberá tener un límite de candelas según el área donde se encuentre instalada. Este será indicado en la norma NFPA 72.

También, dentro de los dispositivos de notificación, se encuentran las bases audibles, las cuales son solicitadas por norma para la notificación dentro de los cuartos, con el fin de garantizar que se despierte a una persona ante un evento de incendio, por lo que, en un artículo de la norma NFPA 72, se señala que este deberá estar a 110dB y ser instalada cerca de la cama.

Según el área, se determina la cantidad de luces requerida en las instalaciones, indicando el número de candelas necesarias. Según el tabla 1, se detalla el espaciamiento para los aparatos de notificación por instalar en cielo o en pared.

Tamaño máximo de la sala	Salida lumínica mínima requerida (Cd)
--------------------------	---------------------------------------

M	Ft	Una luz por sala	Cuatro luces por sala (una luz por pared)
6,10 x 6,10	20 x 20	15	NA
8,53 x 8,53	28x28	30	NA
9,14 x 9,14	30 x 30	34	NA
12,2 x 12,2	45 x 45	60	15
13,7 x 13,7	40 x 40	75	19
15,2 x 15,2	50 x 50	94	30
16,5 x 16,5	54 x 54	110	30
16,8 x 16,8	55 x 55	115	30
18,3 x 18,3	60 x 60	135	30
19,2 x 19,2	63 x 63	150	37
20,7 x 20,7	68 x 68	177	43
21,3 x 21,3	70 x 70	184	60
24,4 x 24,4	80 x 80	240	60
27,4 x 27,4	90 x 90	304	95
30,5 x 30,5	100 x 100	375	95
33,5 x 33,5	110 x 110	455	135
36,6 x 36,6	120 x 120	540	135
39,6 x 39,6	130 x 130	635	185
NA: No aplicable			

Tabla 1: Espaciamiento en salas para aparatos de notificación visible Fuente: (NFPA 72, 2016)

Se debe garantizar la cobertura completa de toda la sala, según la cantidad de candelas, se deben agregar o quitar. En este caso, cuanto mayor sea la capacidad de candelas que emita la luz, más consumo de corriente requiere en el cálculo de baterías, por lo que puede ser necesario adicionar fuentes de poder para proporcionar la cantidad de corriente necesaria a suplir para todo el sistema de notificación (NFPA 72, 2016).

La ubicación de la notificación visible en los corredores no debe exceder 4.57 m de los extremos del corredor con una separación no mayor a los 30,5 m entre aparatos. Además, la colocación del aparato de notificación montado en pared no debe ser inferior a 2,03 m ni superior a 2,44 m sobre el nivel de piso terminado. En el caso de que, por motivos de la altura del cielorraso, no permita la altura mínima con respecto al nivel de piso terminado se puede colocar 150 mm por debajo del cielorraso (NFPA 72, 2016).

2.3.2. Cableado del sistema

Hay dos tipos de cables de alarma contra incendios; a saber, cables de energía limitada y cables sin energía limitada. Sin embargo, los cables sin limitación de potencia se han vuelto obsoletos, debido al hecho de que los cables con limitación de potencia son más ventajosos. Además, los cables de energía limitada funcionan dentro del rango de 24 voltios CC.

Existen cuatro tipos de cables de alarma contra incendios de energía limitada, entre los que se puede elegir, pero los cables de alarma contra incendios blindados FPLR y FPLP son las opciones ideales. Ambos cables están equipados con una pantalla de lámina de poliéster de aluminio y un hilo de drenaje que actúa como protección contra interferencias externas.

Un cable de alarma contra incendios es diferente de un cable normal, en el sentido de que tiene una clasificación de resistencia al fuego mucho más alta. Idealmente, puede seguir funcionando correctamente durante un incendio, al menos durante un tiempo razonable.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que los cables de alarma se rigen por las mismas reglas que dictan el uso de cables regulares. Por ejemplo, así como no puede enterrar un cable para interiores en el exterior, necesita específicamente un cable de alarma contra incendios subterráneo, si tiene la intención de hacer un cableado subterráneo para un sistema de alarma contra incendios. En pocas palabras, al igual que los cables normales, los cables de alarma contra incendios no son adecuados para todos. Debe considerar cuidadosamente varios factores, como el tipo de sistema de alarma y la ubicación de la instalación, antes de seleccionar un cable de alarma contra incendios adecuado.

Los cables usados en los sistemas de detección de incendios deben estar aislados con PVC de alta resistencia al fuego como se presenta en la figura 1. Además, por normativa nacional, deben ser de cobre sólido o cableado, tener una tensión nominal superior a 300V y cumplir con la prueba de llama vertical VW-1. Asimismo, su calibre debe ser igual o mayor a 18 AWG en configuración monopolar, o igual o mayor a 26 AWG en configuración multiconductor.

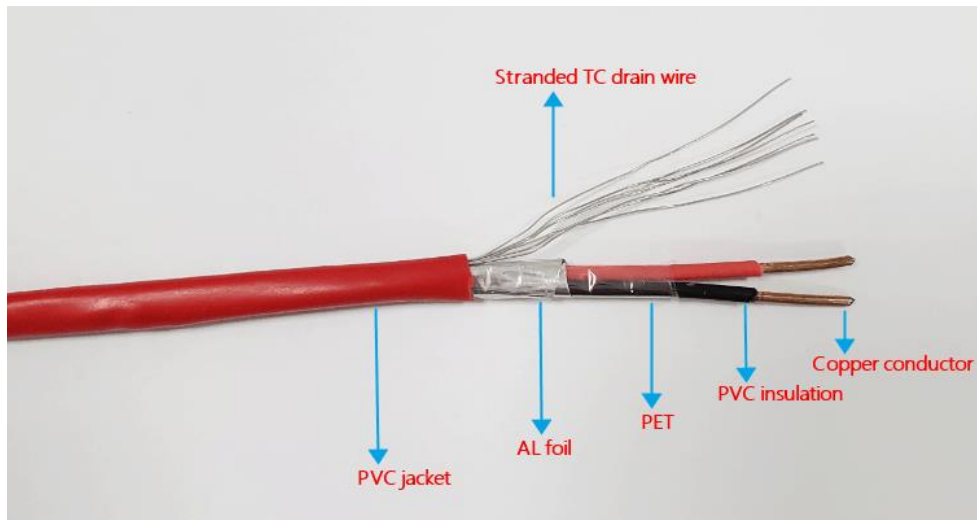


Figura 1 Cable de detección de incendio

2.3.2.1. Cableado y circuitos de conexión

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 NFA 70 edición 2020.

Otro punto para 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 y Clase B, aunque existen otras variantes como Clase D, Clase E y Clase X.

2.3.2.1.1. Tipo de cableado Clase A

Con estos circuitos, cuando los dispositivos son de detección automática o manual, se conectan entre dos cables paralelos. Al completar la instalación de todos los dispositivos, se retoman al panel de control y son enlazados a los terminados adecuados. Es necesario recalcar

que los dispositivos deben ser cableados de forma separada, es decir, por diferente tubo o canaleta. Adicionalmente, los circuitos Clase A pueden diferenciar entre cortocircuitos (estado de alarma) y aperturas de circuito (condición de falla).

2.3.2.1.2. Tipo de cableado Clase B

Como ocurre con los circuitos tipo A, los B son conectados entre dos cables en paralelo, también pueden diferenciar entre un cortocircuito y una apertura de circuito. Este tipo de conexión es ideal para los sistemas de detección de incendios convencionales y direccionables. En cuestión de supervisión, se realiza un circular de una corriente baja y se instala una resistencia en el extremo de línea; las variaciones son captadas en el panel de control de alarma, del cual se emitirá un aviso de alarma, si la corriente aumenta o un aviso de falla, si la corriente disminuye.

2.3.3. Equipos de detección

2.3.3.1. Detectores

2.3.3.1.1. Detector de humo

El detector de humo se compone de una cámara fotoeléctrica, en la cual se encarga de censar partículas de humo que ingresan al detector; cuando se logra un porcentaje de oscurecimiento en esta cámara, este dispositivo se activará, emitiendo una señal en el panel.

Este detector tiene un área de cobertura de 9 m x 9 m según indica la NFPA 72, 2016. Además, la distancia de la pared para ubicar el detector de humo será la mitad de la cobertura total de este.

Cuando se tiene alguna vigueta o viga en el cielo, se deben aplicar los artículos correspondientes a estos, en los cuales se debe tener en cuenta la altura del nivel del suelo hacia el cielorraso, además, la altura de la vigueta, para poder seleccionar el artículo más adecuado.

La instalación de un sensor de humo, con respecto de una unidad de aire acondicionado, no debe ser inferior a 90 cm (NFPA 72, 2016).

2.3.3.1.2. Detector térmico

El funcionamiento de un detector térmico de temperatura se basa en un aumento en la tasa de liberación de calor en un área determinada; normalmente, se utiliza en áreas donde el ambiente

se encuentra contaminado de partículas de humo para no generar falsas alarmas, por lo general, se utilizan en áreas de las cocinas, presencia de polvo, duchas, entre otras.

Para identificar la cobertura de este dispositivo, se basa en la tabla de la NFPA 72, edición 2016, en la cual se indica el porcentaje de cobertura, según la altura en la que se deba instalar, como máximo de 8,5 metros como se indica en la tabla 2.

Altura del cielorraso mayor de		Hasta e inclusive		Multiplicar el espaciamiento listado por
M	ft	m	ft	
0	0	3,0	10	1,00
3,0	10	3,7	12	0,91
3,7	12	4,3	14	0,84
4,3	14	4,9	16	0,77
4,9	16	5,5	18	0,71
5,5	18	6,1	20	0,64
6,1	20	6,7	22	0,58
6,7	22	7,3	24	0,52
7,3	24	7,9	26	0,46
7,9	26	8,5	28	0,40
8,5	28	9,1	30	0,34

Tabla 2: Reducción del espaciamiento de los detectores de calor según la altura del cielorraso. Fuente: (NFPA 72, 2016).

2.3.3.1.3. Estaciones manuales

Su función en el sistema de alarma de detección de incendios es realizar una activación de forma manual. Por lo que la instalación de las estaciones manuales requiere de las siguientes consideraciones:

Se deben instalar en cada salida de emergencia de una edificación, cuando el recorrido de la salida de emergencia sea mayor a 61 m o el mismo recorrido entre estaciones manuales, como se indica en la figura 4.

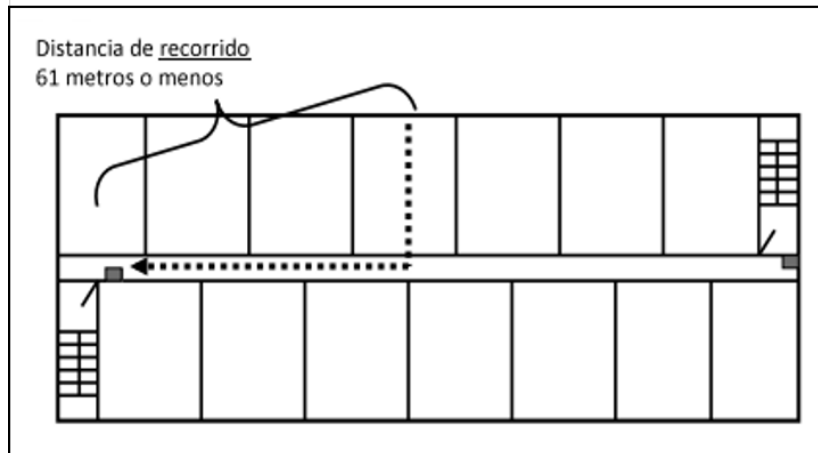


Figura 2: Distancia máxima de recorrido entre estaciones manuales. Fuente: (NFPA 72, 2016)

Se debe instalar a una altura entre 1 m a 1,20 m del nivel de piso, como se indica en la figura 5.

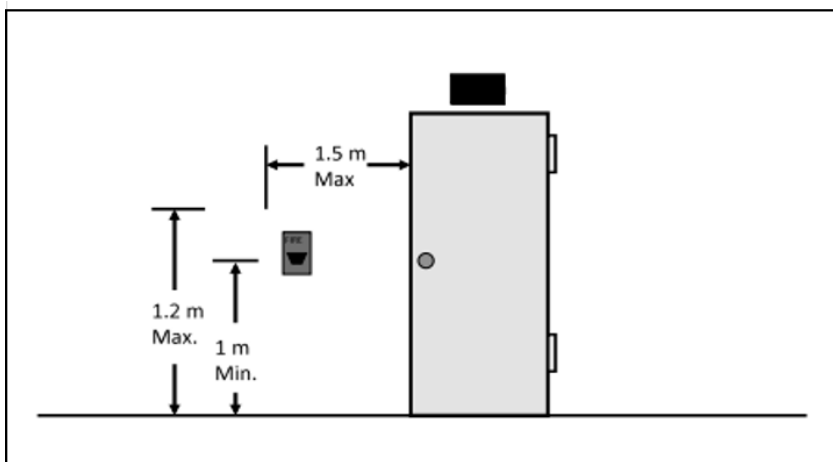


Figura 3: Altura de colocación de estaciones manuales. Fuente: (NFPA72, 2016)

En caso de que las puertas de una salida sean superiores a los 12.2 m, se requiere instalar estaciones manuales en ambos lados, según lo mostrado en la figura 6.

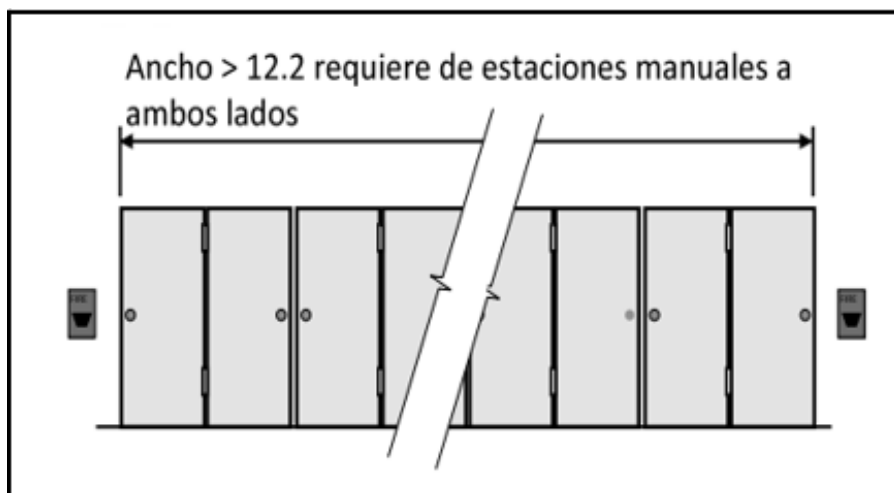


Figura 4: Colocación de estaciones manuales para salidas anchas. Fuente: (NFPA 72, 2016)

2.3.3.1.4. Módulos de monitoreo

El panel puede supervisar o controlar ciertos dispositivos gracias a los módulos de entradas y salidas, como lo pueden ser detectores de gas, válvulas de flujos, ascensores. También existen módulos aisladores de corto, los cuales se deben colocar cada 20 dispositivos, ayudando en caso de que un dispositivo falle, aislando solo a un grupo pequeño y no que se pierda la totalidad de dispositivos por una falla.

2.3.3.1.5. Panel Cerberus Pro Modular

Este panel está compuesto por módulos con capacidades y funciones distintas, como se indica en la figura 7, los cuales se ajustan a las necesidades del cliente a la hora de la elección del sistema. Este panel de control de alarmas contra incendios es direccionable y estándar; también cuenta con capacidad para 2500 puntos y para 200 circuitos de los aparatos de notificación (NAC). Hasta 3 Amp a 24 VDC por NAC.

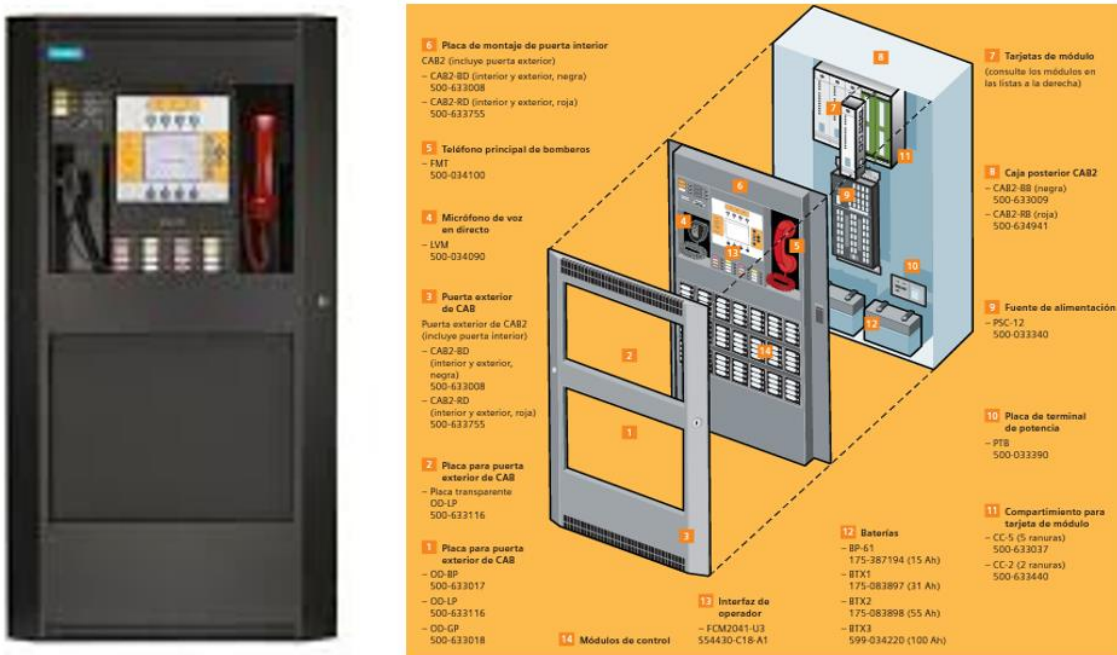
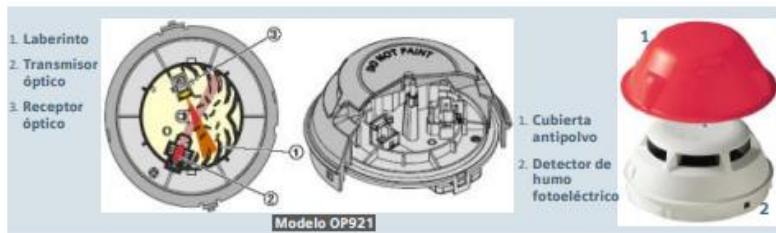


Figura 5: Componentes de panel de incendio. Fuente: (Curso Siemens Cerberus Modular,2022)

2.3.3.1.6. Detector de humo direccionable OP921 de Siemens

El modelo OP921 incorpora un sensor óptico que utiliza un principio de detección de dispersión de luz, como se muestra en la figura 8. El dispositivo emplea algoritmos de software avanzados para analizar las señales, a fin de proporcionar una detección de humo precisa y altamente estable.

Además, el modelo OP921 es un detector de humo fotoeléctrico de amplio espectro que incorpora un diodo emisor de luz infrarrojo (IRLED) y un fotodiodo detector de luz. En condiciones normales, la luz transmitida por el led viaja en dirección opuesta al fotodiodo y se dispersa a través de la cámara de humo siguiendo un patrón controlado. La cámara de humo está diseñada para manejar la dispersión de la luz y las reflexiones extrañas de las partículas de polvo y otros contaminantes aéreos, aparte del humo, para mantener estable y uniforme el funcionamiento del detector. Cuando entra humo en la cámara del detector, las partículas de este dispersan la luz emitida del IRLED y el fotodiodo la capta.



Ajustes de sensibilidad

Conjuntos de parámetros de aplicación

El modelo OP921 incluye cuatro (4) conjuntos de parámetros de sensibilidad preprogramados que selecciona el panel de control de alarma contra incendios de Siemens para adaptarse a las condiciones ambientales y de aplicación previstas:

- Sensitive (Sensible)
- Standard (Estándar)
- Robust (Sólido)
- Air-duct (Conducto de aire)

Sensible: Este conjunto de parámetros de aplicación resulta adecuado para aquellas áreas donde haya pocas fuentes engañosas de falsas alarmas y allí donde se dé prioridad a la detección de fuegos declarados lo antes posible (p. ej., una aplicación limpia con condiciones ambientales controladas).

Estándar: Este conjunto de parámetros, que es ideal para oficinas o recepciones de hotel, es la configuración predeterminada.

Sólido: Este conjunto de parámetros de aplicación ofrece una mayor resistencia a las falsas alarmas en aquellas áreas en las que haya fuentes engañosas, como el humo de cigarrillos o de tubos de escape, que puedan provocar alarmas molestas.

Conducto de aire: Este conjunto de parámetros de aplicación se utiliza cuando el detector se usa en un conducto de aire que cumple la norma UL268A (DI) sin una carcasa o gabinete de conducto.

Figura 6: Componentes de detector de humo OP921. Fuente: (Curso Siemens Cerberus Modular,2022)

2.3.3.1.7. Detector térmico direccionable HI921 de Siemens

El modelo HI921 utiliza un termistor de vanguardia, un microprocesador y análisis de señales avanzado, lo que proporciona una fiabilidad y una precisión muy elevadas, como se muestra en la figura 9, además de certificado por UL.



Supervisión y prueba del detector

El modelo HI921 incluye un indicador LED tricolor, capaz de parpadear en uno (1) de tres (3) colores distintos: VERDE, AMARILLO y ROJO. Durante cada intervalo de parpadeos, el detector basado en microprocesador supervisa las siguientes situaciones del sistema contra incendios:

- Temperaturas que alcanzan los umbrales programados
- Si los elementos electrónicos y los sensores internos funcionan correctamente

En función de los resultados de la supervisión, el indicador LED parpadea de la siguiente manera:

COLOR	CONDICIÓN	INTERVALO DE PARPADEO (en segundos)
VERDE*	Funcionamiento de supervisión normal. La temperatura no ha alcanzado los umbrales de alarma o puntos fijos programados.	10
AMARILLO	El detector no funciona a la capacidad normal y necesita reemplazo.	4
ROJO	Condición de alarma.	1
SIN PARPADEAR:	El detector no está encendido.	-

* Indica que el LED puede apagarse. Siga la descripción correspondiente del panel utilizado.

Figura 7: Componentes de detector térmico de HI921. Fuente: (Curso Siemens Cerberus Modular,2022)

2.3.3.1.8. Base estándar

Las bases para detectores de Siemens Fire Safety son de perfil bajo como se muestra en la figura 10, bases montadas en la superficie que se utilizan en varios detectores convencionales y direccionales de Siemens.

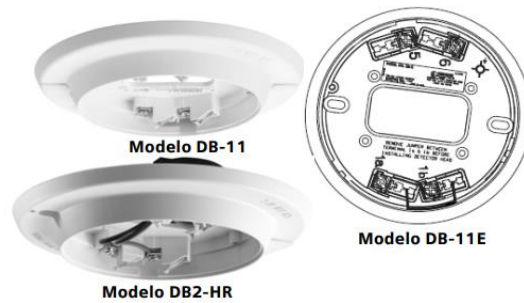


Figura 8: Base estándar para detectores. Fuente: (Curso Siemens Cerberus Modular,2022)

2.3.3.1.9. Base audible

Es una base supervisada inteligente, como se muestra en la figura 11, que está diseñada para usarse en áreas para dormir. La base genera una señal de audio de onda cuadrada de 520 Hz que cumple con el último estándar NFPA 72 y está en la lista de UL/ULC. Proporciona seis patrones de tono seleccionables, dos niveles de volumen: Temporal 3, Temporal 4, Temporal 4 de baja potencia, tiempo de marcha 120, etc. A nivel de uso común, se utiliza el Temporal 3.



Figura 9: Base audible para detector en habitaciones. Fuente: (Curso Siemens Cerberus Modular,2022)

2.3.3.1.10. Estación manual

La de acción simple se jala con fuerza hacia abajo para activar el interruptor de alarma; mientras que, en la estación manual doble, el usuario tiene que empujar la cubierta y luego tirar de la palanca hacia abajo, como un segundo movimiento, como se muestra en la figura 12.

ESPECIFICACIONES PARA ARQUITECTOS E INGENIEROS

- Resistente a impactos y vibraciones
- La palanca desplegable está bajada, hasta que se restablezca manualmente
 - Restablecimiento con llave Allen
 - No son necesarias varillas de rotura
- Tecnología de chip microordenador personalizado
- Supervisión dinámica del panel de control de alarma de incendios (PCAI)
- Es indiferente a la polaridad gracias a la tecnología *SureWire™*
- Funcionamiento de dos cables
- Instalación semiempotrado o en superficie
- El modelo DPU programa y verifica la dirección y comprueba la funcionalidad de cada dispositivo
 - La programación de dirección electrónica es más sencilla, más eficiente y más fiable
- Disponible en estaciones de acción simple (modelo HMS-SE) y acción doble (modelo HMS-DE)



Modelo HMS-DE
Estación de acción dual

Modelo HMS-SE
Estación de acción simple

- Diseño duradero
- **UL Lista;**
Aprobado por el departamento de bomberos de la ciudad de Nueva York (¢ 202-12-E, Vol. 1) y por FM (¢ 3015946 y 3052621)

Figura 10: Estaciones manuales. Fuente: (Curso Siemens Cerberus Modular,2022)

2.3.3.1.11. Módulo de control

Modelo XTRI-S: este módulo de interfaz de una entrada solamente puede monitorizar e informar el estado de un contacto N. O. o N. C. Gracias al uso de un relé direccionable en forma de C, el relé del modelo XTRI-R y la entrada del dispositivo de contacto se controlan en la misma dirección. En un FACP compatible de Siemens, es posible controlar el relé y el contacto de entrada como una función independiente. Por lo general, el relé se utiliza cuando se requiere el control o desvío de un equipo externo.

El modelo XTRI-D es un módulo de entrada doble diseñado para supervisar y monitorizar dos (2) conjuntos de contactos secos. Este requiere solamente una dirección, pero responde de manera independiente a cada entrada. Además, es ideal para monitorizar un interruptor de caudal de agua y su respectivo interruptor de manipulación de válvula.



Figura 11: Módulo de monitoreo inteligente. Fuente: (Curso Siemens Cerberus Modular, 2022)

2.3.3.1.12. Luz estroboscópica con o sin sirena

Los estrobos producen una velocidad de flash mínima de 60 destellos por minuto (un *flash* por segundo) sobre el rango de voltaje de entrada regulado e incorporan un tubo de *flash* de Xenón encerrado en una lente Lexan resistente. Están disponibles con dos o cuatro configuraciones seleccionables en el campo, en una unidad y están calificados según UL 1971 hasta: 15/30/75/110cd para montaje en pared; 135/185cd para montaje en pared; 15/30/75/95cd para montaje en techo y 115/177cd para montaje en techo. Además, las sirenas y sirena con luz estroboscópica están listados para el uso de interior, como se muestra en la figura 14, según UL estándar 464. Las sirenas son capaces de producir salida sincronizada continua o una salida sincronizada Code-3 temporal. También, tienen, al menos, dos ajustes de nivel de sonido: 90 y 95 dBA.

Cada estroboscópica producirá un *flash* por segundo en el rango de voltaje de entrada. Estos modelos de sirena/estroboscopia están UL Listados para operar a través de un límite de rango de voltaje de 16.0VDC a 33.0VDC, para aplicaciones de 24VDC, usando voltaje de entrada DC o Rectificador de Onda Completa (FWR) no filtrado.

Aparatos de notificación



Figura 12: Dispositivos de notificación de incendios. Fuente: (Curso Siemens Cerberus Modular,2022)

2.3.4. Mantenimiento del sistema de detección de incendio

El mantenimiento correctivo o preventivo de la alarma contra incendio es un conjunto de tareas programadas que siguen un criterio predefinido, para lograr que el sistema funcione correctamente e incluye la realización de las pruebas de operación y comprobación de todos los elementos que conforman el sistema.

Las tareas del mantenimiento de alarma contra incendio se centran en la detección de averías de dispositivos, mantención de las conexiones y las comunicaciones entre todos los componentes; además de prever algunos fallos debidos a suciedades o condiciones ambientales, el agotamiento de baterías y comprobar posibles daños electrónicos.

Estas maniobras de evaluación de los sistemas de detección de incendios son recomendadas, con el fin de garantizar el funcionamiento correcto de todo el sistema y de sus procesos y protocolos de seguridad. Además, la legislación recomienda una inspección y pruebas periódicas del sistema que incluye todo tipo de detectores, como ZR calor y humo. Estos deben probarse para garantizar que los productos de combustión puedan pasar a la cámara de detección del detector.

En los sistemas de detección y alarma de incendios, cada tres meses hay que verificar si se ha realizado alguna modificación en los componentes del sistema y, en su caso, anotarla. Así mismo, se debe comprobar el funcionamiento de las instalaciones y, si es necesario, sustituir elementos que no funcionen correctamente, tales como pilotos o fusibles; además, verificar el adecuado funcionamiento de los equipos de transmisión de las señales de alarma.

También hay que revisar las indicaciones luminosas y acústicas de alarmas o averías, así como las baterías y realizar prueba de verificación de eliminación de fallos. Además, se debe comprobar la señalización adecuada de los dispositivos para activación manual de las alarmas. Y,

en este sentido, cada seis meses hay que verificar su ubicación, visibilidad y condiciones de limpieza y aspecto de los pulsadores.

Anualmente, y por personal especializado, se debe comprobar el funcionamiento de la zona de detección y las maniobras programadas, así como la actualización del *software* siguiendo las recomendaciones de cada fabricante.

Este mismo personal debe comprobar avisadores, paro de máquinas y ascensores, equipos de extracción de humos y todo lo que indique la norma, así como vigilar la vida útil de estos dispositivos que suele establecerse en 10 años. Es necesario tener presente la documentación que el código menciona para estos procesos, por lo que se deben suministrar los siguientes documentos:

1. Documentación sobre planes de prueba, alcance de las labores, cronogramas de realización y, por supuesto, tomar como base la frecuencia indicada en el capítulo 14 o una frecuencia mayor según la instalación lo requiera, junto con las recomendaciones del fabricante de los equipos instalados.
2. Documentación sobre pruebas de aceptación; para el manejo de esta información, la NFPA72 relaciona unos formatos específicos, los cuales pueden ser utilizados por el integrador o también se pueden utilizar formatos propios, siempre que contengan la información allí requerida.
3. Documentación sobre pruebas de aceptación., Para el manejo de esta información, la NFPA72 relaciona unos formatos específicos, los cuales pueden ser utilizados por el integrador o también se pueden utilizar formatos propios, siempre que contengan la información allí requerida.
4. Documentación sobre pruebas de reaceptación., Ver los formatos e información requerida para tal actividad. Estos se requieren cada vez que se realice un cambio o modificación al sistema, después de que este haya sido probado y aceptado conforme al punto anterior.
5. Documentación sobre desactivaciones del sistema., Se debe llevar un registro de notificaciones cada vez que un elemento del sistema se encuentre inactivo o fuera de servicio.
6. Registro de las inspecciones, pruebas y mantenimientos.
Estos registros se deben llevar a cabo en los formularios sugeridos o formatos alternos que incluyan la información allí requerida.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

Enfoque cuantitativo				
Objetivo	Variable	Indicador	Definición conceptual	Definición Instrumental
Elaboración de memoria de cálculo del sistema a migrar	Diseño del sistema	Cobertura total de detección	Análisis de cobertura del sistema actual para un rediseño acorde a la norma.	NFPA 72
Análisis financiero	Monto económico	Costo del sistema con respecto a su importancia	Al ser un hotel, debe contar con un sistema funcional al 100%.	Ocupación del hotel, cotizaciones del sistema a instalar.

Tabla 3: Enfoque cuantitativo del proyecto. Fuente: (Autor)

Enfoque cualitativo				
Objetivo	Categoría de análisis	Subcategoría	Definición conceptual	Instrumentos
Análisis sobre la correcta detección del sistema actual	Funcionamiento adecuado para la detección	Diseño según norma Equipos funcionales	Diseño según norma: Norma NFPA 72 Equipos funcionales: Función adecuada del equipo	Norma NFPA72 Pruebas de humo

Tabla 4: Enfoque cualitativo del proyecto. Fuente: (Autor)

Enfoque mixto				
Objetivo	Categoría de análisis	Subcategoría	Definición conceptual	Instrumentos
Analizar el estado actual del sistema de detección de incendio existente	Estado del panel y todos los dispositivos involucrados	<ul style="list-style-type: none"> Lazos de detección Lazo de notificación 	Lazos de detección: Detector de humo Estación manual Lazo de notificación: Luces con sirena	Reporte de mantenimiento Diagnóstico técnico.
Migración del sistema actual a uno más moderno	Especificación de componentes según el fabricante	Rediseño del sistema existente y mejora del modelo del equipo actual	Especificaciones técnicas de equipo	Cotizaciones y certificaciones de fabricantes
Longevidad del sistema actual	Análisis de longevidad con respecto al funcionamiento	Al ser migración, se necesita reutilizar equipo que debe estar funcional	Sensores de detección y luces con sirenas en buen estado	Pruebas de funcionamiento y mantenimiento adecuado

Tabla 5: Enfoque mixto del proyecto. Fuente: (Autor)

3.1.Método de la investigación

Se aplica un método de investigación y desarrollo basado en el orden cronológico necesario para llevar a cabo el diseño e implementación de un sistema de detección de incendios.

- Análisis del sistema actual, para definir su estado
- Análisis del equipo para verificar su estado
- Análisis del modelo existente y lo nuevo que ofrece la marca
- Rediseño acorde a la norma NFPA 72
- Puesta en marcha del proyecto

3.2.Propuesta para el desarrollo del método

Se implementa un estudio para definir el estado actual acorde a su funcionalidad, en el cual se analiza si el sistema opera de una manera adecuada, parcial o del todo no es funcional. Esto de la mano con el estudio del diseño para verificar si se adapta a la norma NFPA 72.

Al mismo tiempo, se elabora un inventario del equipo en buen estado, para tomarlo en cuenta en el proceso de migración; este se puede reutilizar dependiendo de su estado, con el fin de emplearlo a lo largo de la migración por un tiempo determinado.

Estudio del nuevo modelo del sistema para elaborar análisis de cobertura, funcionalidad y programación.

Elaborar diseño y mejora acorde a la norma NFPA 72.

Se entrega plano y proyecto funcional a la espera del nuevo equipo para el cambio necesario.

3.3.Análisis del sistema actual.

Actualmente, se cuenta con un sistema instalado con problemas de funcionamiento por partes dejando zonas desprotegidas ante una emergencia. Parte del sistema se va a reutilizar con el equipo nuevo para no dejar zonas sin detección. Además, se planea un proceso de migración junto con el hotel para realizarlo por zonas, donde se instalará el equipo que se tiene, tanto nuevo como reutilizado.

Realizando el análisis del sistema basado en la norma NFPA 72, se deduce que hay sensores que están en zonas donde no realizan un buen trabajo o donde su labor de detección no sería la óptima, por lo que, al realizar y plantear un rediseño, se aplica el cambio correspondiente.

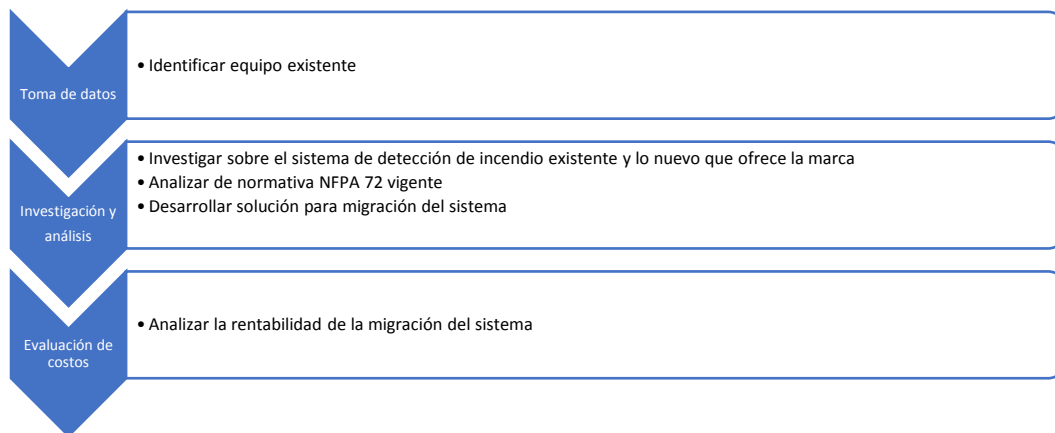
Al realizar la puesta en marcha del sistema funcional, se queda al tanto de la renovación de equipo para llevar a cabo el cambio respectivo.

3.4. Acciones para optimizar

Al realizar una instalación nueva del panel de detección, se investiga el estado actual del cableado para la prevención de cortos o todo tipo de falla, además, se llevan a cabo mediciones y verificaciones de lazos para garantizar una red funcional sin fallas en el panel de control.

También se estudian los cambios en el método de programación del sistema nuevo, para que, a la hora de conexión y puesta en marcha, identifique cada uno de los sensores que realizan la función de detección, tomando mayor relevancia en el funcionamiento de los sensores reutilizados, para que trabajen bien y puedan ser reconocidos por el sistema sin ningún tipo de alarma.

3.5. Diagrama de flujo del proceso metodológico



Fuente: (Autor, 2023)

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Desarrollo

4.1.1. Diseño

El Hotel Fiesta Resort en Puntarenas, cuenta con tres edificios, un anfiteatro y otro área de oficinas, todas estas áreas están protegidas con un sistema de detección de incendio, pero con el pasar de los años el sistema de detección de incendio marca Siemens MXL del edificio C empezó a presentar muchos problemas en sus dispositivos, ya que llegaban al fin de su vida útil, otro de los problemas es que la marca empezó a cambiar los modelos de dispositivos por otros con tecnología más avanzadas, por lo que en el mercado se dejó de vender el modelo que se encontraba instalado en el hotel y si se encontraba, su precio es consideradamente alto.

Al inicio de la investigación se iba a dirigir en la migración del sistema antiguo a otro de la misma marca pero con tecnología moderna, pero con el avance de la investigación del sistema se tomó la decisión de analizar un nuevo rediseño para la instalación de estos dispositivos conservando la misma marca Siemens, para verificar y asegurar que la instalación se realizara cumpliendo las normas vigentes correspondientes a la NFPA 72, ya que el diseño que se encuentra actualmente en las instalaciones fue realizado hace más de 14 años.

En este capítulo, se detalla el rediseño de los componentes del sistema de detección de incendios del edificio C, del Hotel Fiesta Resort, Puntarenas. Para aplicar el análisis de coberturas sobre los dispositivos por utilizar, se plantea sobre un plano arquitectónico realizado a partir del escáner un plano original del piso 1 del edificio detallado en la figura 15, ya que el hotel no contaba con los planos en PDF ni en DWG para su edición; por lo que se usó como base fundamental para realizar un croquis como se muestra en la figura 16, y diseñar el nuevo sistema de detección de incendio. Además, se hicieron varias visitas al Hotel para así obtener las mediciones de la longitud de la infraestructura del edificio y con ello poder dimensionar el nuevo plano arquitectónico.

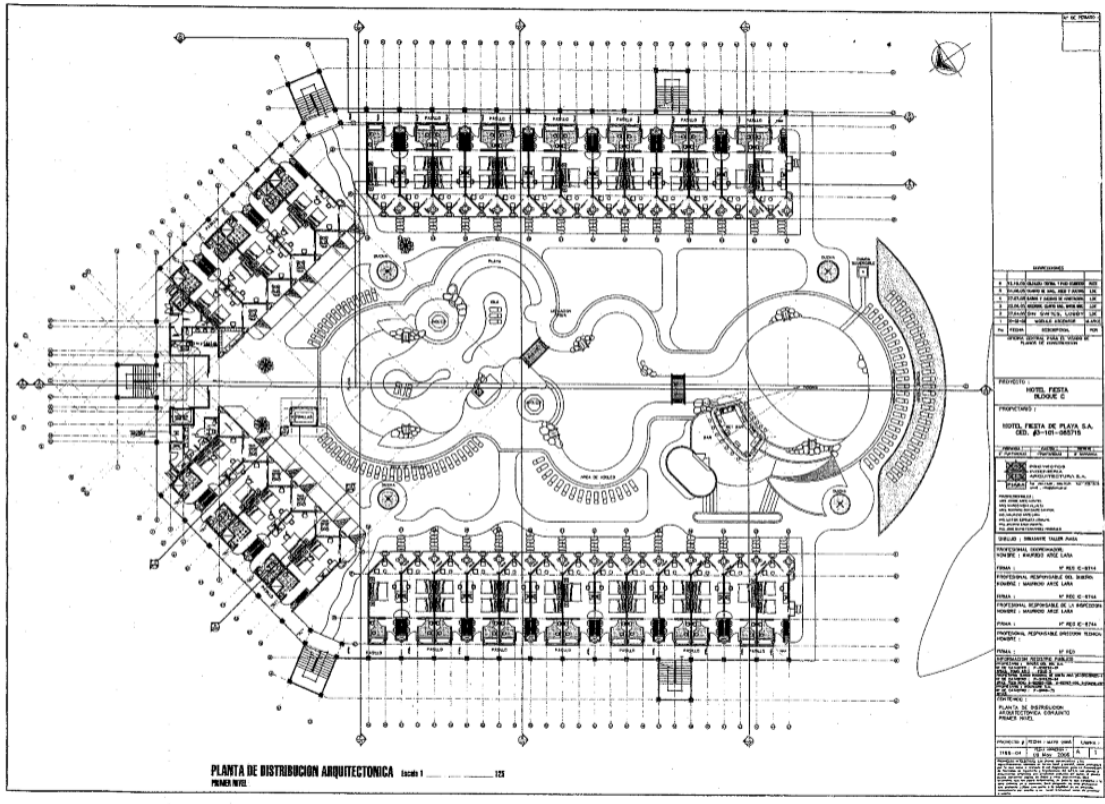


Figura 13: Escáner de plano original del primer nivel, edificio C. Fuente: (Hotel Fiesta Resort, Gerencia)

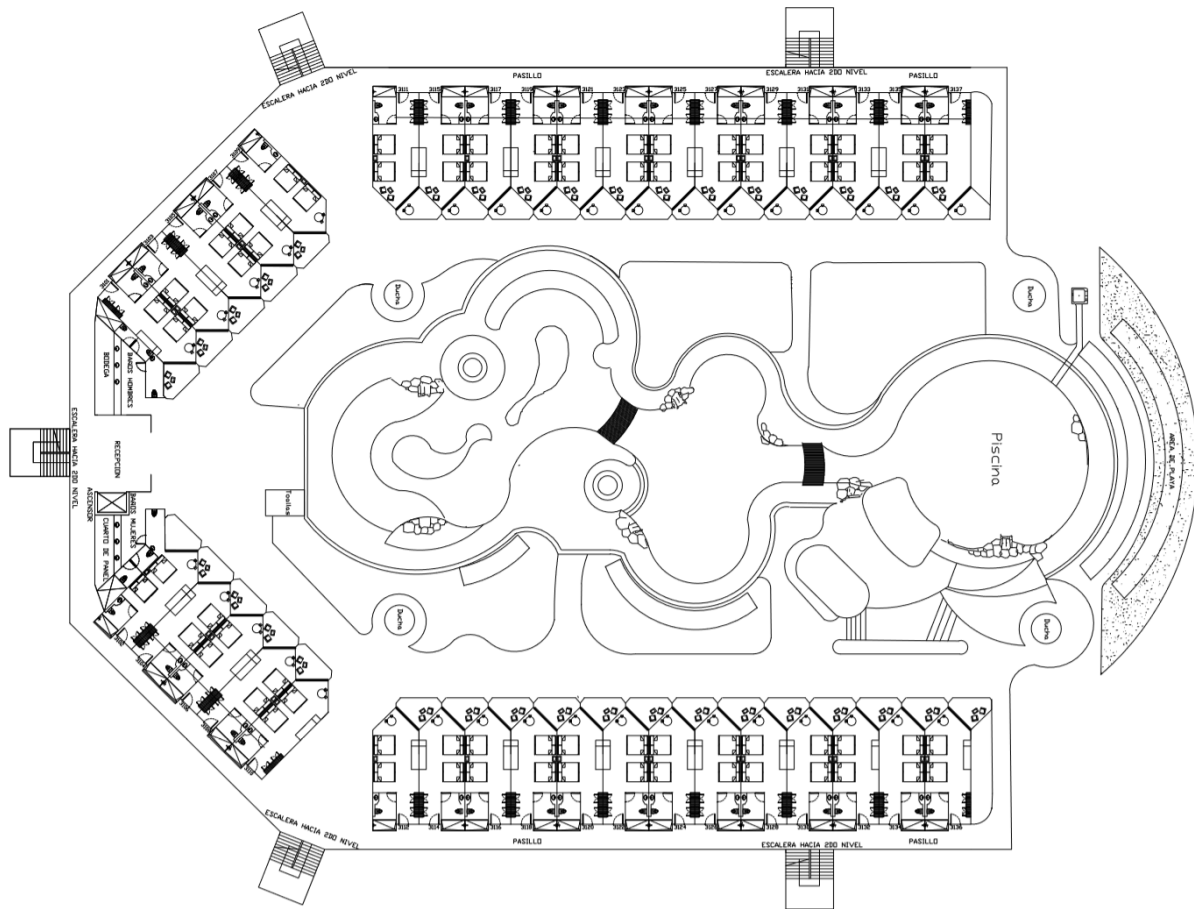


Figura 14: Croquis diseñado en formato DWG del edificio C. Fuente: (Autor, 2023)

Una vez concluida la elaboración de la parte arquitectónica, se continua con la preparación para realizar el rediseño del nuevo sistema de detección de incendio, guiado con la normativa de la NFPA 72 para todo lo relacionado con las coberturas de los dispositivos, para su buen desempeño tanto en la parte de detección como la de notificación de incendios.

Para esto se llevó a cabo un curso directamente con la NFPA, siendo este la NFPA 72 para poder guiarnos y cumplir con la normativa, también se toma con la empresa Siemens un curso para conocer más de los dispositivos a diseñar, además de su programación.

Antes de iniciar con la cobertura de los dispositivos, se analizan primero las áreas que conforman el edificio C, para poder así identificar los riesgos que pueden existir en estas zonas

4.1.2. Áreas de cobertura

El sistema de detección de incendio por rediseñar debe tener en cuenta la cobertura total de la propiedad, considerando las siguientes áreas:

Área de cobertura edificio C, Hotel Fiesta Resort Puntarenas					
Nombre del lugar	Función	Superficie	Equipamiento	Ocupantes	Posibles fuentes combustibles
Recepción	Servicio y atención al visitante	Regular	Equipo electrónico	Personal Visitantes	Corto circuito por artefactos electrónicos
Habitaciones	Descanso	Regular	Equipo electrónico	Visitantes	Muebles, textiles
Terrazas	Descanso	Regular	Ninguno	Visitantes	Ninguna
Ama de llaves	Almacenamiento para limpieza	Regular	Equipo electrónico	Personal	Textiles, papel, muebles
Cuarto de control	Sistema de detección de incendio	Regular	Equipo electrónico. Eléctrico	Personal	Eléctrico
Cuarto maquinas	Sistema de bombeo de incendio	Regular	Eléctrico Mecánico	Personal	Eléctrico
Área común	Pasillos	Regular	Ninguno	Personal Visitantes	Eléctrico
Piscina	Área social	Regular	Ninguno	Personal Visitantes	Ninguno
Baños	Área social	Regular	Ninguno	Visitantes	Eléctrico

Tabla 6: Área de cobertura. Fuente: (Autor, 2023)

4.2. Análisis de zonas de riesgo matriz de causa efecto

El análisis de riesgo, según la norma NFPA 72, se basa en identificar cada una de las áreas del edificio y asociar a ellas los detectores que conforman el sistema a las zonas de cobertura, según los parámetros técnicos que certifican cada dispositivo.

UBICAC.	SENSOR HUMO	SENSOR TÉRMICO	ROCIADOR	ESTACIÓN MANUAL	STROBO SIRENA	STROBO	ZONA ACTIVACIÓN
Recepción		×	×	×	×		Zona 1 Zona 2 Zona 3
Habitaciones piso 1	×		×				Zona 1
Habitaciones piso 2	×		×				Zona 2
Habitaciones piso 3	×		×				Zona 3
Habitación discapacitados piso 1	×		×			×	Zona 1
Terrazas							-
Ama llaves	×		×				Zona 3
Cuarto control	×		×				Zona 1
Cuarto máquinas		×		×	×		Zona 1
Área común piso 1	×		×	×	×		Zona 1
Área común piso 2	×		×	×	×		Zona 2
Área común piso 3	×		×	×	×		Zona 3
Piscina							-
Baños	×		×			×	Zona 1

Tabla 7: Matriz Causa y efecto. Fuente: (Autor, 2023)

5. Coberturas de dispositivos

5.1. Diseño del circuito de detección de incendio

Se incluyen los dispositivos que complementan los circuitos de detección de incendios, entre los que se incluyen en este lazo, están los detectores de humo, térmicos, estaciones manuales, módulos de control, supervisión, entre otros; por lo cual se realizó este diseño en partes, para su mejor entendimiento y orden al hacer el diseño de las coberturas.

Todos estos dispositivos tienen artículos en la norma NFPA 72 relacionados con su instalación para su buen funcionamiento, por lo que se analiza cada uno de ellos por aparte y se finaliza en la unión de estos en un solo plano, el cual es el documento final que se le entrega al cliente.

- **Cobertura de detectores de humo en habitaciones**

Según lo establecido en la norma NFPA 72 edición 2016, para obtener el dato de la cobertura del detector de humo, se debe obtener en la ficha técnica, según la marca del dispositivo en la cual se basa el diseño. En este caso, se utilizó el modelo OP-921 de la marca Siemens como se muestra en la figura 18. También la norma indica que la separación máxima entre cada dispositivo, si no se cuenta con el dato exacto de su cobertura, será de 9,1 m de un punto a otro como se detalla en la figura 17, teniendo en cuenta que serán instalados a una altura de un aproximado de 3 m.

Algunos artículos de la norma NFPA 72 en los que se basa para obtener estos datos son los siguientes:

17.7.3.2* Detectores de humo de tipo puntual.

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 desde todas las paredes o tabiques que se extiendan hacia arriba hasta dentro del 15 por ciento 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.

17.7.3.2.3.3 Se debe poder permitir otros espaciamientos dependiendo de la altura del cielorraso, diferentes condiciones o requisitos de respuesta (NFPA 72, 2016).

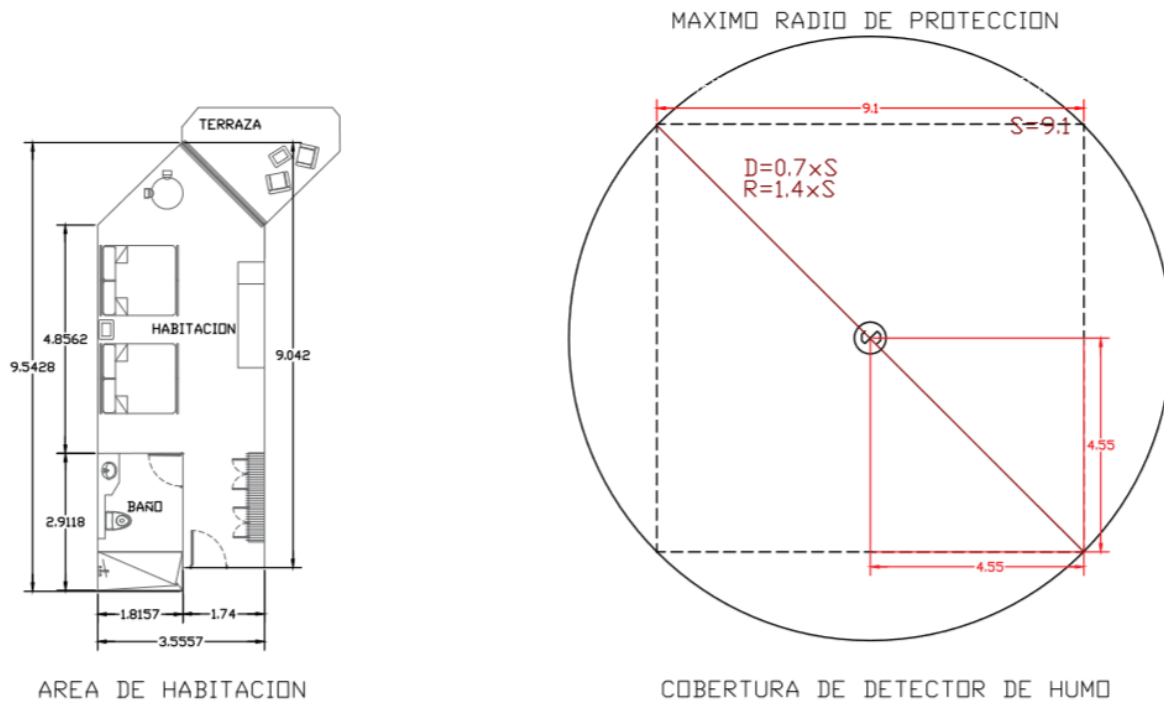


Figura 15: Radio máximo de protección de detector de humo. Fuente: (Autor, 2023)

Los datos de fábrica para conocer la cobertura del sensor de humo se encuentran especificados en la ficha técnica, este es el mismo dato que indica la norma de la NFPA 72 de 9.1m.

Datos de uso

La instalación de los detectores de humo modelo OP921 requiere un circuito de dos cables. En muchos casos de reacondicionamiento, se puede utilizar el cableado existente. La derivación en T solo está permitida para el cableado de estilo 4 (clase B). El modelo OP921 es insensible a la polaridad, lo que puede reducir en gran medida los tiempos de instalación y de depuración. Cuando se usa en aplicaciones de clase X sujetas a la norma NFPA 72, la polaridad del SLC se debe mantener para admitir hasta 252 dispositivos de aislamiento listos en cada bucle. En modo mixto, admite un máximo de 30 dispositivos no aislados entre dispositivos aislados (conectados en modo insensible a la polaridad). Para obtener más información, consulte el documento de instalación del panel de control.

A los detectores modelo OP921 se les puede aplicar la separación máxima entre centros de 30 ft o 9,14 m (áreas de 900 ft² o 274 m²) tal como se indica en la norma NFPA 72. Esta guía de aplicación se basa en condiciones ideales, es decir, superficies al cielo raso, mínimo movimiento de aire y ausencia de barreras físicas entre las posibles fuentes de incendios y el detector. No monte los detectores cerca de la ventilación o de las tomas de calefacción o aire acondicionado. Los travesaños expuestos o los techos con vigas también pueden influir en las limitaciones de separación de los detectores en condiciones de seguridad.

Figura 16: Cobertura de detector de humo. Fuente: (Curso Siemens Cerberus Modular, 2022)

Con estos datos, se analiza los artículos que indica cómo se debe realizar la distribución de la cobertura del sensor de humo para espacios donde el cielorraso se encuentre totalmente liso. Se obtiene el siguiente resultado tanto en habitaciones, pasillos como áreas comunes.

Cuando se realiza el diseño de la cobertura del detector de humo en el cuarto y se compara con la ubicación del detector actual, se determina que se encuentra correcto, pero debajo del detector de humo se encuentra instalado un ventilador, el cual no existe la posibilidad de reubicarlo, por lo que se toma la decisión de cambiar la ubicación del detector, en el cual aún cumpla con su cobertura y no le afecte las corrientes de aire a la hora de su detección.

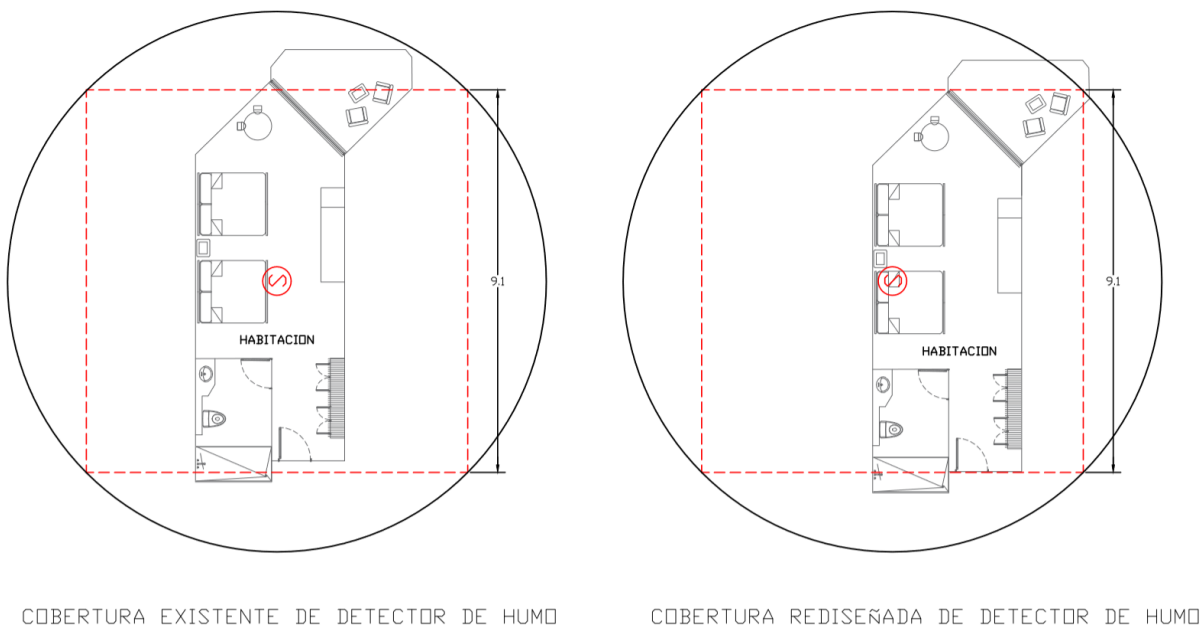


Figura 17: Cobertura de detector de humo en habitación. Fuente: (Autor, 2023)

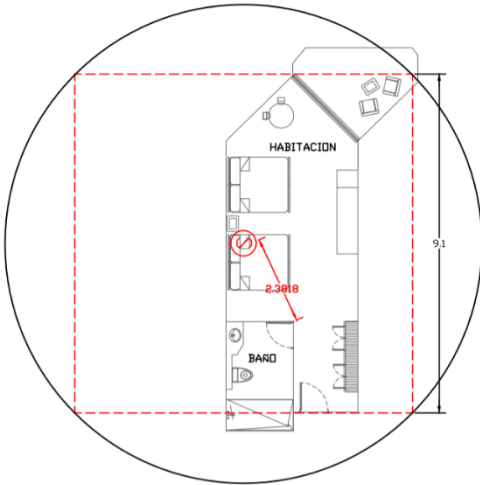
En el artículo 29.8.3.4.6, se indica que no se debe colocar el sensor de humo dentro de la distancia de 0.91m, esto con tal de no causar falsas alarmas provocadas por el vapor generado en la zona del cuarto de baño; por lo que se procede a retirar aun un poco más de lo indicado, con el fin de disminuir las falsas alarmas provocadas por el vapor, siendo este un aproximado de 2 m de recorrido horizontal de la salida del baño a la ubicación de detector de humo.

Algunos artículos de la norma NFPA 72 en los que se basa para obtener estos datos son los siguientes:

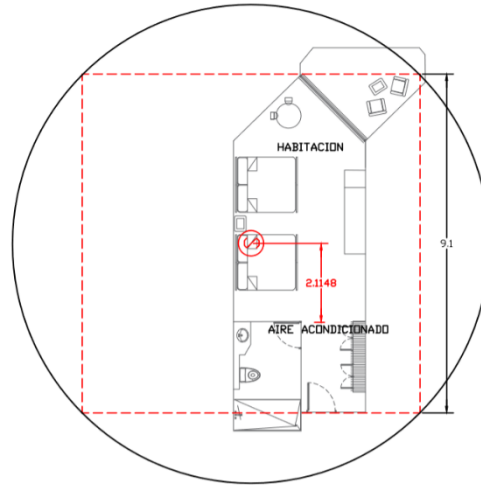
29.8.3.4 Requisitos específicos de ubicación. La instalación de alarmas de humo y detectores de humo debe cumplir con los siguientes requisitos:

(6) * Las alarmas de humo y los detectores de humo no deben instalarse dentro de un recorrido horizontal de 36 pulg. (910 mm) desde la puerta de un baño que contenga una ducha o tina excepto que estén listados para ser instalados en estrecha proximidad con dichas ubicaciones. (NFPA 72, 2016).

A.29.8.3.4(6) Los estudios indican que las alarmas de humo y los detectores de humo que aplican detección por ionización, detección fotoeléctrica o una combinación de detección por ionización y detección fotoeléctrica, son susceptibles a las falsas alarmas provocadas por vapor. Son escasas las investigaciones sobre la respuesta comparativa al vapor de estos tipos de tecnologías de detección. Las partículas de vapor, en general, son visibles, reflejan fácilmente la luz y normalmente se generan en un rango de tamaños que haría más probable la activación de un sensor fotoeléctrico. Por ello, se requiere que las alarmas de humo y los detectores de humo se instalen a más de 36 pulg. (910 mm) desde la puerta del cuarto de baño, donde sea fuera posible. Al aumentar la distancia entre la alarma de humo o el detector de humo y la puerta del cuarto de baño se puede reducir la frecuencia de las falsas alarmas provocadas por el vapor del baño. Las falsas alarmas frecuentes pueden llevar a que el ocupante inhabilite la alarma de humo. Cada aumento gradual en la separación, hasta alcanzar los 10 pies (3.0 m), entre la puerta del cuarto de baño y la alarma de humo o el detector de humo reducirá la frecuencia de las falsas alarmas. (NFPA 72, 2016).



DISTANCIA DE SENSOR DE HUMO A BAÑO



DISTANCIA DE SENSOR DE HUMO A SALIDA DE AIRE ACONDICIONADO

Figura 18: Distanciamiento de detector de humo a baño en habitación. Fuente: (Autor, 2023)

Para finalizar con el área de cobertura en la habitación, también se contempló en el diseño una salida del aire acondicionado. Se recomienda no ubicar el sensor de humo cerca de esta salida, ya que puede ocasionar falsas alarmas, al igual que una mala detección, causada por las corrientes de aire que pueden ocasionar una desviación del humo y no permitir que el sensor funcione; por lo que se diseñó a una distancia aproximada de 2 m, ya que se encuentra a un costado de la salida del cuarto de baño.

Los artículos de la Norma NFPA 72 en los que se basa el estudio para obtener estos datos son los siguientes:

17.7.4 Calefacción, ventilación y aire acondicionado (heating, ventilating and air conditioning o HVAC).

17.7.4.1* En los espacios servidos por sistemas de manejo de aire, los detectores no deben ubicarse en donde el flujo de aire impida el funcionamiento de los detectores. (NFPA 72, 2016).

Al tener la misma distribución arquitectónica en las habitaciones, se toma la misma ubicación para el detector de humo en cada una de ellas. A la vez, se les asignó la dirección a la cual corresponderá en la programación del sistema. Se le asigna el número que le corresponde a cada habitación, esto para lograr, en caso de una activación, reconocer fácilmente donde se ubica el detector, al tener en su dirección el mismo número que le corresponde a su habitación.

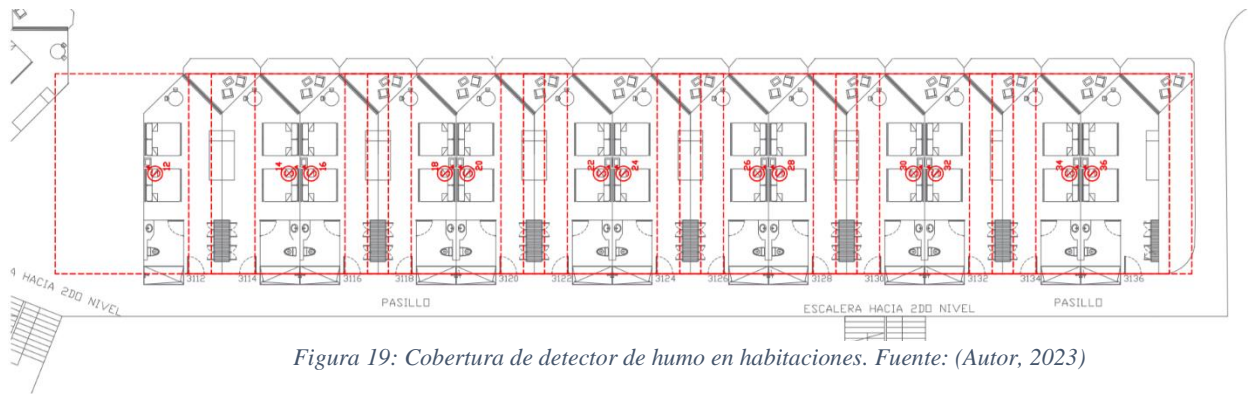


Figura 19: Cobertura de detector de humo en habitaciones. Fuente: (Autor, 2023)

- **Cobertura de detector de humo en cuarto de baño de habitación**

El cuarto de baño, a pesar de estar dentro de la habitación, se debe tomar como un área completamente aparte, ya que se encuentra separado por paredes completas, pero este no incluye detector de humo, debido a que el vapor de la termo ducha, el vapor del uso de la tina, el uso de la secadora o el de la plancha de cabello pueden generar constantemente falsas alarmas, por lo que no se incluye este dispositivo. Sin embargo, las instalaciones del cuarto de baño ya cuentan con un rociador del sistema de supresión de incendio, el cual hace la función de un detector térmico, activándose por un aumento en la temperatura en la zona, suprimiendo a base de agua el conato de incendio y de esta manera brinda la protección.

Se incluyen los siguientes artículos en los cuales se basa el estudio para esta decisión en el diseño del sistema de detección de incendio en el área de los baños de habitaciones.

A.18.4.10.2.1 Por ejemplo, basándose en el diseño del sistema, podría no requerirse inteligibilidad en las siguientes ubicaciones:

- (1) Baños, salas de duchas, saunas y salas/áreas similares privados. (NFPA 72, 2016).

- **Detector de humo en corredores**

Para el diseño de los detectores de humo en corredores, se utiliza la cobertura para áreas rectangulares, que depende del ancho del corredor para elegirla. Según la figura 20

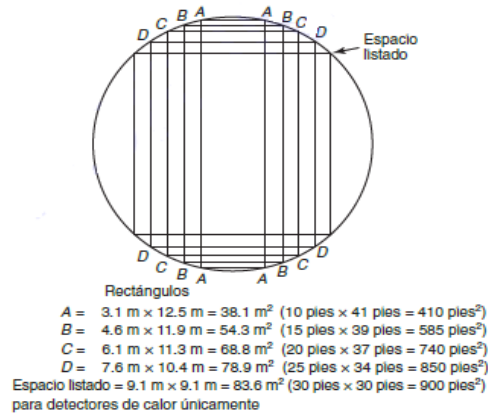


Figura 20: Cobertura de espacio listado para pasillos. Fuente: (NFPA, 2016)

En este caso, se utilizó la cobertura marcada como C = 6.1m x 11.3m = 68.8m²; ya que, a pesar de que el ancho del corredor sea de 2 m y cumple para una cobertura A = 3.1m x 12.5m = 38.1m², uno de sus lados se encuentra expuesto a la intemperie, por lo que presenta mayor flujo de aire, que, si fuese cerrado, debido a ello, se usará una distancia de separación menor para que pueda realizar una adecuada detección.

El sistema de detección de incendio actual no cuenta con la cobertura total de detectores de humo en los pasillos de los tres pisos del edificio, ya que este tiene 5 detectores de humo por piso.

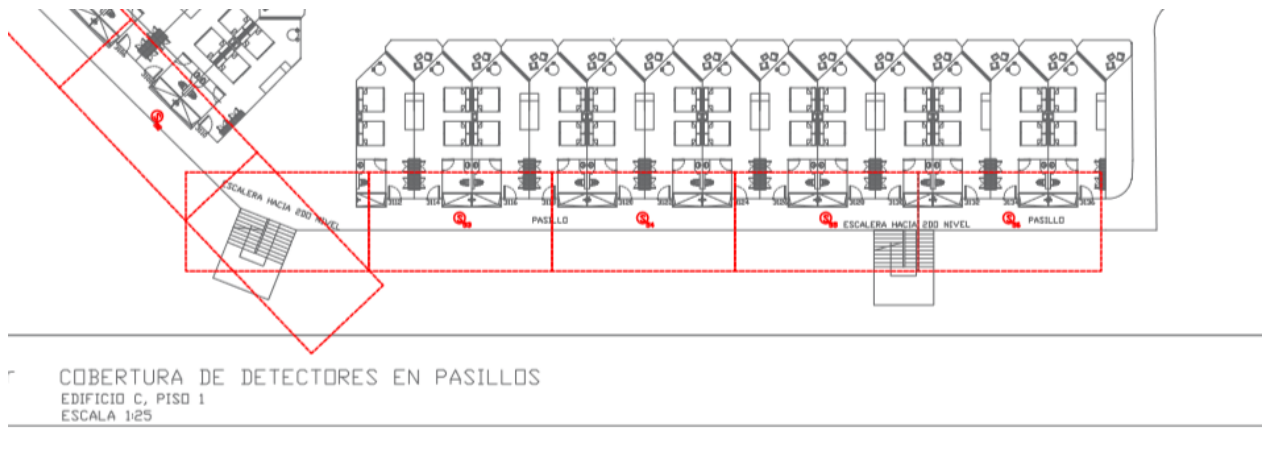


Figura 21: Cobertura de detector de humo en pasillos. Fuente: (Autor, 2023)

- **Detectores térmicos en área común, ascensor**

Se agrega al diseño un detector térmico en cada piso en las salidas del ascensor, el cual tendrá asignada la función de que, en el momento que se alarme cualquiera de los detectores térmicos ubicados en el piso 2 y 3, el ascensor de inmediato deberá ir al primer piso para evacuar al personal a bordo y quedar fuera de servicio. Si la alarma se da en el detector térmico ubicado en el primer piso, este enviará una señal para que el ascensor se detenga en el segundo piso, con el fin de realizar la evacuación y quedar fuera de servicio. Para llevar a cabo este procedimiento, se deberá coordinar en el momento en el que se realice el trabajo, con el encargado del sistema de ascensores, para incluir estas secuencias en su programa y lograr lo asignado a base de módulos relé.

Según lo establecido en la norma NFPA 72, para obtener el dato de la cobertura del detector térmico, se debe buscar en la ficha técnica, según la marca en la cual se basa el diseño, en este caso, se utilizó el modelo HI-921 de la marca Siemens. Su cobertura es de 15.24 m y según el artículo, se aplica un factor según su altura. En este caso, la altura es de 3 m, por lo que su factor multiplicador será el valor de 1, obteniendo la misma cobertura mencionada al inicio.

Datos de uso

La instalación del detector térmico inteligente y direccionable HI921 requiere un circuito de dos cables. En muchos casos de reacondicionamiento, se puede utilizar el cableado existente. La derivación en T solo está permitida para el cableado de estilo 4 (clase B). El modelo HI921 es insensible a la polaridad cuando no se usa en el modo de clase X, lo que puede reducir los tiempos de instalación y depuración. El valor de la unidad aumenta gracias a la tecnología **ISOtechnology** integrada, una función de aislación del SLC que ofrece verdadero funcionamiento de clase X y cumple con la norma NFPA 72, y que admite hasta 252 dispositivos preparados para aislación por bucle. En modo mixto, admite un máximo de 30 dispositivos no aislados entre dispositivos aislados (conectados en modo insensible a la polaridad). Cada detector se adapta a una (1) superficie en pared o techo y solo ocupa una (1) dirección en el circuito de línea de señales (SLC).

El modelo HI921 se puede aplicar dentro de una separación máxima de centros de 50 ft (15,24 m) (áreas de 2500 ft² [232 m²]), tal como lo exige Underwriters' Laboratories. Esta guía de uso se basa en condiciones ideales, es decir, superficies al cielo raso, mínimo movimiento de aire y ausencia de barreras físicas entre las posibles fuentes de incendios y el detector. No monte los detectores cerca de las salidas de sistemas de calefacción, ventilación o aire acondicionado. Los travesaños expuestos o los techos con vigas también pueden influir en las limitaciones de separación de los detectores en condiciones de seguridad.

Figura 22: Cobertura de detector térmico. Fuente: (Curso Siemens Cerberus Modular,2022)

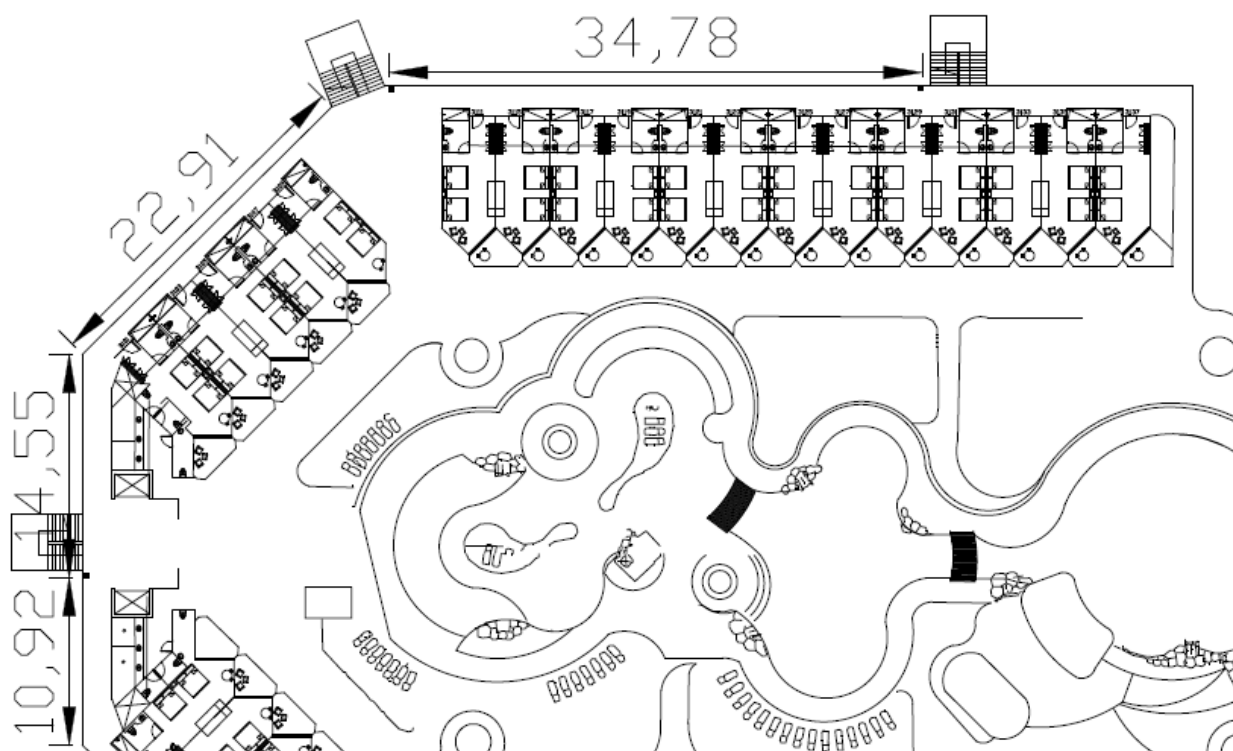


Figura 24: Cobertura de estaciones manuales en pasillo. Fuente: (Autor, 2023)

- **Cobertura de módulos de control y supervisión**

También se incluyen en el diseño los módulos de control o monitoreo; los cuales ayudan a detectar problemas en el sistema o a realizar alguna acción conforme la necesidad, por lo que el análisis se guía con lo mencionado en la NFPA 72 para realizar una cobertura adecuada.

A.23.3.3.2 Ejemplos de sistemas de alarma de incendios con

Función dedicada incluirían una unidad de control de supervisión y control del llamado del ascensor, como se describe en 21.3.2, o un sistema utilizado específicamente para monitorear las funciones de supervisión y de flujo de agua de los rociadores.

Módulo de control para ascensor

Se diseñará un módulo de control para el área del ascensor, el cual, en caso de emergencia de incendio, dejará de funcionar y será enviado inmediatamente al primer piso. Si el panel señala

que la alarma es detectada por dispositivos en el primer piso, este procederá inmediatamente a suspender su funcionamiento en un piso superior.

Módulo para supervisión de bomba contra incendios

Este módulo se encuentra diseñado para estar en el cuarto de máquinas, el cual se encargará de la supervisión del estado del sistema de supresión de incendio. En este, en el momento de presentarse un incendio y si esta se activa, el módulo de inmediato enviará una señal al panel de incendio indicando que la bomba fue activada.

Módulo para supervisión de las válvulas de flujo

Este módulo será instalado en cada uno de los pisos del edificio, exactamente a un lado donde están instaladas las válvulas de flujo del sistema de supresión de incendio. Siendo el caso de que se cierre una de estas válvulas, el módulo enviará una señal de supervisión en la cual indicará que la válvula de tal piso ha sido cerrada impidiendo el flujo de agua por la red de rociadores de ese piso.

Módulo aislador de corto circuito

Según indica la norma, el panel no puede perder la comunicación con los dispositivos del lazo de detección de incendio, por lo que indica y sugiere la instalación de módulos aisladores de corto entre cada 15 o 20 dispositivos del sistema.

5.1.1.1.1. Diseño del circuito de notificación de incendio

Es el circuito encargado de notificar el evento de alarma en caso de una emergencia. Se tomaron múltiples variantes que afectarían a la hora de realizar su diseño, además, se analizan los requerimientos por separado para la parte de dispositivos de notificación visual, al igual que los dispositivos de notificación audible, así como la ubicación en la que se encuentran y lo que conlleva esto en la norma NFPA 72. Una vez definida la cantidad de dispositivos, se debe establecer la marca por utilizar y con la ficha técnica de la fuente, junto con los dispositivos del diseño, se determina la cantidad de salidas y la capacidad disponible de cada una de ellas en la fuente, además, los consumos de los dispositivos. Una vez con esos datos, se realiza el cálculo de caída de tensión para asegurar que la fuente logre satisfacer el consumo de cada circuito diseñado.

- **Cobertura de dispositivos de notificación visible**

Para diseñar el circuito de notificación visible, se debe analizar el lugar donde se debe realizar la notificación, en este caso, las instalaciones por proteger son un Hotel, en el cual la Norma NFPA 72 recomienda la instalación de luces estroboscópicas en los corredores para alertar a las personas que se encuentren en el lugar. Además de notificación visible para las habitaciones que alojen personas con discapacidad auditiva, por si, en caso de estar dormidas en un evento de alarma, el destello del dispositivo pueda despertarlas e indicarles que hay una emergencia para su evacuación. Por el mismo motivo, también se instalarán en la zona de baños del área de la piscina, por si se encuentra una persona con discapacidad auditiva, que pueda también ser notificada en el momento del evento y así logre una rápida evacuación. Luego de esto, se deben ver las indicaciones que sugiere la norma para obtener la cobertura suficiente de intensidad luminosa del dispositivo.

- **Dispositivos de notificación visible para corredores**

Los corredores donde se realiza el diseño tienen un ancho de aproximadamente 2m y una altura de 3m, por lo que el estudio se guía, según el artículo 18.5.5.5.1, el cual indica que, al ser un ancho de menos de 6.1m, se debe basar en el artículo 18.5.5.4 y el 18.5.5.5, que hace mención del espaciamiento de cobertura y la cantidad de luces requeridas según el nivel de intensidad luminosa. El otro artículo indica la separación máxima que debe haber entre los dispositivos del circuito, siendo esta de 30.5m.

Los artículos de la norma NFPA 72 en los que se basa el estudio para obtener estos datos son los siguientes:

8.5.5.5* 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.

18.5.5.4* Espaciamiento en salas.

18.5.5.4.1 El espaciamiento 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 18.5.5.4.1(b).

18.5.5.4.2 Los aparatos de notificación visible deben instalarse18.5.5.5.5* 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. (NFPA 72, 2016).

Para cumplir con lo establecido, según las tablas de espaciamiento, se selecciona para el diseño la tabla 18.5.5.4.1.(b) que hace enfoque en los dispositivos montados sobre cielorrasos, por motivo de facilidad de instalación, ya que en el lugar se encuentran muy pocas áreas en las que se pueda realizar el montaje o perforaciones en las paredes. Además, esto ayuda en la reducción de la longitud del cableado para así obtener menos pérdidas en la caída de tensión al realizar el cálculo.

Ya con la tabla seleccionada, se analiza la salida lumínica mínima requerida por luz, según el tamaño máximo de cobertura en una sala; a mayor tamaño de cobertura, mayor deberá ser su intensidad efectiva, al igual que su consumo en amperios. Si se toma una de menor consumo de amperaje, esto conlleva a menor capacidad lumínica y un menor rango de cobertura, por lo que se necesitará para abastecer la zona de más dispositivos.

Debido a lo anterior, se analizó cuál es la mejor opción de este diseño para tener una caída de tensión sin que afecte el funcionamiento, pero, para realizar el cálculo, se deben analizar los otros dispositivos que se encuentran en el circuito.

Al final del cálculo de caída de tensión, se obtuvo que la mejor opción sería una luz con salida lumínica de 30cd, por su menor consumo de amperios, con una distancia de 9.1m entre cada dispositivo de visualización, con un total de 19 dispositivos en los corredores de cada piso.

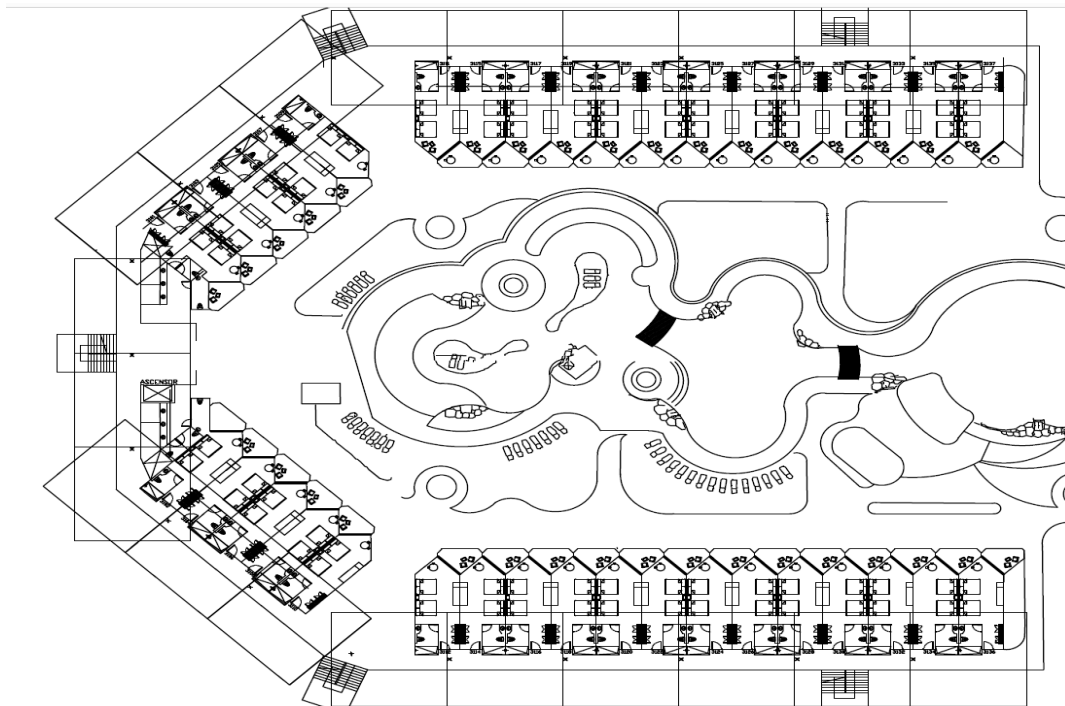


Figura 25: Cobertura de luz estrobo en pasillos. Fuente: (Autor, 2023)

- **Luces estroboscópicas para habitaciones de discapacitados**

Según lo establece la norma NFPA 72, se requiere la instalación de dispositivos de notificación visual en habitaciones, donde se hospeden personas con una discapacidad auditiva. En caso de una emergencia, si la persona se encuentra sola y durmiendo, que sea posible notificarla y lograr una efectiva evacuación. Para esto la capacidad de intensidad lumínica requerida debe ser mayor que la diseñada en los corredores, con una salida de 110cd para que el destello sea bastante fuerte y que la persona logre despertar rápidamente.

También, en cuanto a su ubicación, a diferencia de los dispositivos diseñados para el corredor que son para montaje en cielorraso, estos estarán diseñados para montaje en la pared a un costado de las camas. El hotel tiene designados 10 cuartos de discapacitados en el primer piso del edificio, por lo que, a cada uno de ellos, se le diseñará una luz estroboscópica de 110cd a más de 610mm por debajo del cielorraso.

Aunque la norma indica que no es necesario añadir estos dispositivos visuales en lugares donde no son zonas para el descanso, se añade un dispositivo de notificación visual, en los dos baños que se encuentran en el primer piso para el área de piscina; ya que, por ser área común,

también puede encontrarse alguna persona con discapacidad auditiva y ante un evento, se requiera que sea notificado y se logre hacer una evacuación efectiva.

Por lo que el total de dispositivos diseñados, con base en los artículos para personas con discapacidad auditiva, serán 12 dispositivos visuales para el edificio C, requeridos solo en el primer piso. Los artículos de la norma NFPA 72 en los que se basa el estudio para obtener estos datos son los siguientes:

18.5.5.7.3 Para habitaciones con una dimensión lineal superior a 16 pies (4.87 m), el aparato de notificación visible debe estar ubicado dentro de los 16 pies (4.87 m) de la almohada. (NFPA 72, 2016).

A.18.5.5.7.2 En áreas para dormir, no se ha investigado el uso de luces con otras intensidades, a distancias diferentes a aquellas que estén dentro de los 16 pies (4.9 m) y no se contempla este tema en el presente Código. (NFPA 72, 2016).

Esta sección sobre luces estroboscópicas para alertar a las personas que duermen tiene como fin que las luces estroboscópicas autónomas se ubiquen de acuerdo con lo establecido en el punto 18.5.5. Si la luz estroboscópica es una parte integral de un detector de humo o de una alarma de humo, la unidad debe ser montada de acuerdo con los requisitos para el detector de humo o para la alarma de humo. En cualquiera de los casos (autónomas o combinadas), se consulta entonces la Tabla 18.5.5.7.2 para determinar la intensidad mínima requerida.

Donde el aparato se monta a menos de 24 pulg. (610 mm) del cielorraso, debe tener una certificación efectiva mínima de 177cd, dado que podría estar en una capa de humo al momento en que se requiere su funcionamiento.

Si el aparato se encuentra a 24 pulg. (610 mm) o más del cielorraso, se permite que tenga una certificación efectiva de 110 cd o superior. (NFPA 72, 2016).

Cabe destacar que el requisito para aumentar la intensidad cuando se monta cerca del cielorraso se aplica solo para las luces estroboscópicas utilizadas en áreas para dormir, con el fin de despertar a las personas que estén durmiendo. Se supone que, en situaciones en las que no hay personas durmiendo, una luz estroboscópica no es necesaria para alertar a alguien, si hay una capa de humo en desarrollo.

Tabla 18.5.5.7.2 Requisitos de intensidad efectiva para aparatos de notificación visible para áreas para dormir

Distancia desde el cielorraso hasta la parte superior de los lentes		Intensidad mínima (cd)
pulg.	mm	
≥24	≥610	110
<24	<610	177

Figura 26: Requisitos de luz estrobo para habitación de discapacitados Fuente: (NFPA 72, 2016)

- **Dispositivo audible en corredores**

Para el diseño de los dispositivos de notificación sonora en corredores, se deben realizar las respectivas mediciones de los decibeles que se encuentren en la zona tomando 15 dBA por arriba del sonido ambiente.

Al ser un hotel que cuenta con un nivel sonoro alto y al tener su corredor con un lado al aire libre, se toma el valor base de sonido ambiente de 80dBA, al cual, según la recomendación de la norma, se le realizará un aumento de 15dBA, por lo que se obtiene, para realizar el cálculo, un valor de 95dBA y con una distancia entre cada sirena de 18m. A medida que se incrementa la distancia desde la sirena, se obtiene una pérdida de 6dBA, siendo esta en vía libre, cada vez que la distancia se duplique; por lo que solo se tomará en cuenta como máximo estos tres niveles de pérdida, ya que un nivel mayor, siendo una presión sonora de 77dBA a 24m, estaría por debajo del sonido ambiente de la zona, por lo que ya no cumpliría con los requerimientos de la normas según se indicar en figura 29.

Los artículos de la norma NFPA 72 en los que se basa el estudio para obtener estos datos son los siguientes:

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 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 60b 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). (NFPA 72, 2016).

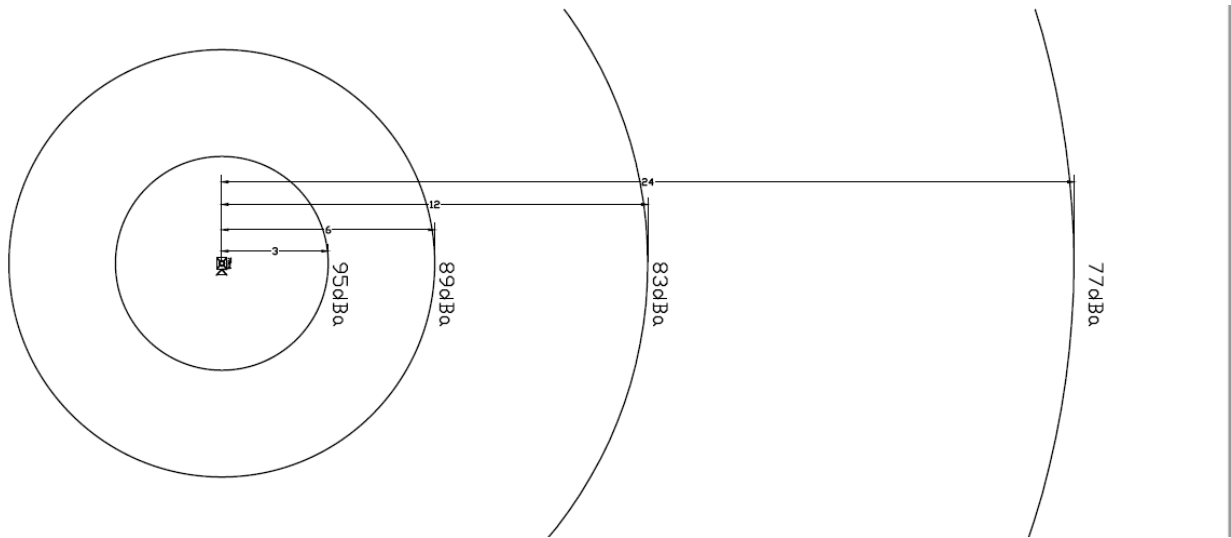


Figura 27: Nivel de pérdida de decibeles en luz estroboscópica con sirena. Fuente: (Autor, 2023)

Al realizar este diseño, se contará con 10 dispositivos de notificación sonora a lo largo del pasillo de cada piso; con el diseño de este último dispositivo, se realiza una hoja de cálculo en Excel, con el fin de llevar a cabo los cálculos necesarios para verificar las caídas de tensiones.

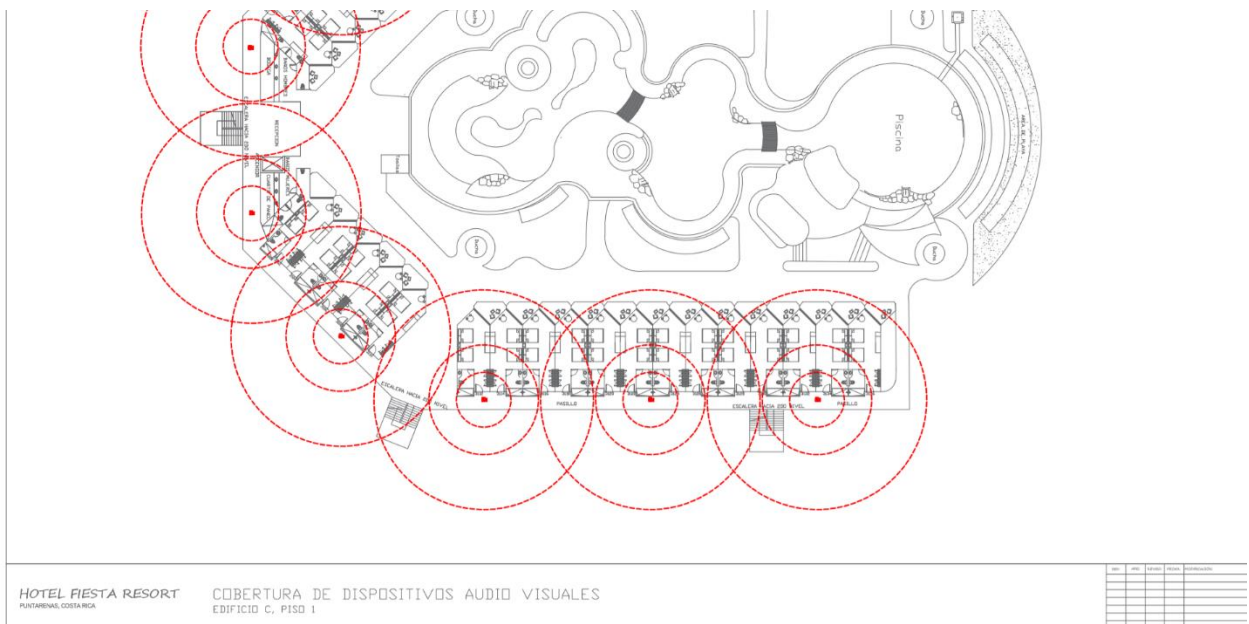


Figura 28: Cobertura de dispositivos de notificación visual. Fuente: (Autor, 2023)

- **Cálculo de caída de tensión para dispositivos de notificación en circuito de NACS**

Para realizar los cálculos de la caída de tensión en los circuitos de Nacs, se cuenta con los siguientes datos:

El edificio consta de tres niveles, por lo que se realizan los cálculos zonificando el edificio y sus circuitos. La fuente del sistema de detección de incendio indica que cuenta con cuatro salidas para NACS, cada una cuenta con una salida de 24VDC y 3A. Luego, se procede a zonificar los circuitos, asignando el circuito 1 y 2 para el piso 1, ya que el piso 1 presenta la mayor cantidad de dispositivos de notificación, por lo que se obtiene mayor consumo. Se procede a dividirlo, asignando el circuito 1 para los dispositivos de notificación de la parte derecha del edificio y el circuito 2 para su lado izquierdo. Luego, para el circuito 3, se le asigna el segundo piso y para el circuito 4, el tercer piso.

Ya con la cantidad de dispositivos correspondiente en cada circuito, sumando los consumos en amperios por lazo, a esto se le llama cálculo por corriente acumulada. Se debe comparar con la salida de amperios que ofrece la fuente, pero antes se realiza la aplicación de un factor de seguridad del 20 % en cada salida de la fuente. Se procede a comparar el consumo total de los dispositivos con la entrega de cada circuito de la fuente con su factor de seguridad ya aplicado y, al ser menor el consumo, indica que está dentro del rango suministrado.

CÁLCULO DE CABLES EQUIPO DE NOTIFICACION POR CARGA CONCENTRADA									
CORRIENTE MAXIMA POR CIRCUITO (AMP)		3	AMP						
CORRIENTE MAXIMA POR CIRCUITO MENOS FS DEL 20%		2,4	AMP						
VOLTAJE DE LA FUENTE O EL CIRCUITO (V)		24	VOLTS						
MINIMA TENSION DEL DISPOSITIVO (V)		16	VOLTS						
CIRCUITO	MARCA	DISPOSITIVO DE NOTIFICACION	VOLTAJE DE ENTRADA	Cd	AMP	# DISPOSITIVOS	I TOTAL		
1	SIEMENS	Sirena / Estroboscópica de Serie ZH: Montaje en techo	DC 16.0 - 33.0VDC	30 Cd	0,131	5	0,655		
1	SIEMENS	ZR Strobe Series: Montaje en techo	DC 16.0 - 33.0VDC	30 Cd	0,111	5	0,555		
1	SIEMENS	ZR Strobe Series: Montaje en pared	DC 16.0 - 33.0VDC	110 Cd	0,233	6	1,398		
						TOTAL	1,21	1,21A < 2,4A	VERDADERO
CIRCUITO	MARCA	DISPOSITIVO DE NOTIFICACION	VOLTAJE DE ENTRADA	Cd	AMP	# DISPOSITIVOS	I TOTAL		
2	SIEMENS	Sirena / Estroboscópica de Serie ZH: Montaje en techo	DC 16.0 - 33.0VDC	30 Cd	0,131	5	0,655		
2	SIEMENS	ZR Strobe Series: Montaje en techo	DC 16.0 - 33.0VDC	30 Cd	0,111	4	0,444		
2	SIEMENS	ZR Strobe Series: Montaje en pared	DC 16.0 - 33.0VDC	110 Cd	0,233	6	1,398		
						TOTAL	1,099	1,099A < 2,4A	VERDADERO
CIRCUITO	MARCA	DISPOSITIVO DE NOTIFICACION	VOLTAJE DE ENTRADA	Cd	AMP	# DISPOSITIVOS	I TOTAL		
3	SIEMENS	Sirena / Estroboscópica de Serie ZH: Montaje en techo	DC 16.0 - 33.0VDC	30 Cd	0,131	10	1,31		
3	SIEMENS	ZR Strobe Series: Montaje en techo	DC 16.0 - 33.0VDC	30 Cd	0,111	9	0,999		
						TOTAL	2,309	2,309A < 2,4A	VERDADERO
CIRCUITO	MARCA	DISPOSITIVO DE NOTIFICACION	VOLTAJE DE ENTRADA	Cd	AMP	# DISPOSITIVOS	I TOTAL		
4	SIEMENS	Sirena / Estroboscópica de Serie ZH: Montaje en techo	DC 16.0 - 33.0VDC	30 Cd	0,131	10	1,31		
4	SIEMENS	ZR Strobe Series: Montaje en techo	DC 16.0 - 33.0VDC	30 Cd	0,111	9	0,999		
						TOTAL	2,309	2,309A < 2,4A	VERDADERO

Figura 29: Cálculo de corriente total. Fuente: (Autor, 2023)

Luego se calcula la caída de tensión en los circuitos con los datos de la corriente acumulada de cada uno de ellos, con la longitud total del conductor según circuito correspondiente y su resistencia dependiente del calibre del conductor; se obtiene la caída de tensión por cada circuito y la fuente entrega a cada salida 24VDC. A este se le resta la caída de tensión de cada circuito y si es mayor al voltaje mínimo de funcionamiento de los dispositivos, que en este modelo de dispositivos es de 16VCD, el circuito debe funcionar sin problema alguno, en cuanto a la alimentación, ya que está dentro de los parámetros de los valores indicados en las respectivas fichas técnicas.

Al ser muchos dispositivos en un circuito, para que los valores finales fuesen aceptables en la caída de tensión, se hicieron variaciones para llegar al resultado, como lo fue cambiar el calibre del cable del conductor pasando de calibre 18 a 12, en el cual la ficha técnica de la fuente indica los valores de calibre aceptados para la instalación de los dispositivos, cumpliendo con lo indicado.

Los datos del valor de la resistencia en los conductores se tomaron de su correspondiente ficha técnica del número de parte de cable; se considera la marca Génesis, que cuenta con una resistencia menor que el cableado marca Belden, según lo analizado.

Figura 5-15 Cálculo de caída de tensión

CIRCUITO	MARCA	DISPOSITIVO DE NOTIFICACION	VOLTAJE DE ENTRADA	Cd	AMP	# DISPOSITIVOS	TOTAL								
1	SIEMENS	Sirena / Estroboscopica de Serie ZH: Montaje en techo	DC 16.0 - 33.0VDC	30 Cd	0,131	5	0,655								
1	SIEMENS	ZR Strobe Series: Montaje en techo	DC 16.0 - 33.0VDC	30 Cd	0,111	5	0,555								
1	SIEMENS	ZR Strobe Series: Montaje en pared	DC 16.0 - 33.0VDC	110 Cd	0,233	6	1,398								
						TOTAL	1,21					1,21A < 2,4A	VERDADERO		
CIRCUITO	MARCA	DISPOSITIVO DE NOTIFICACION	VOLTAJE DE ENTRADA	Cd	AMP	# DISPOSITIVOS	TOTAL								
2	SIEMENS	Sirena / Estroboscopica de Serie ZH: Montaje en techo	DC 16.0 - 33.0VDC	30 Cd	0,131	5	0,655								
2	SIEMENS	ZR Strobe Series: Montaje en techo	DC 16.0 - 33.0VDC	30 Cd	0,111	4	0,444								
2	SIEMENS	ZR Strobe Series: Montaje en pared	DC 16.0 - 33.0VDC	110 Cd	0,233	6	1,398								
						TOTAL	1,099					1,099A < 2,4A	VERDADERO		
CIRCUITO	MARCA	DISPOSITIVO DE NOTIFICACION	VOLTAJE DE ENTRADA	Cd	AMP	# DISPOSITIVOS	TOTAL								
3	SIEMENS	Sirena / Estroboscopica de Serie ZH: Montaje en techo	DC 16.0 - 33.0VDC	30 Cd	0,131	10	1,31								
3	SIEMENS	ZR Strobe Series: Montaje en techo	DC 16.0 - 33.0VDC	30 Cd	0,111	3	0,399								
						TOTAL	2,309					2,309A < 2,4A	VERDADERO		
CIRCUITO	MARCA	DISPOSITIVO DE NOTIFICACION	VOLTAJE DE ENTRADA	Cd	AMP	# DISPOSITIVOS	TOTAL								
4	SIEMENS	Sirena / Estroboscopica de Serie ZH: Montaje en techo	DC 16.0 - 33.0VDC	30 Cd	0,131	10	1,31								
4	SIEMENS	ZR Strobe Series: Montaje en techo	DC 16.0 - 33.0VDC	30 Cd	0,111	3	0,399								
						TOTAL	2,309					2,309A < 2,4A	VERDADERO		

Circuito	TIPO DE CABLE	LONGITUD PAR	CALIBRE A/WG	LONGITUD TOTAL (M)	LONGITUD TOTAL (FT)	RESISTENCIA LINEAL EN (OHMS/FT)	CORRIENTE CIRCUITO (A)	VOLTAJE FUENTE (V)	MINIMA TENSION DE DISPOSITIVOS	RESISTENCIA DEL CABLE TOTAL (OHMS)	CAIDA DE TENSION EN CABLE	TENSION MINIMA DEL DISPOSITIVO	COMENTARIO	MARCA	PART N'
1	FPL	140	14	280	318,6352	0,00254	1,21	24	16	2,823333424	21,1766666	VERDADERO	GENESIS	4208	
2	FPL	115	14	230	754,5932	0,00254	1,099	24	16	1,92	2,106416734	21,8935833	VERDADERO	GENESIS	4208
3	FPL	250	14	500	1640,42	0,00254	2,309	24	16	4,17	9,620833641	14,3791664	FALSO	GENESIS	4208
4	FPL	260	14	520	1706,0368	0,00254	2,309	24	16	4,33	10,00566699	13,994333	FALSO	GENESIS	4208

Circuito	TIPO DE CABLE	LONGITUD PAR (M)	CALIBRE A/WG	LONGITUD TOTAL (M)	LONGITUD TOTAL (FT)	RESISTENCIA LINEAL EN (OHMS/FT)	CORRIENTE CIRCUITO (A)	VOLTAJE FUENTE (V)	MINIMA TENSION DE DISPOSITIVOS	RESISTENCIA DEL CABLE TOTAL (OHMS)	CAIDA DE TENSION EN CABLE	TENSION MINIMA DEL DISPOSITIVO	COMENTARIO	MARCA	PART N'
1	FPL	140	12	280	318,6352	0,0016	1,21	24	16	1,47	1,77847747	22,2215223	VERDADERO	GENESIS	4210
2	FPL	115	12	230	754,5932	0,0016	1,099	24	16	1,21	1,326876683	22,6731233	VERDADERO	GENESIS	4210
3	FPL	250	12	500	1640,42	0,0016	2,309	24	16	2,62	6,060367648	17,9396324	VERDADERO	GENESIS	4210
4	FPL	260	12	520	1706,0368	0,0016	2,309	24	16	2,73	6,302782354	17,6912176	VERDADERO	GENESIS	4210
		765		TOTAL DE METROS DE CABLE A UTILIZAR											

Figura 30: Cálculo de caída de tensión. Fuente: (Autor, 2023)

- Dispositivo audible en habitaciones

Se indica en el diseño que se deben colocar bases audibles, siendo estas las bases de los detectores de humo dentro de las habitaciones del hotel; para que, a la hora de un evento de incendio dentro de una habitación, el detector de humo se alarme y este active su base sonora para alertar a la persona que se encuentra en esa habitación. Esto con el fin de no generar una evacuación masiva, si fuese una falsa alarma, por lo que la única base sonora que se activará será la del sensor que envió la señal de alarma al panel de incendio.

Estas bases audibles tendrán un nivel sonoro de 85dBa, cumpliendo con el nivel mínimo de 75dBa, además de la forma de onda con una frecuencia de 520Hz. Al colocarse una base audible por habitación, con 36 habitaciones en cada uno de los tres pisos, se obtiene como resultado total el diseño de 108 bases sonoras para su sensor de humo respectivo en cada dormitorio.

Estas bases audibles deben tener una alimentación independiente, por lo que requieren su propia salida, pero, al tener ocupadas todas las salidas de los 24V, 3A, se agregará al diseño una fuente de poder externa, para proveer su alimentación. Además, se realizan los cálculos correspondientes con el fin de garantizar su buen funcionamiento, siendo estos el cálculo de corriente acumulada y el de la caída de tensión.

Los artículos de la norma NFPA 72 en los que se basa el estudio para obtener estos datos son los siguientes:

18.4.5 Requisitos para áreas para dormir.

18.4.5.1* Donde los aparatos audibles se instalen para emitir señales para áreas para dormir, 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 o un nivel sonoro de al menos 75 dBA, el que fuera mayor, medido al nivel de la almohada en el área requerida en la que el sistema va a brindar el servicio aplicando

la escala de ponderación A (dBA) (NFPA 72, 2016).

18.4.5.3* Los aparatos audibles provistos en las áreas para dormir para despertar a los ocupantes deben emitir una señal de alarma de baja frecuencia que cumpla con lo siguiente:

(1) La señal de alarma debe ser una onda cuadrada o tener una capacidad para despertar equivalente.

(2) La forma de onda debe tener una frecuencia fundamental de 520 Hz

(3) * El equipo de notificación debe estar listado para producir la forma de onda de baja frecuencia. (NFPA 72, 2016).

ZONA	CIRCUITO	MARCA	DISPOSITIVO DE NOTIFICACION	VOLTAJE DE ENTRADA	AMP	# DISPOSITIVOS	TOTAL
PISO 1	1	SIEMENS	ABHW-4S Base Audible	DC 16.0 - 33.0VDC	0.033	18	0.594
	2	SIEMENS	ABHW-4S Base Audible	DC 16.0 - 33.0VDC	0.033	18	0.594
ZONA	CIRCUITO	MARCA	DISPOSITIVO DE NOTIFICACION	VOLTAJE DE ENTRADA	AMP	# DISPOSITIVOS	TOTAL
PISO 2	3	SIEMENS	ABHW-4S Base Audible	DC 16.0 - 33.0VDC	0.033	18	0.594
	4	SIEMENS	ABHW-4S Base Audible	DC 16.0 - 33.0VDC	0.033	18	0.594
ZONA	CIRCUITO	MARCA	DISPOSITIVO DE NOTIFICACION	VOLTAJE DE ENTRADA	AMP	# DISPOSITIVOS	TOTAL
PISO 3	5	SIEMENS	ABHW-4S Base Audible	DC 16.0 - 33.0VDC	0.033	18	0.594
	6	SIEMENS	ABHW-4S Base Audible	DC 16.0 - 33.0VDC	0.033	18	0.594

CALCULO DE CAIDA DE TENSION PARA BASE AUDIBLE EN HABITACIONES CON FUENTE EXTERNA															
Circuito	TIPO DE CABLE	LONGITUD PAR (M)	CALIBRE AWG	LONGITUD TOTAL (M)	LONGITUD TOTAL (FT)	RESISTENCIA LINEAL	CORRIENTE CIRCUITO	VOLTAJE FUENTE	MINIMA TENSION DE	RESISTENCIA DEL CABLE	CAIDA DE TENSION	TENSION MINIMA DEL	COMENTARIO	MARCA	PART N°
1	FPL	208	16	416	1364.829	0.0042	0.594	24	16	5.73	3.404976	20.595024	VERDADERO	GENESIS	GEN-4111
2	FPL	208	16	416	1364.829	0.0042	0.594	24	16	5.73	3.404976	20.595024	VERDADERO	GENESIS	GEN-4111
3	FPL	208	16	416	1364.829	0.0042	0.594	24	16	5.73	3.404976	20.595024	VERDADERO	GENESIS	GEN-4111
4	FPL	208	16	416	1364.829	0.0042	0.594	24	16	5.73	3.404976	20.595024	VERDADERO	GENESIS	GEN-4111
5	FPL	208	16	416	1364.829	0.0042	0.594	24	16	5.73	3.404976	20.595024	VERDADERO	GENESIS	GEN-4111
6	FPL	208	16	416	1364.829	0.0042	0.594	24	16	5.73	3.404976	20.595024	VERDADERO	GENESIS	GEN-4111

Figura 31: Cálculo de caída de tensión para dispositivos de notificación en circuito de NACS en fuente externa. Fuente: (Autor, 2023)

5.1.1.2. Resumen de la distribución de los circuitos diseñados del sistema de detección de incendio del Hotel Fiesta Resort, Edificio C

Según el diseño de coberturas tanto para los dispositivos del lazo de detección y de notificación de incendios, obtenemos un total de los siguientes equipos

Lista resumen de distribución para el sistema de detección de incendio Edificio C, Hotel Fiesta Resort S.A.					
Sistema	Circuito	Zona	Cantidad de dispositivos	Modelo	Descripción
Sistema de Detección SLC	SLC 1	Piso1	OP921/HI921 Detectores humo/térmico: 55 HMS-D Estación manual: 5 Módulos ISO/Supervisión/Control:8	XDLC	Tarjeta de lazo con datos
	SLC 2	Piso2	OP921/HI921 Detectores humo/térmico: 55 HMS-D Estación manual:5 Módulos ISO/ Supervisión/Control:7		
	SLC 3	Piso3	OP921/HI921 Detectores humo/térmico: 55 HMS-D Estación manual:5 Módulos ISO/ Supervisión/Control:7	XDLC	Tarjeta de lazo con datos
Sistema de Notificación NACS	NAC 1	Piso1	ZR Luz estroboscópica: 5 ZH Luz estroboscópica/sirena:5 ZR Luz discapacidad auditiva: 6	ZIC-4A	Tarjeta de Nacs, con salida de 24V
	NAC 2	Piso1	ZR Luz estroboscópica: 4 ZH Luz estroboscópica/sirena:5 ZR Luz discapacidad auditiva: 6		
	NAC 3	Piso2	ZR Luz estroboscópica: 9 ZH Luz estroboscópica/sirena:10		

	NAC 4	Piso3	ZR Luz estroboscópica: 9 ZH Luz estroboscópica/sirena:10		
Sistema de Notificación NAC EXTENDER	NAC 5	Piso1	Base sonora piso 1: 36	ZIC-2C PSX-12	Fuente de poder externa
	NAC 6	Piso2	Base sonora piso 1: 36		
	NAC 7	Piso3	Base sonora piso 1: 36		

Tabla 7: Tabla de resumen de distribución. Fuente: (Autor, 2023)

5.1.1.3. Alimentación del sistema de detección de incendio

Para alimentar este sistema, si se realiza siguiendo la recomendación de la norma NFPA 72, se deben tener dos tipos de alimentación: primaria y secundaria. La primaria será alimentada con la corriente alterna 110V y la secundaria corriente directa que se tomará de las baterías; se realiza el cálculo para determinar la capacidad necesaria para alimentar el sistema cuando se encuentra en modo normal o alarmado, apoyado en los artículos de la norma.

Alimentación primaria

Para esta alimentación, se realiza con una corriente alterna, por lo que se debe solicitar un disyuntor de 20A, el cual será exclusivamente para el sistema de detección de incendio; deberá estar bien identificado con la leyenda de ALARMAS DE INCENDIO y marcado en color rojo en algún punto que no afecte el funcionamiento.

Alimentación secundaria

Esta alimentación se proveerá con corriente directa, suministrándola unas baterías. Para la selección de las baterías adecuadas, se debe realizar el cálculo del consumo de todos los dispositivos que se encontrarán en el sistema, con el fin de obtener la capacidad necesaria, se tomarán todos los dispositivos funcionando en sistema normal por un tiempo de 24 horas. Además, debe sumarle el consumo de todos los dispositivos, pero esta vez en estado de alarma por un tiempo de 5 minutos. Así se obtiene la capacidad necesaria para abastecer el consumo del sistema por el tiempo requerido según la norma NFPA 72.

La hoja de cálculo por utilizar es suministrada por el personal de la marca SIEMENS, especialmente para el panel modelo Cerberus Modular, donde se le agregan los dispositivos por utilizar, junto con los tiempos requeridos tanto en sistema normal como alarmado. Esto presenta la capacidad que se debe tener en las baterías.

Para lograr lo anterior, se realiza una lista con todos los dispositivos por utilizar, con el fin de facilitar la introducción de los datos.

Lista de dispositivos para el sistema de detección de incendio Edificio C, Hotel Fiesta Resort S.A.			
Ítem	Modelo	Cantidad	Notas
1	XDLC	2	Cuenta con 2 salidas para circuitos de detección
2	OP921	162	Detector de humo
3	HI921	3	Detector térmico
4	ABHW-4S	108	Base audible para sensor de humo en habitaciones
5	DB-11	57	Base estándar para el restante de detectores
6	HMS-D	15	5 estaciones manuales por piso
7	XTRI-R	1	Un relé para los elevadores
8	HLM	21	Módulo aislador de corto
9	NIC-C	1	Módulo de comunicación para anunciador
10	SSD	1	Anunciador remoto ubicado en lobby
11	ZIC-4A	1	Cuenta con 4 salidas para NACS
12	ZH	30	Luz estroboscópica con sirena montaje en cielo 95dBa
13	ZR	27	Luz estroboscópica con montaje en cielo 30cd
14	ZR	12	Luz estroboscópica con montaje en pared 110cd
15	PSC-12	1	Fuente Principal
16	PSX-12	1	Fuente Auxiliar para bases audibles
17	ZIC-8B	1	Cuenta con 8 salidas para NACS
18	PTB	1	Tarjeta para terminales de alimentación
19	FCM2041-U3	1	PMI
20	CAB2-RB	1	Gabinete del panel de control
21	CC-5	1	Soporte para tarjetas o módulos
22	CAB-BATT	1	Gabinete para almacenaje de baterías
23024	BTX2	2	Batería 55 AH Para panel principal
	BP-61	2	Baterías 15AH de respaldo para fuente auxiliar

Tabla 8: Lista de dispositivos final. Fuente: (Autor, 2023)

5.1.1.3.1. Cálculo de capacidad de baterías para alimentación secundarias

Primero, se introducen en la hoja de cálculo los datos utilizados en la ZIC-4A, la cual da la posibilidad de tener cuatro salidas NACS de 24VDC y 3A; debido a que se utilizarán las cuatro salidas en su capacidad máxima, se selecciona la opción de los 3 Amp en cada una de sus salidas.

Start Over												Return To Zeus	
		Total values for all ZICs (mA)					Power Calculations				Battery Calculations		
Add ZIC4A	Add ZIC8B						Backplane Current 24V (mA)	Backplane Current 6.2V (mA)	Screw Terminal 24V Current (mA)		24 VDC Current		
							0	0	0	12157	89		
Type	Power source	Usage	Wiring Type	Total Current drawn by notification appliances	Power Calculations				Battery Calculations				
					Backplane Current 24V (mA)	Backplane Current 6.2V (mA)	Screw Terminal 24V Current (mA)		24 VDC Current				
							Standby	Alarm					
Add Ckt	ZIC4A	Screw Terminal							89	85			
	ZIC4A Ckt	Horn Strobe Sync	Class B	3.0 Amp					3017	1			
	ZIC4A Ckt	Horn Strobe Sync	Class B	3.0 Amp					3017	1			
	ZIC4A Ckt	Horn Strobe Sync	Class B	3.0 Amp					3017	1			
	ZIC4A Ckt	Horn Strobe Sync	Class B	3.0 Amp					3017	1			

Figura 32: Calculo de baterías. Fuente: (Autor, 2023)

Luego, se introduce en la hoja de cálculo la cantidad total de dispositivos según el modelo por utilizar detallado en la tabla de lista de dispositivos, para obtener sus consumos; luego se suman y junto con el tiempo requerido de funcionamiento, se obtiene la capacidad de las baterías; además del tiempo establecido de funcionamiento por parte de la NFPA 72, establece aplicarle un factor de seguridad del 20 % al resultado final de la capacidad de las baterías.

Ref. No.					Editable		Note: In order to make the Spreadsheet work correctly, you have to enable the Macros of the Spreadsheet by clicking on 'Options...' button of Security Warning (on the top of the Spreadsheet), then
Submitted By:	Alexandra Karolina Soto Arias				Fixed		
Project Name:	Re-Diseño Hotel Fiesta Resort Puntarenas				Calculated		
Project Location:	Hotel Fiesta Resort Puntarenas						
Panel Location:	Edificio C						
Node No:	1						
Date:	27 de octubre del 2022						

Module	Device	Description	Qty	Power Calculations				Battery Calculations	
				Backplane Current 24V (mA)	Backplane Current 6.2V (mA)	Screw Terminal 24V Current (mA)		24 VDC Current	
						Standby	Alarm	Standby	Alarm
AIC		Audio Input Card		0,0000	0,0000			0,0000	0,0000
ALCC		Audio Level Conversion Card		0,0000	0,0000			0,0000	0,0000
CDC4A	Conventional Detector	Go to the CDC-4 sheet (double click)		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
CRC6		Control Relay Card		0,0000	0,0000			0,0000	0,0000
	Relay	Active Form C Relay				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
D2300CP		Fiber Optic Interface				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
D2325CPS						0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
DAC		Digital Audio Card		0,0000				0,0000	0,0000
DDC		Digital Dialer Card				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
DFM		D-NET Fiber Optic Module				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
DLC & XDLC	DLC	Device Loop Card			0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	XDLC	X Device Loop Card	3		3,0000	300,0000	300,0000	300,0000	300,0000
	HFP-11	Photo-thermal detector				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	HFPT-11	Thermal detector				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	OHC941	Dual optical/thermal/CO detector				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	OCH941	Dual optical/thermal detector				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	OH921	Photo-thermal detector				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	OP921	Photo detector	162			40,5000	66,4200	40,5000	66,4200
	HI921	Thermal detector	3			0,7500	1,2300	0,7500	1,2300
	FDOOTC441	Dual optical/thermal/CO detector				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	FDOOT441	Dual optical/thermal detector				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	FDOT421	Photo-thermal detector				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	FDO421	Photo detector				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	FDT421	Thermal detector				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	FDCIO A	2-input/4-output module				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	FDCIO B	4-input/4-output module				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	HMS-2S	Manual station				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	HMS-2S	Manual station				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	HMS-S	Manual station				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	HMS-M	Manual station				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	HMS-SA	Manual station				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	HMS-D	Manual station	15			13,5000	13,5000	13,5000	13,5000
	HTRI-S	Single input module				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	HTRI-D	Dual input module				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	HTRI-R	Single input/single relay module				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	HTRI-M	Single input mini module				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	XMS-S	X Manual station				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	XMS-M	X Manual station				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	XMS-D	X Manual station				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	XTRI-S	X Single input module				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	XTRI-D	X Dual input module				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	XTRI-R	X Single input/single relay module	1			0,7500	0,7500	0,7500	0,7500
	XTRI-M	X Single input mini module				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	HZM	Conventional zone module				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	HCP	Addressable control point				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	ILED-HC	Intelligent LED				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	ILED-HW	Intelligent LED				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	ILED-1X	Intelligent LED - X Type				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	HLIM	Loop Isolator Module	12			12,0000	12,0000	12,0000	12,0000
	TSM-1X	Intelligent Switch				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Other					0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
FCM		Fan Control Module				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Active FCM Switches				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
FMT		Firefighter Master Telephone				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
FN2006		Fiber Optic Module - single mode				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
FN2007		Fiber Optic Module - multi mode				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
FN2013		Fiber Network Module - single mode				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
FN2014		Fiber Network Module - multi mode				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Cloud Gateway	See Note 2	Cloud Gateway				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Cellular Modem	Modem for Gateway				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
HUB-4		Communication Module - 4 ports			0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
LCM		LED Control Module				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	LED	Active LED's				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
LPB		Local Page Board		0,0000	0,0000			0,0000	0,0000
LVM		Live Voice Module				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		Active Switch				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MLC				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	CZM-1	Remote Conventional Zone Module				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	FP-11	Photosensor detector				0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

	FPT-11	Photo and thermal detector				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	ICP25	ID-60I				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	ICP70					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	ID-60I	Intelligent thermal detector				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	ID-60IA					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	ID-60IH					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	ID-60IAH					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	ID-60IB					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	ID-60IBH					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	ID-60P					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	ID-60PD					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	ID-60PT					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	ID-60T					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	ILI-1/-1H	Ionization detector (0-300 ft./min.)				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	ILI-1A/-1AH					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	ILI-1B/-1BH					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	ILP-1/ILPT-1	Photoelectric detector				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	ILP-2					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	MSI-1/-2	Intelligent manual station				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	TRI-60	Interface single-input module				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	TRI-60D	Interface dual-input module				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	TRI-60R	Addressable interface module				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	LIM-1	Loop Isolator Module				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	Other					0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MLC Ext		MXL Line Card Ext				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NIC		Network Interface Card	1	120.0000				120.0000	120.0000
NIC_Xnet		Network Interface Card Xnet		0.0000				0.0000	0.0000
NIM_1W		Network Interface Module - Wide Area				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NRC		Network Ring Card		0.0000	0.0000			0.0000	0.0000
OCM		Output Control Module				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Active Open Collector				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PMI		Control Panel		0.0000				0.0000	0.0000
	TSP-40A	Thermal Strip Printer				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PMI-2/PMI-3		Control Panel v2	1	195.0000				125.0000	125.0000
FCM2041-U2/U3		Thermal Strip Printer				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
RNI		Remote Network Interface				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
RPM	See Note 2	Remote Printer Module				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SCM		Switch Control Module				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	Switch	Active Pushbutton Switch				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SIM		Supervised Input Module				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	SIM device	SIM Input				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	SIM Relay	Relay				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SSD		System Status Display	1			200.0000	200.0000	200.0000	200.0000
TZC		Telephone Zone Card				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
VNT		Virtual Network Tunnel				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
VPM	See Note 2	Vesda Peripheral Module				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	HLI (See Note 2)	High Level Interface card				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
XDMC		XLS Digital Message Card		0.0000	0.0000			0.0000	0.0000
ZAC		Zone Amplifier Card				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Total Speaker Wattage						0.0000	0.0000
ZAC Backup		Zone Amplifier Card - Backup				0.0000		0.0000	
ZAM		Zone Amplifier Module				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Total Speaker Wattage					0.0000	0.0000	0.0000
ZAM Backup		Zone Amplifier Module - Backup				0.0000		0.0000	
Total ZICs	Zone Indicating Cards	Go to the ZIC sheet (double click)		0.0000	0.0000	0.0000	12157.0000	89.0000	12157.0000
PSC-12		Power Supply Card 288 Watts	1					150.0000	150.0000
	PSC Relay	Active Relay on the PSC	1					20.0000	20.0000
	See Note 1	AUX Standby Current [mA] on A.C.							
	See Note 1	AUX Alarm Current [mA] on A.C.							
	See Note 1	AUX Standby Current on Battery [mA]							
	See Note 1	AUX Alarm Current on Battery [mA]							
PSX-12		Power Supply Extender 288 Watts	1					150.0000	150.0000
	See Note 1	AUX Standby Current [mA] on A.C.							
	See Note 1	AUX Alarm Current [mA] on A.C.							
	See Note 1	AUX Standby Current on Battery [mA]							
	See Note 1	AUX Alarm Current on Battery [mA]							
Total [A]				0.3150	0.0030	0.5675	12.7509	1.2215	13.3159

Power Supply Limits

Parameter	Max value	Actual value	Result
24V Backplane Current	2A	0.315	OK
6.2V Backplane Current	2A	0.003	OK
Total 24V Standby Current	10	0.883	OK
Total 24V Alarm Current	12A * Number of PS	13,066	OK

Battery Calculation

Max Standby [Hrs]	24
Warning: 90 hours required for Pre-Action or Deluge systems (may be less if an engine driven generator is provided)	
Max Alarm [Min]	5
Battery capacity reserve [%]	20

Required Battery Capacity [AH]:	30.43
Required Battery Capacity with reserve [AH]:	36.51

Figura 33: Continuación en cálculo de baterías. Fuente: (Autor, 2023)

5.1.1.4. Diseño de ruta del cableado y tubería

El cableado por utilizar en las conexiones de los dispositivos para la detección de incendio debe ser el recomendado por la norma NFPA 72, el cual es FPL. Para más información, se debe consultar la norma NFPA 70, tanto para la selección del cable junto como la selección de la tubería adecuada.

Para este sistema se cuenta con un cableado tipo B, ya que la tubería EMT que se encuentra con el sistema existente está en buen estado y se desea reutilizarla para obtener una reducción en el costo final, ya que no solo se ahorraría en el costo del material, sino también en la mano de obra por instalación y reparación de cielorrasos.

El cableado también se analizó para su posible reutilización, pero se encuentra muy sulfatado por la corrosión debido al ambiente salino de la zona; además, por trayectos del circuito se encontraba gran parte de cable que no corresponde a FPL, el cual no cumple con la norma, según la aplicación utilizada que serían los sistemas de detección de incendio. Por lo que se recomienda el cambio completo del cableado de los dispositivos, tanto los de detección como los de notificación, ya que también, al realizar un cambio en las cantidades de los dispositivos de notificación visual y sonora, el calibre del cable aumentó; por lo que el cableado instalado calibre 18 no satisface el consumo de alimentación, debido a que su resistencia es muy alta. A causa de lo anterior, se obtiene una caída de voltaje en el circuito por debajo del voltaje mínimo de consumo de los dispositivos.

Al estar en funcionamiento el hotel, se pretende realizar cualquier modificación en el sistema de detección de incendio en un periodo corto y con el menor daño posible en su estructura, por lo que se optó por utilizar cableado estructurado, en el caso de los detectores de humo ubicados en las habitaciones; ya que se encuentran encima de ventiladores. Su detección se dificulta, al encontrarse en esa ubicación, por lo que, a la hora de realizar el rediseño del sistema, se decidió reubicarlo, siendo este un movimiento de, al menos, 1.70 m por cada detector.

Ítem	Descripción	Ubicación	Cantidad metros	Cantidad total de metros	Total Carrucha de cable
1	Cable armado FPL calibre 16AWG para reubicación de sensor de humo	Piso 1	140mt	480mt	2
2		Piso 2	160mt		
3		Piso 3	180mt		
4	Cable FPL calibre 16AWG para bases audibles	Piso 1	208mt	684mt	3
5		Piso 2	228mt		
6		Piso 3	248mt		
7	Cable FPL calibre 12AWG para lazos de notificación	Piso 1	510mt	1530mt	6
8		Piso 2	500mt		
9		Piso 3	520mt		

Tabla 9: Cantidad de cableado a utilizar. Fuente: (Autor, 2023)

Para reemplazar el cableado completo del sistema de detección de incendio, se deberá utilizar 3098 metros, los cuales equivalen a un total de 11 carruchas FPL.

Con esta investigación de coberturas se obtuvo lo principal para el diseño del sistema de detección de incendio con base en el diseño arquitectónico del edificio C del Hotel Fiesta Resort, Puntarenas, Costa Rica, según la norma NFPA 72.

Ver anexos donde se encuentran los planos del edificio C, piso 1, piso 2 y piso 3.

5.1.1.5. Planos sistema de detección de incendio

En los anexos, se encuentran los diseños completos del sistema de detección de incendio de los tres pisos del edificio; además, un requisito para la aprobación de planos en el CFIA es realizar un unifilar del sistema diseñado, así como la descripción de los dispositivos y la forma correcta de instalarlos, por lo que se incluye en esta investigación (ver completo en anexos).

5.1.2. Componentes del tablero del sistema de detección de incendio

5.1.2.1. Conexión de módulos y tarjetas a utilizar en el panel modular del sistema de detección de incendio

El panel por instalar será marca Siemens, modelo Cerberus Modular; como lo indica su nombre, es un panel modular, es decir, cuenta con múltiples módulos, los cuales fueron elegidos según las necesidades para cada proyecto, y los dispositivos por incorporar en el sistema.

Para este diseño en específico, se utilizaron los siguientes módulos o tarjetas con el fin de controlar y monitorear los siguientes circuitos. Según la cantidad de módulos necesarios por utilizar, se determinó el gabinete que mejor se ajuste al sistema, por lo que se deben instalar los siguientes módulos:

Módulo para la supervisión de los dispositivos de detección de incendio que incluye detectores, estaciones manuales, módulos de supervisión.

Módulo para el control de los dispositivos de notificación, tanto audible como auditivos.

Módulo para comunicación del panel principal de control a anunciador remoto.

Además de esos módulos, se debe agregar la CC-5, el cual será colocado en el gabinete del panel para el montaje de cada uno de los módulos y tener comunicación entre cada uno de ellos. Dependiendo de la cantidad de consumo, se debe establecer una fuente de poder que realiza el cambio de AC a DC para alimentar todos los circuitos necesarios en el panel de control. Ya con esto, se puede determinar el tamaño del panel a utilizar y también su PMI, el cual será el *display* donde visualmente mostrará los eventos que acontecen en el sistema.

Externo al panel del control, se contempla otro gabinete para la instalación de la fuente de alimentación secundaria, la cual serían las baterías; pero, según lo estipulado en la norma NFPA 72, para el uso del sistema se debe contemplar un rango de tiempo tanto con el sistema normal como con el sistema activado por una alarma, generando un mayor consumo y según lo calculado, la capacidad es mayor a los 32V. Como indica la ficha técnica del gabinete, cuando es mayor al rango indicado, se debe instalar un gabinete por aparte, ya que, por su tamaño, no cabe en el gabinete más grande, el cual será el que se usa para un máximo de cinco espacios para módulos.

Teniendo claros los módulos necesarios para armar el sistema junto con las capacidades requeridas para abastecer a los dispositivos diseñados, se detalla la instalación que conforma este panel para su debido uso y programación.

- **ZIC-4A**

La ZIC-4A es una tarjeta de indicación de zona que proporciona circuitos de aplicaciones de notificación para el sistema. Tiene cuatro salidas que se pueden configurar para Clase A o Clase B y para controlar dispositivos de notificación acústicos y visuales, con el fin de instalarlo, primero se le deben configurar los siguientes componentes, antes de insertarse en la CC-5:

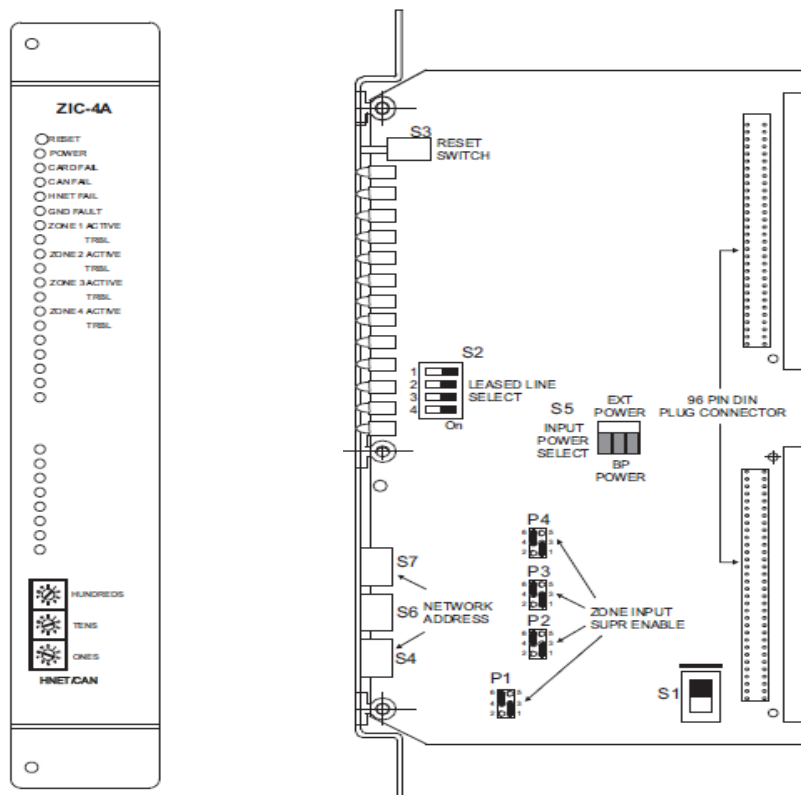


Figura 34: Componente de Panel. Fuente: (Curso Siemens Cerberus Modular,2022)

La imagen muestra dónde corresponde conectar cada circuito o zona en la ZIC-4A. Los terminales superiores (de 1 a 8 y de 9 a 16) se conectan a los dispositivos de notificación, luces estroboscópicas, sirenas, etc. Los terminales inferiores (de 17 a 24) se conectan a la fuente de alimentación de entrada de los dispositivos NAC, en este caso, la PSC-12.

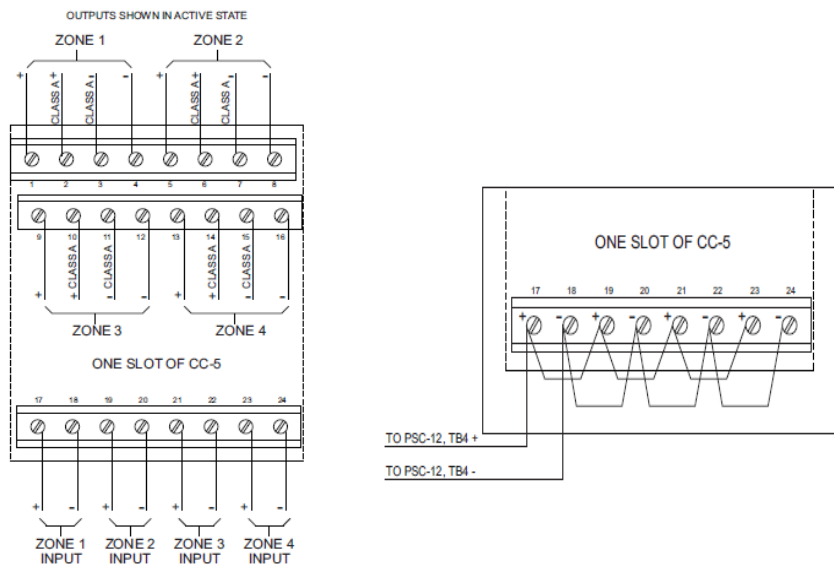


Figura 35: Componente de Panel. Fuente: (Curso Siemens Cerberus Modular,2022)

Según se demuestra en la imagen, la zona marcada representa cómo se debe realizar la conexión de los circuitos de notificación de incendio a cada zona con el cableado en Clase B. También se muestra cómo sería si el circuito estuviera en Clase A, pero, para este diseño, no se requiere realizar esa configuración.

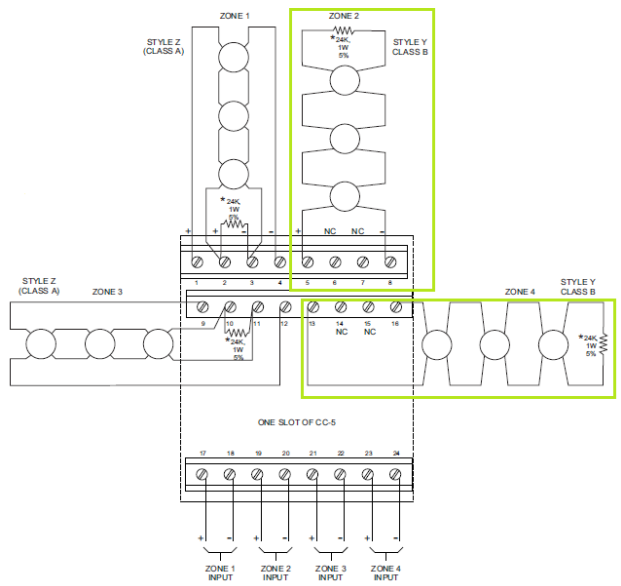


Figura 36: Componente de Panel. Fuente: (Curso Siemens Cerberus Modular,2022)

- **XDLC**

El módulo XDLC inicializa, hace funcionar y mantiene todos los dispositivos existentes en el circuito, además de comunicar la información de eventos y dispositivos pertinente, por ejemplo, alarmas y problemas, a la CPU del sistema.

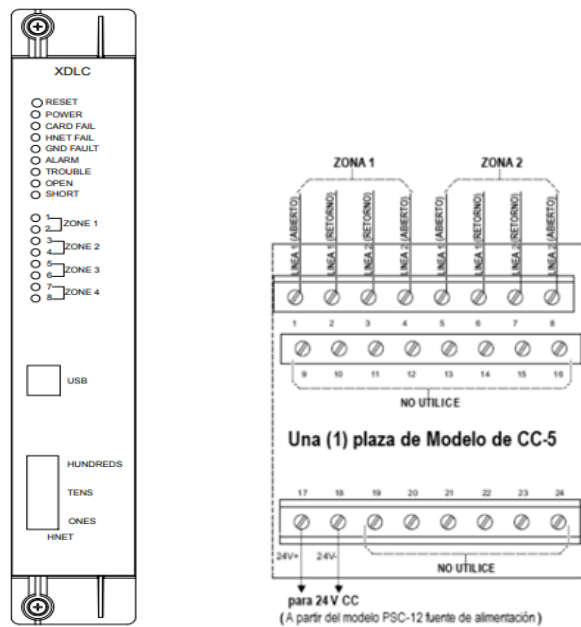


Figura 37: Componente de Panel. Fuente: (Curso Siemens Cerberus Modular,2022)

La imagen muestra dónde corresponde conectar cada circuito o zona en la XDLC; los terminales superiores (de 1 a 8) se conectan a los dispositivos de detección como detectores, módulos, etc. (de 9 a 16), no se utilizarán. Los terminales inferiores (de 17 a 18) se conectan a la fuente de alimentación PSC-12.

Luego, la imagen muestra cómo se deben realizar las conexiones del circuito en la tarjeta, siendo este en Clase B.

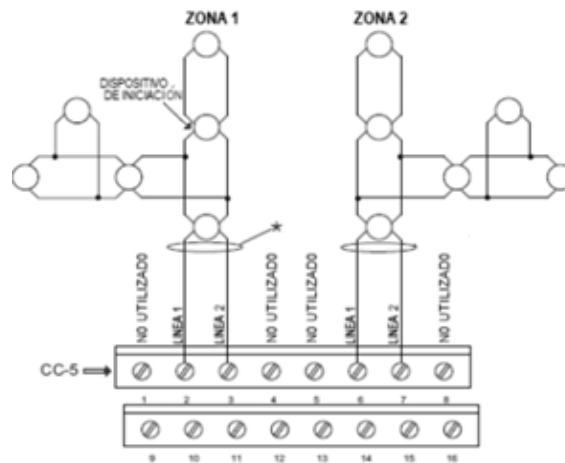


Figura 38: Componente de Panel. Fuente: (Curso Siemens Cerberus Modular,2022)

- **NIC-C**

Este módulo o tarjeta de interfaz ayuda a proporcionar comunicaciones de red HNET o XNET entre las carcassas, ayudando a tener comunicación entre otros paneles para conectarlos en red, o bien trabajando como repetidor junto con el anunciador remoto.

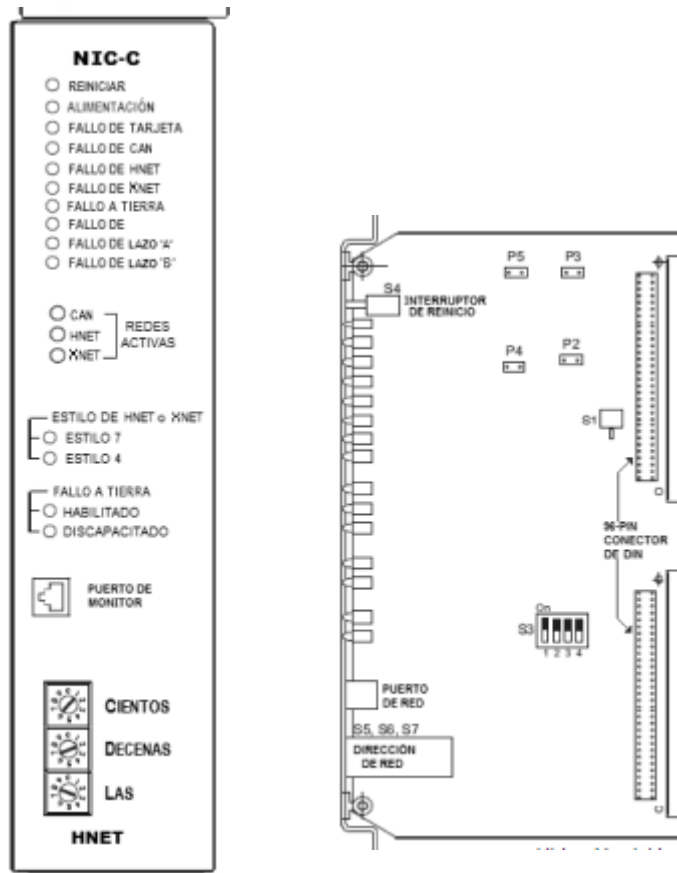


Figura 39: Componente de Panel. Fuente: (Curso Siemens Cerberus Modular,2022)

En este caso, se usa la NIC-C como repetidor hacia un anunciador remoto, así que, en su instalación, se ajustan las posiciones de S3, Posición 1: Aquí se selecciona la red, configurando este interruptor en la posición ENCENDIDO para HNET. En la posición 2: acá se selecciona el estilo de red, definiéndolo como ENCENDIDO para Clase-B.

Luego en S5 | S6 | S7 serán los interruptores de dirección de red, por lo que se ajustarán estos a la dirección indicada en el programa de Zeus, siendo esta 006. Las conexiones de la NIC-C y SSD se detallan en la instalación del anunciador remoto.

- **SSD**

Cuando se produzca una notificación en el sistema, la cual se mostrará por medio de un mensaje en el panel principal, en la pantalla del SSD o bien el anunciador remoto, este replicará o bien aparecerá el tipo de incidencia. Esta será la misma información que se mostrará en el panel principal, además, se logrará, según la programación que se dé en la aplicación de Zeus, que este anunciador pueda también tener control sobre un evento, siendo estos el reconocimiento del problema, silenciar las sirenas y restablecer el sistema.

S2 | S3 | S4 serán los interruptores de dirección, los cuales se asignan según la dirección que se les da en el programa de Zeus. Luego, para la conexión del SSD con la NIC-C, se conectarán los terminales según el diagrama mostrado en la imagen. Este anunciador también debe ser alimentado por la fuente PSC-12 en la conexión TB2 para su funcionamiento.

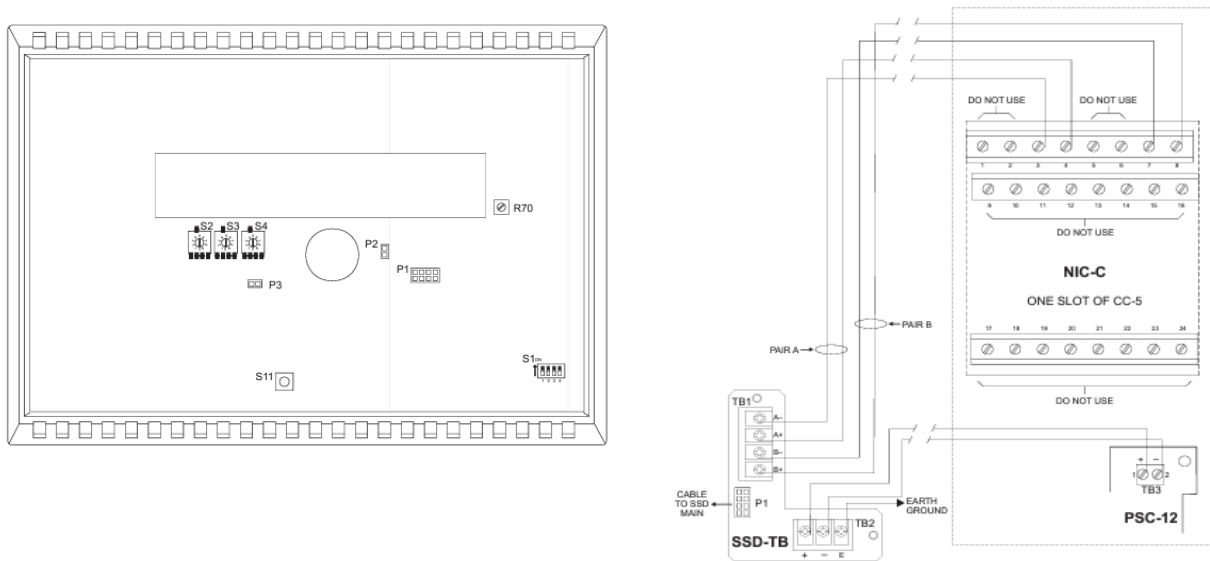


Figura 40. Componente de Panel. Fuente: (Curso Siemens Cerberus Modular,2022)

- **PSC-12**

La fuente de alimentación modelo PSC-12 establece o se encarga de cuatro funciones: el controlador donde determina la activación del cargador y controla el estado de la fuente de alimentación como fallos de conexión a tierra; el cargador supervisa y mantiene la batería; la fuente de alimentación y el panel de la interfaz que cuenta con LED de diagnóstico y conexiones del sistema.

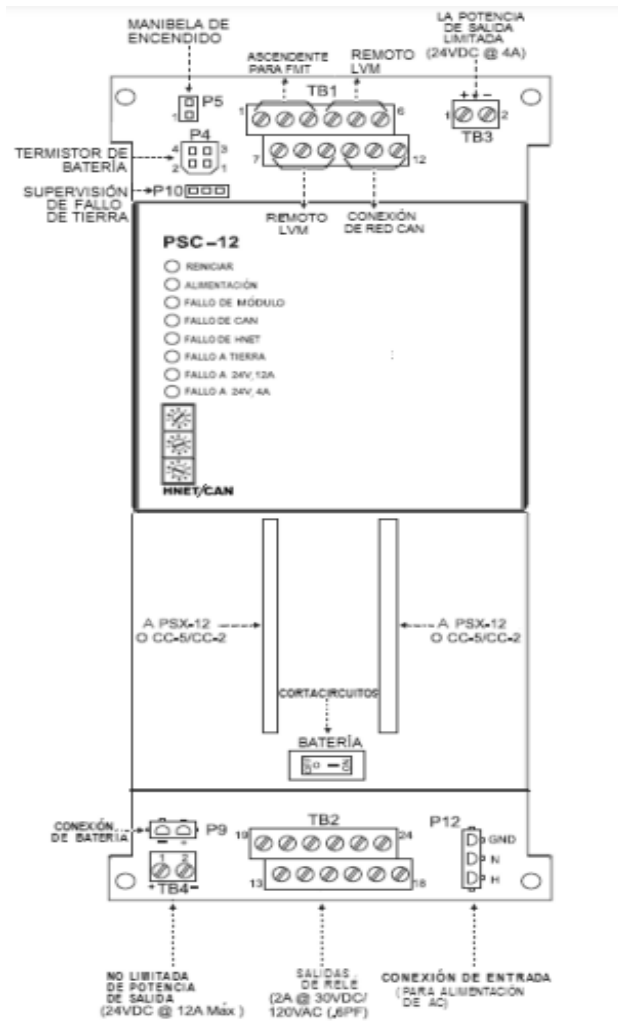


Figura 41:: Componente de Panel. Fuente: (Curso Siemens Cerberus Modular,2022)

Para el funcionamiento de esta fuente, se realizan las siguientes conexiones, las cuales se aplican según las necesidades de este sistema, para P9 se conecta la batería de respaldo con el PSC-12. Luego, el P12 debe conectarse en la entrada de AC desde el Modelo PTB.

- **PTB**

La placa PTB filtra la potencia procedente de la alimentación principal entrante AC, y la distribuye a la fuente de alimentación del modelo PSC-12, la cual se debe conectar en TB1 la entrada principal AC y luego, se deberá hacer la conexión de la placa P4 que sería la alimentación a la fuente modelo PSC-12.

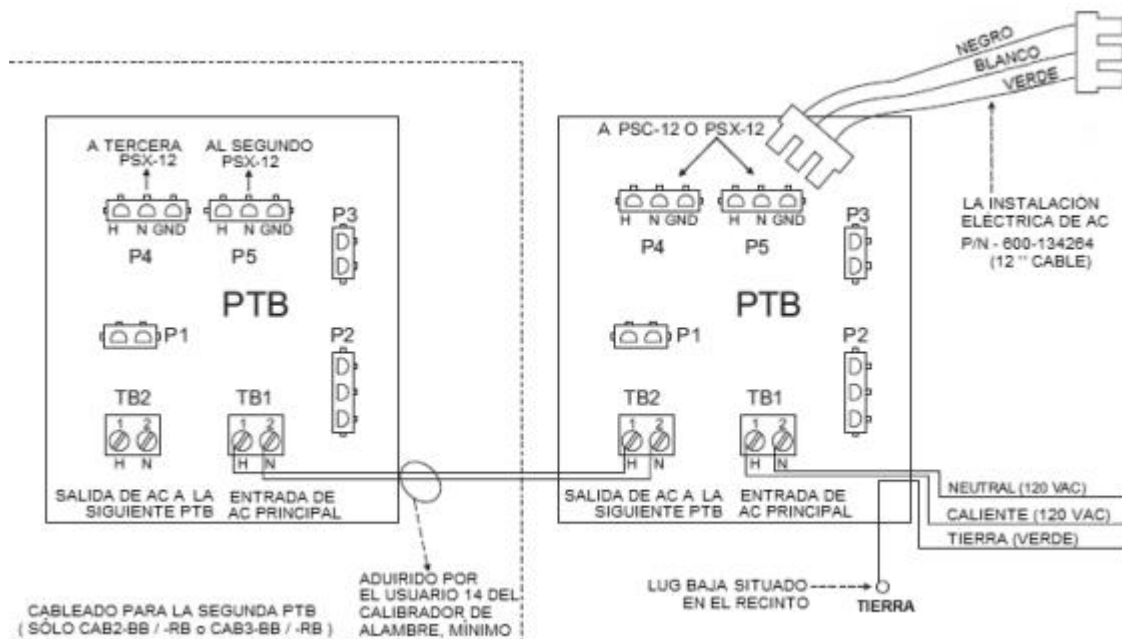


Figura 42.: Componente de Panel. Fuente: (Curso Siemens Cerberus Modular, 2022)

- **CC-5**

La CC-5 es el soporte de tarjetas y ofrece el montaje físico, junto con los puntos de conexión del cableado para cada uno de los módulos por instalar del sistema de detección de incendios.

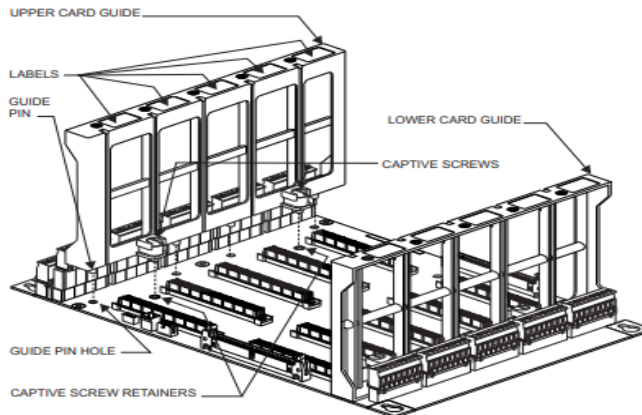


Figura 43: Componente de Panel. Fuente: (Curso Siemens Cerberus Modular,2022)

La CC-5 lleva su montaje dentro del CAB-5, atornillándolo en el cajón en los orificios indicados; luego, se introducen las tarjetas o módulos en la CC-5, los cuales se encontrarán comunicados entre sí, a través de un bus de datos típico de 60 patillas, que se utiliza en todo el soporte de tarjetas.

Los conectores para conectar el cable de 60 patillas para las comunicaciones con el *display* y fuentes de alimentación se encuentran en los laterales izquierdo y derecho del modelo CC-5.

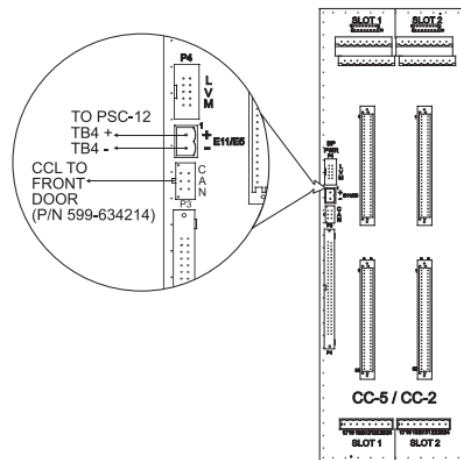



Figura 44: Componente de Panel. Fuente: (Curso Siemens Cerberus Modular,2022)

5.1.3. Direccionamiento de los dispositivos

Orientado a la tecnología de fabricación de los dispositivos que conforman un sistema de detección de incendios, el cual permite que cada dispositivo de un determinado lazo tenga una dirección única de reconocimiento para el panel de control del sistema, siempre y cuando el sistema sea direccionable.

Para la programación de los dispositivos Siemens, será necesario tener en cuenta que estos solo se programan por medio de un DPU, en el cual no solo se logrará programar los dispositivos de diversos modelos de la marca, sino también da la facilidad de testear el lazo, indicando cuántos y qué tipos de dispositivos se encuentran en la línea, además de reconocer si se encuentra el lazo con un problema de corto circuito.

El DPU es un dispositivo portátil operado por menús, el cual hace que la programación y prueba de un dispositivo iniciador inteligente sea más rápida, fácil y confiable. Para programar y probar un detector, simplemente se inserta el detector en la base DB-11 integral del DPU y se introduce la dirección del dispositivo según las indicaciones en la pantalla. También para la programación de módulos, este dispositivo cuenta con un cable adicional, el cual se le inserta en la zona trasera del DPU y el otro extremo del cable se conecta en el dispositivo por direccionar, realizando el mismo procedimiento en el menú, como si fuese un detector con montaje en la base.

- Programa y prueba dispositivos para los sistemas FireFinder XLS y MXL
- Compacto y portátil
- Hasta 4 horas de operación continua con pilas completamente cargadas
- Funciona con pilas recargables NiMH (incluidas) o alcalinas AA
- Adaptador de CA incluido
- Funciona como probador de circuito cerrado y detector de tierra accidental para los dispositivos FireFinder de la Serie XLS
- Memoria FLASH para la fácil descarga y actualización de software
- Funciona con impresora de etiquetas opcional para imprimir direcciones de detectores en circuito cerrado
- Estuche portador opcional
- Certificación de  y ULC en trámite



Programador/Probador DPU

Figura 45: Componente de Panel. Fuente: (Curso Siemens Cerberus Modular,2022)

5.1.4. Programación sistema de detección de incendio

Para llevar a cabo esta programación, se procede a presenciar una capacitación por parte de la marca Siemens, específicamente, en el modelo presentado en esta investigación Cerberus Modular. En dicha capacitación, dan una explicación de todos sus dispositivos, junto el empleo del programa Zeus, con el que se realiza la programación de este sistema. Luego de finalizar la capacitación, se procede a realizar un examen evaluando los conocimientos adquiridos, se finaliza con un certificado y la licencia por parte de la marca para hacer dichas programaciones y lograr la comunicación con los diversos paneles desde una computadora portátil.

Se abre el programa de Zeus para iniciar con la programación; se crea un proyecto nuevo, en el cual se debe indicarle que el panel por utilizar es CerberusPro Modular. Este abre una ventana en el cual se introducirá la información específica según el proyecto, como lo es el tipo de cableado, el tiempo que debe estar encendido, en caso de quedar solo con la alimentación secundaria, el factor de seguridad utilizado, entre otras especificaciones.

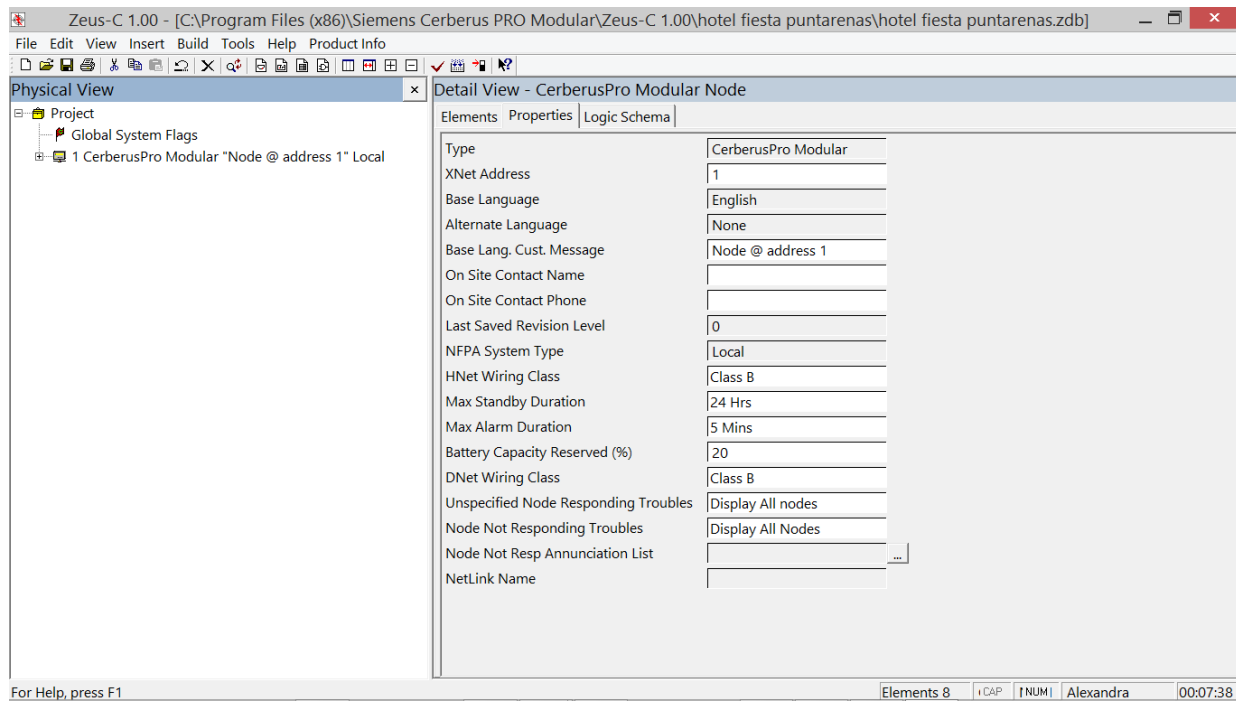


Figura 46: Programación de Panel. Fuente: (Autor, 2023)

Ahora, al ser un sistema modular, se deben ingresar por partes sus componentes, por lo que se iniciará agregándole al *node* 1 un gabinete, el cual será CAB-2, junto con su correspondiente fuente. En este caso, la PSC-12, a la cual se le debe indicar la capacidad de las baterías por utilizar.

Luego al gabinete seleccionado, se le agrega la CC-5 que será el soporte donde se incluirá cada módulo, el cual tiene una capacidad para cinco módulos.

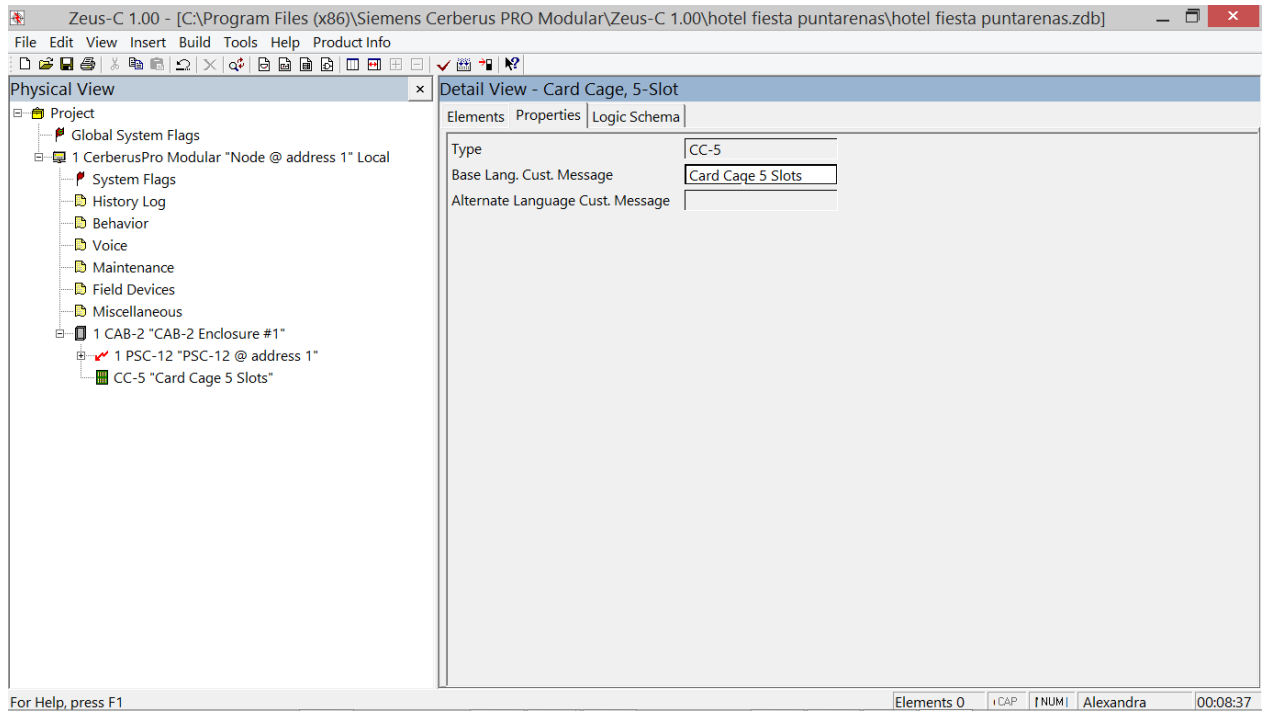


Figura 47: Programación de Panel. Fuente: (Autor, 2023)

Se le agrega a la CC-5 los módulos utilizados, los cuales serán los que supervisarán y controlarán los dispositivos del circuito de detección (XDLC) y circuitos de notificación (ZIC-4A), además de la comunicación con el anunciador remoto (NIC-C(HNet)).

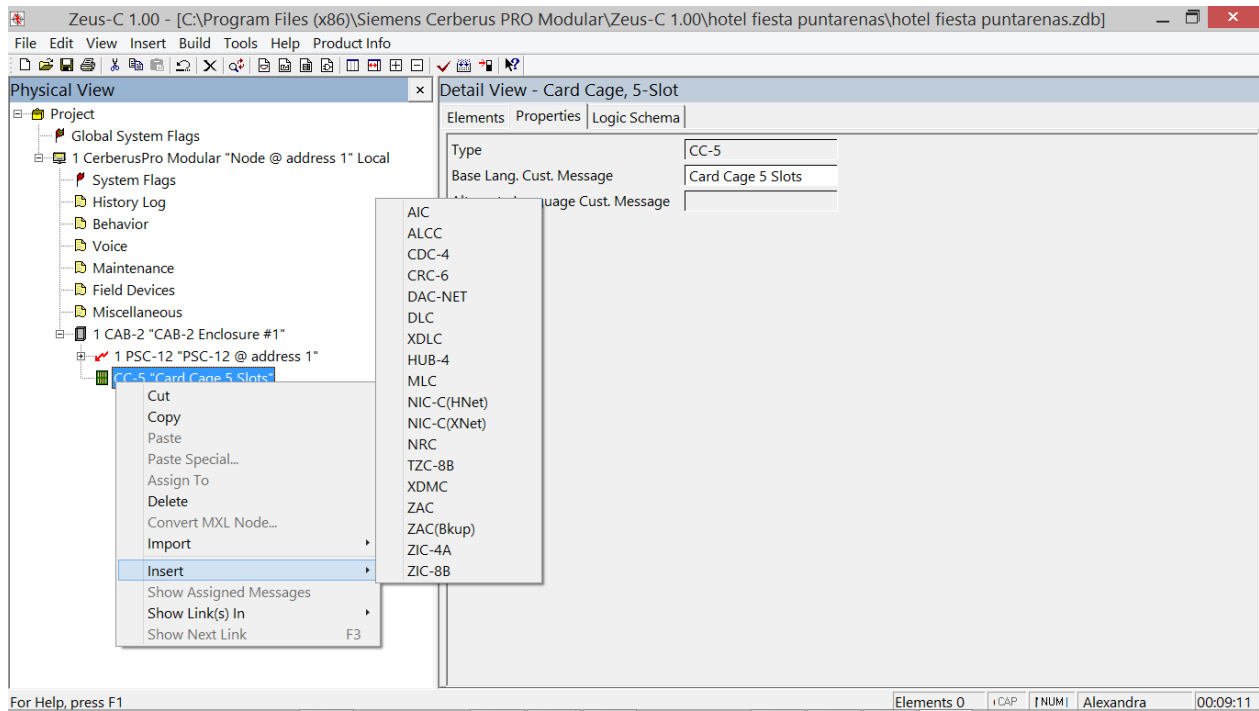


Figura 48: Programación de Panel. Fuente: (Autor, 2023)

Una vez seleccionados los módulos que conformarán en conjunto el panel de detección de incendio, se agregan los dispositivos que le corresponden al sistema; en este caso, se iniciará agregando los dispositivos del circuito de detección, incorporando el primer piso a la programación. Al seleccionar el módulo, mostrará en sus propiedades las zonas disponibles para el circuito, de las cuales solo se deberán usar las primeras 2, siendo la zona con las terminales 1, 2 y la zona con las terminales 3, 4. Por lo que se procede a indicarle la clase de cableado que se usará en cada circuito, si se quiere tipo A o tipo B. En el cual se cambia a tipo B, ya que es el que se está utilizando en el diseño.

Una vez completada esa información, se inicia a añadir cada dispositivo, los cuales serán solo los que corresponden a dispositivos de detección del primer piso, ya que su programación será realizada por zonas. Estos dispositivos serán los sensores tanto de humo como térmico, estaciones manuales y módulos, los cuales se ingresarán según los modelos al que corresponde cada dispositivo.

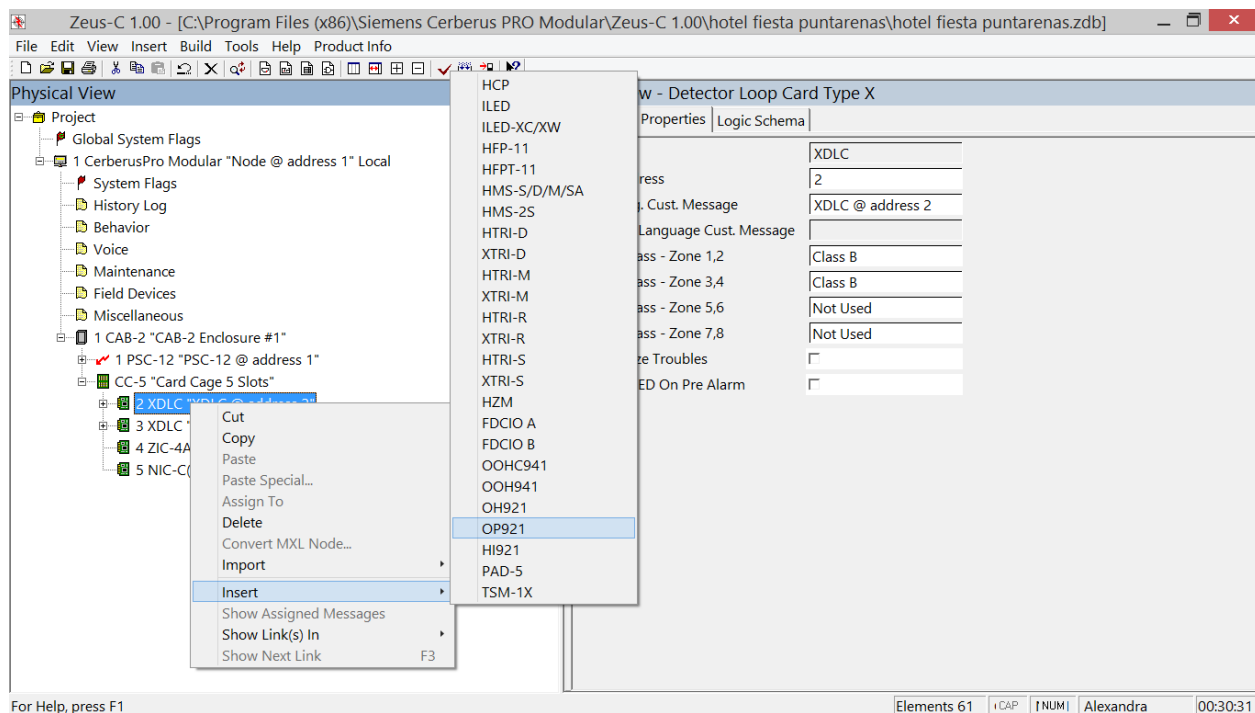


Figura 49: Programación de Panel. Fuente: (Autor, 2023)

Según la dirección programada a cada dispositivo, la cual está indicada en el plano, se inicia la programación de los sensores de humo de las habitaciones, siendo este el modelo OP921. Al ser un detector de humo ubicado en la habitación, se le debe indicar en su programación que la base que utilizará será audible, modelo ABHW-4S, además de realizar la selección y así sucesivamente con los demás detectores correspondientes a habitaciones. Se debe indicar en su programación también la ubicación en la que se va a encontrar, así, en caso de un evento, esta ubicación será reflejada en la pantalla del panel de detección de incendio.

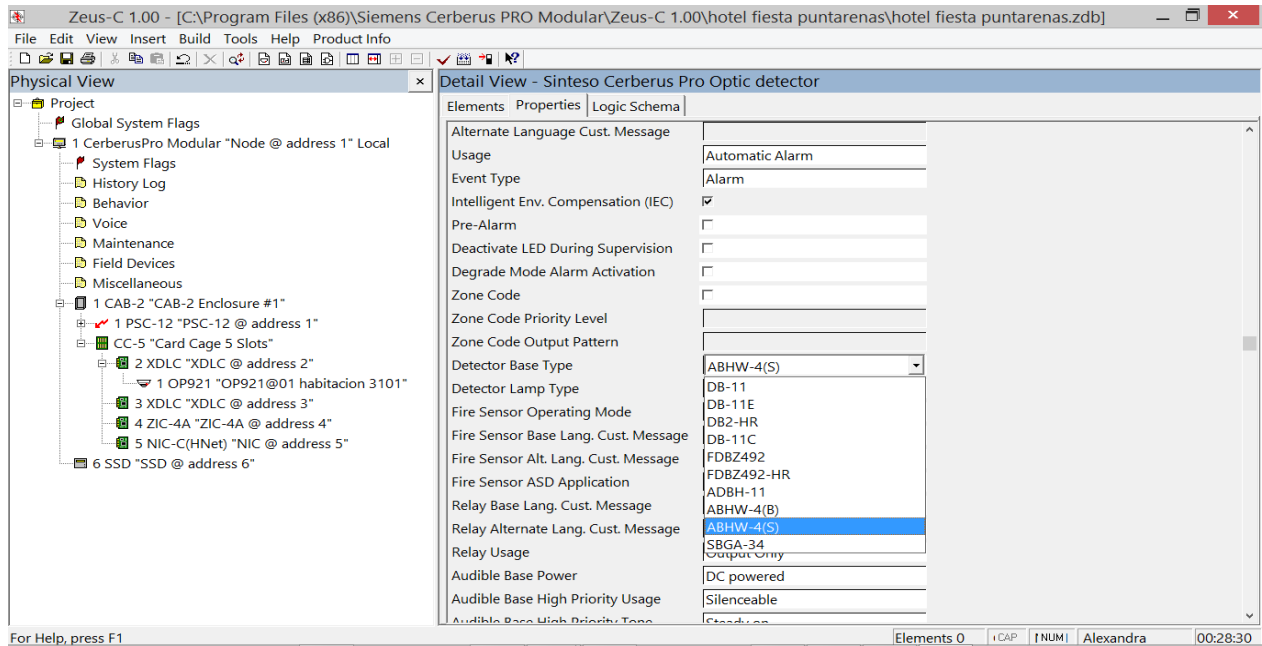


Figura 50: Programación de Panel. Fuente: (Autor, 2023)

Después de haber ingresado todos los dispositivos que corresponden a las habitaciones, se ingresarán los del pasillo, programándolos con una base estándar, siendo esta sin sonido, con el modelo DB-11.

También se ingresa el detector térmico HI921, con base estándar DB-11 ubicado en el pasillo frente al elevador y el módulo *relay* para el elevador, además de las estaciones manuales

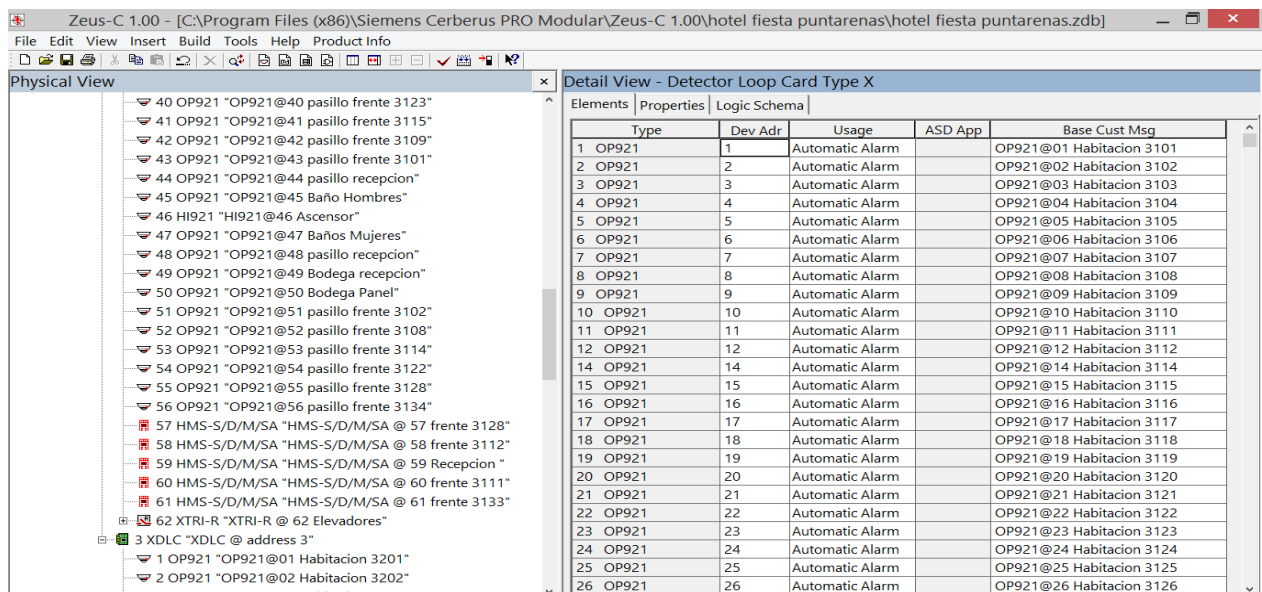


Figura 51: Programación de Panel. Fuente: (Autor, 2023)

que, en este caso, serían cinco dispositivos y cada uno de ellos se debe ingresar con su ubicación correspondiente.

Luego de finalizar con el ingreso de los dispositivos del primer piso, se deberá realizar el mismo procedimiento con los otros pisos, ingresando cada circuito en su respectiva salida.

Terminado con la programación de los dispositivos de detección de incendio, se continúa con los circuitos de notificación; los cuales se programarán mediante el módulo ZIC-4A, donde se le agregará los circuitos por utilizar. En este caso, 4 salidas que para este dispositivo es su máximo.

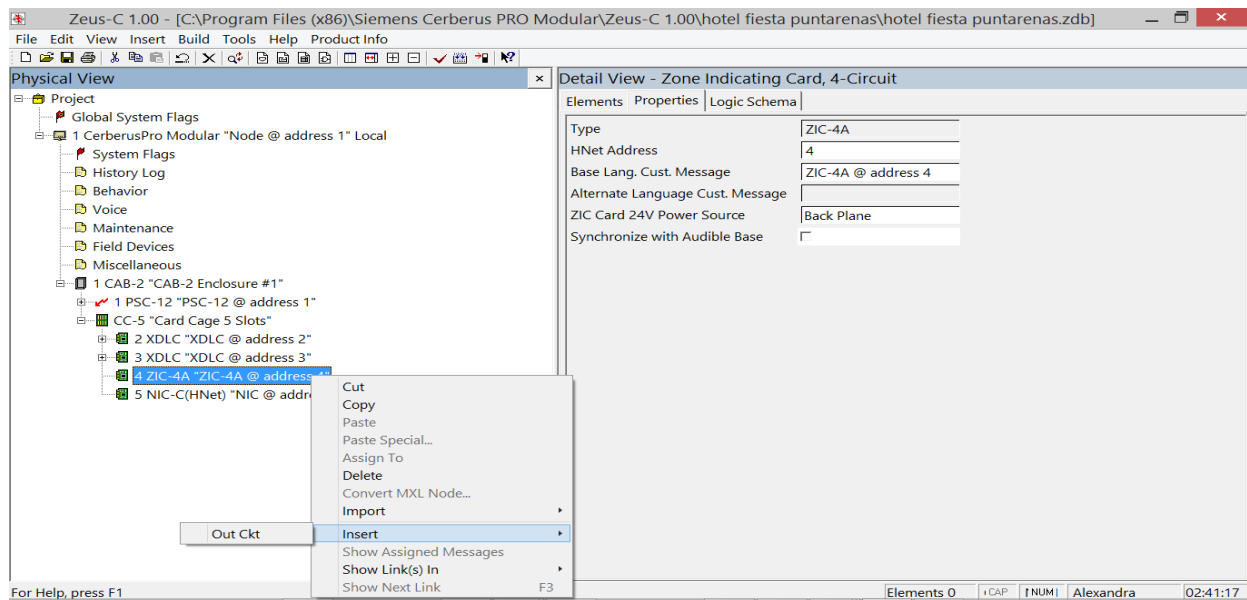


Figura 52: Programación de Panel. Fuente: (Autor, 2023)

Una vez incluidos los cuatro circuitos, se procede a realizar la programación de cada uno de ellos, asignándoles un nombre o ubicación para poder identificarles. Además, se ajustará la corriente total por utilizar según el circuito. En este caso, las cuatro salidas deberán ser programadas con su corriente máxima, según los resultados obtenidos por los cálculos de corriente acumulada, siendo esta de 3ª. El cableado de los circuitos será Clase B, por lo que se especifica junto con el uso que se le va a dar al circuito, el cual será para la sincronización de dispositivos de luces estroboscópicas con sirena.

La NIC-C es un módulo o tarjeta para comunicación en red, la cual ayuda con la comunicación con el anunciador remoto (SSD); para este dispositivo, lo único que se le debe programar es la clase de cableado que llevará el circuito que, en este caso, será clase B. Luego de

realizar el cambio, se le ingresará el anunciador remoto, pero este se agregará desde el panel de control.

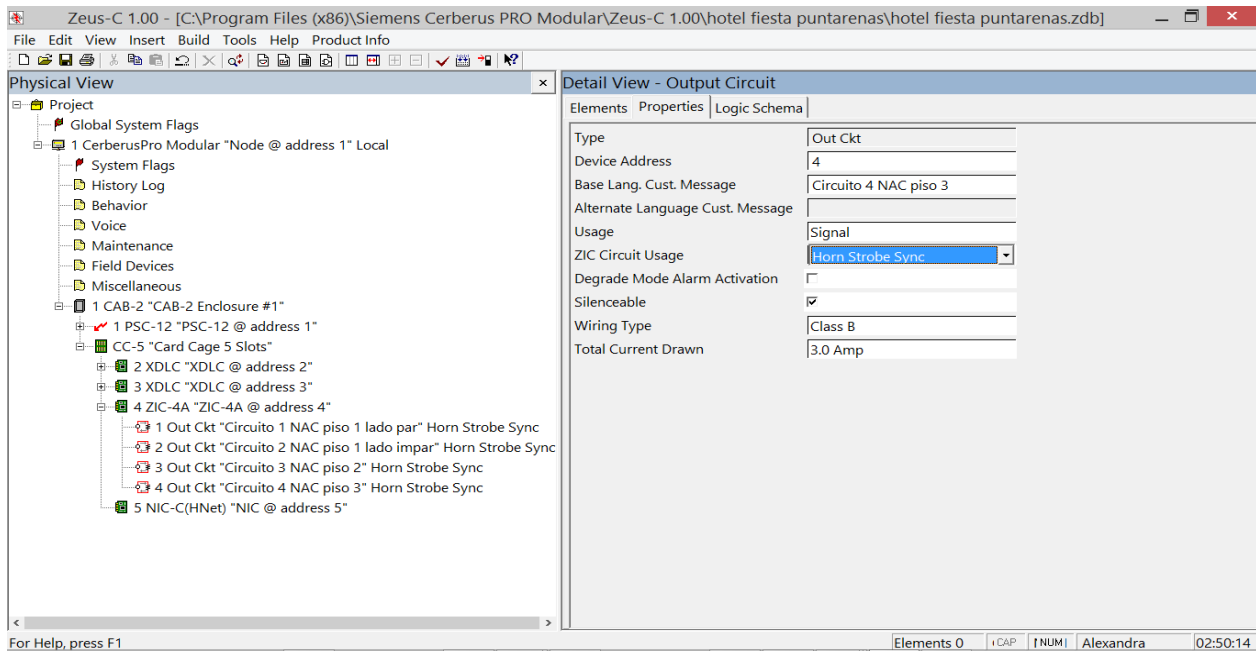


Figura 53: Programación de Panel. Fuente: (Autor, 2023)

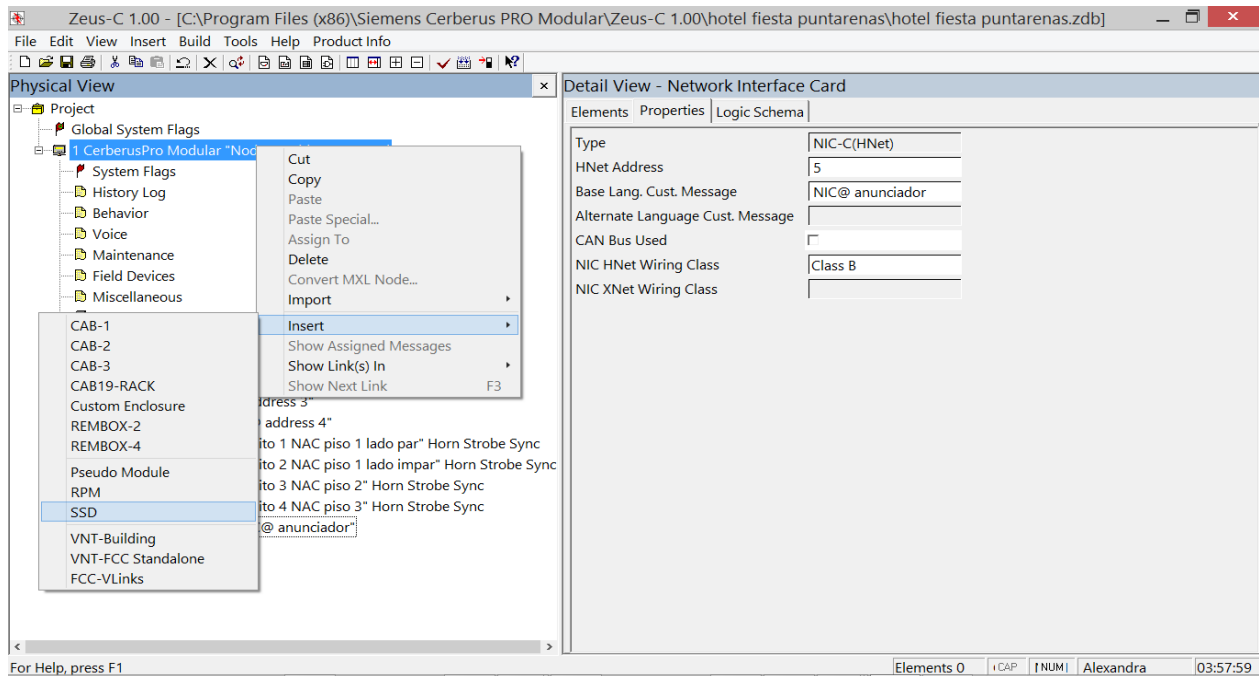


Figura 54: Programación de Panel. Fuente: (Autor, 2023)

Añadido el SSD, se encuentra la opción en el tipo de *display* de cambiarlo a *display* con control o solo como demostración visual del evento, por lo que se le indicará que será con control. Además, se le activarán todas las casillas para que muestre todos los posibles eventos del sistema.

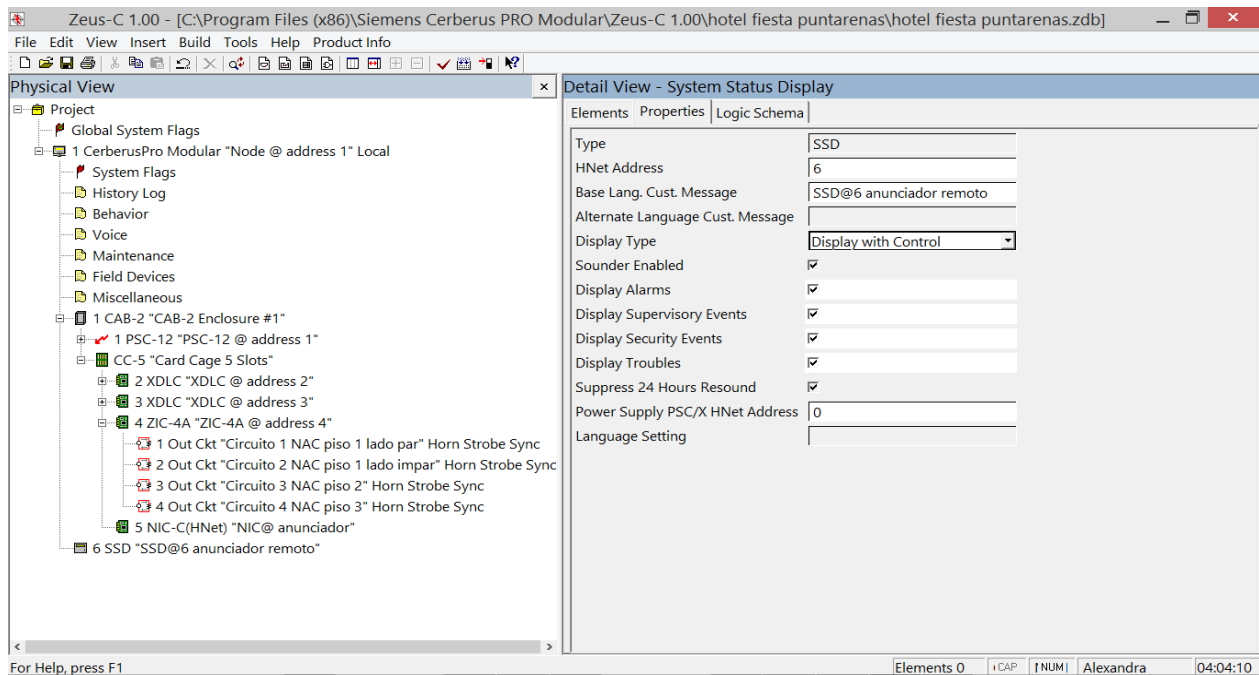


Figura 55: Programación de Panel. Fuente: (Autor, 2023)

5.1.5. Mantenimiento

Luego de implementar un sistema de detección de incendio en un edificio, lo siguiente es procurar que este se mantenga estable y en un buen estado durante su vida útil. Por lo que en la norma NFPA 72 hacer referencia hacia el mantenimiento preventivo de estos dispositivos, indicando que debe de realizarse un mantenimiento mínimo cada seis meses, más una prueba de funcionamiento a cada dispositivo, una vez al año.

Para que un sistema se pueda mantener en buen estado durante el transcurso de su vida útil, se le debe dar una buena supervisión y mantenimiento a todos sus dispositivos, por lo que se procede a realizar un levantamiento para el posible mantenimiento del sistema diseñado. En este mantenimiento, se le debe aplicar una rutina donde mensualmente se revisan los circuitos, ya que, al ser un hotel, puede sufrir activaciones constantes por falsas alarmas dadas por polvo, activaciones por insectos, o bien que se den por activaciones humanas, debido a que algunas personas suelen fumar en habitaciones, el uso de dispositivos como plancha de pelo en las habitaciones que pueden generar grandes cantidades de humo, o bien, activaciones de estaciones manuales, por lo que el sistema debe estar en completa supervisión por un personal capacitado.

En esta rutina se deberán limpiar los dispositivos instalados, además de la revisión de su conexión, junto con la verificación de que su dirección se encuentre correcta, al igual que su ubicación programada en el panel. También, dentro del mantenimiento, se deben realizar pruebas de activaciones en cada dispositivo por lo menos una vez al año, como mínimo, siendo esta prueba con un instrumento aprobado por el fabricante.

Algunos artículos donde se menciona la importancia y la recomendación de realizarle el mantenimiento a los sistemas de detección de incendio son los siguientes:

A.29.4.3 Suposiciones: el equipamiento es el siguiente:

(1) Mantenimiento. Una buena protección contra incendios requiere que el equipamiento reciba un mantenimiento periódico. Si el propietario del sistema o la parte responsable no pueden llevar a cabo el mantenimiento necesario, debe considerarse la creación de un acuerdo de mantenimiento. (NFPA 72, 2016)

(15) Manual de operaciones y mantenimiento: debe crearse un manual de operaciones y mantenimiento que establezca claramente los requisitos que garanticen que los componentes del diseño basado en el desempeño se encuentren en el lugar correcto y funcionen con el objetivo

para el que fueron diseñados. Todos los subsistemas deben identificarse, como así también su funcionamiento e interacción con el sistema de detección de incendio. También debería incluir frecuencias de mantenimiento y prueba, métodos y formularios. Se debería detallar la importancia de probar los sistemas interconectados (es decir, llamada del ascensor, sistemas de supresión, apagado de HVAC, etc.). (NFPA 72, 2016)

5.1.5.1. Ruina de mantenimiento preventivo

Se realiza rutina de mantenimiento para los dispositivos diseñados.

FECHA DE INICIO:		CLIENTE: HOTEL FIESTA RESORT S.A.														
HORA DE INICIO:		ZONA: Edificio C														
TECNICO:		EQUIPO: SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIOS SIEMENS														
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SISTEMAS DE DETECCION DE INCENDIOS																
DIA	GENERAL			SENSOR DE HUMO				ESTACION MANUAL				PANEL DE CONTROL				OBSERVACIONES
	ZONA DETECCION	ETIQUETAS No.	HORA REVISION	REVISION BASE AUD	VERIFICACION COMUNICACION	VERIFICACION ACTIVACION	LIMPIEZA REALIZADA	REVISION COEXION	VERIFICACION COMUNICACION	VERIFICACION ACTIVACION	LIMPIEZA REALIZADA	REVISION COEXION	VERIFICACION COMUNICACION	VERIFICACION ACTIVACION	LIMPIEZA REALIZADA	
	3101															
	3102															
	3103															
	3104															
	3105															
	3106															
	3107															
	3108															
	3109															
	3110															
	3111															
	3112															
	3114															
	3115															
	3116															
	3117															
	3118															
	3119															
	3120															
	3121															
	3122															
	3123															
	3124															
	3125															
	3128															
FECHA DE INICIO:		CLIENTE: HOTEL FIESTA RESORT S.A.														
HORA DE INICIO:		ZONA: Edificio C														
TECNICO:		EQUIPO: SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIOS SIEMENS														
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SISTEMAS DE DETECCION DE INCENDIOS																
DIA	GENERAL			SENSOR DE HUMO PASILLO				ESTACION MANUAL				DISPOSITIVOS DE NOTIFICACION				OBSERVACIONES
	ZONA DETECCION	ETIQUETAS No.	HORA REVISION	REVISION BASE AUD	VERIFICACION COMUNICACION	VERIFICACION ACTIVACION	LIMPIEZA REALIZADA	REVISION COEXION	VERIFICACION COMUNICACION	VERIFICACION ACTIVACION	LIMPIEZA REALIZADA	REVISION COEXION	VERIFICACION COMUNICACION	VERIFICACION ACTIVACION	LIMPIEZA REALIZADA	
	Pasillo frente 3102															
	Pasillo frente 3110															
	Pasillo frente 3114															
	Pasillo frente 3120															
	Pasillo frente 3128															
	Pasillo frente 3134															
	Pasillo frente 3135															
	Pasillo frente 3129															
	Pasillo frente 3123															
	Pasillo frente 3127															
	Pasillo frente 3107															
	Pasillo frente 3101															
	Recepcion															
	Baño hombre															
	Baño Mujer															
	Bodega panel															
	Bodega Ascensor															
	Pasillo frente 3202															
	Pasillo frente 3210															
	Pasillo frente 3214															
	Pasillo frente 3220															
	Pasillo frente 3228															
	Pasillo frente 3234															

Figura 56: Programación de Panel. Fuente: (Autor, 2023)

5.1.5.2. Informe de mantenimiento preventivo

Mantenimiento preventivo del sistema de detección de incendio.

GENERAL Y ALCANCES:

Métodos de prueba que se usarán: SISTEMA DETECCIÓN DE INCENDIOS SIEMENS CERBERUS MODULAR

Dispositivo	Método
Equipo de Control	SIEMENS CERBERUS MODULAR
Funciones	Sistema de alarma sin señales de alarma, falla, supervisión, corto circuito, etc.
Fusibles	Se verificará el buen estado de estos.
Hardware	<i>Hardware</i> de los equipos en buen estado (panel principal, centro de control).
Leds indicadores	Verificación de las luces led del panel y anunciador remoto.
Baterías	
Prueba del cargador.	Se comprueba que el panel detecte la ausencia de conexión de las baterías y se mide el voltaje de carga en las baterías.
Dispositivos	
Dispositivos de detección	Se verifica que ningún punto que requiera detección esté obstruido o fuera del campo del rango del dispositivo, además, la limpieza de este.
Dispositivos de notificación	Se verifica ubicación y condición, junto con el valor en candelas que coincida con los planos aprobados.
Cableado	
Circuito monitoreo de fallas a tierra.	Se verifica si hay fallas a tierra presentes en los lazos.

Tabla 9: Mantenimiento. Fuente: (Autor, 2023)

A continuación, se detallan los alcances del mantenimiento en la inspección: detección incendios

	INSPECCIÓN (√)
Sistema de alarma de incendio sin señales de alarma, falla, supervisión, corto circuito, etc.	
Fusibles del panel de alarmas, en buen estado.	
<i>Hardware</i> de los equipos en buen estado (panel principal, centro de control, paneles remotos, panel del sistema de detección temprana).	
Verificación de las luces led del panel.	
Funcionamiento normal de la fuente principal de energía.	
Funcionamiento normal de la fuente secundaria de energía (realizar prueba de carga y verificación de voltaje a las baterías del panel principal, fuentes de energía y extensores de lazo).	
Limpieza de dispositivos expuestos a la contaminación del ambiente.	
Daños posibles en tuberías o cajas de conexión.	

Tabla 10: Mantenimiento. Fuente: (Autor, 2023)

RESUMEN EJECUTIVO

Se han realizado las siguientes pruebas según NFPA: Sistema detección de incendios

N.º	Componente	INSPECCION (√)	COMENTARIOS
1	Paneles detección Incendio SIEMENS CERBERUS MODULAR		
	Funciones		
	Fusibles		
	Interfaz entre panel y anunciadores		
	Leds indicadores del panel y anunciadores		
	Alimentación de energía principal		
	Salidas de anunciación NAC		
	Baterías de respaldo		
	Prueba del cargador		
	Prueba de voltaje de carga		
	Estaciones manuales y módulos de monitoreo		
	Detectores de humo, temperatura		
2	Aparatos de notificación de alarma		
	Dispositivos audibles		
	Dispositivos visuales		
3	Pruebas de baterías		
	Prueba de voltaje de carga, verificando que se la misma cumpla el desempeño.		

Tabla 11: Mantenimiento. Fuente: (Autor, 2023)

ANEXOS: donde se incluyen fotos de fallas del sistema, pruebas de los dispositivos diseñados.

5.1.6. Guía de operación para operario

Sistema en estado Normal



Figura 57: Panel de detección de incendio panel normal

Cuando el panel de detección de incendio no presenta ninguna falla ni tampoco se encuentra alarmado, el sistema se encontrará en un estado normal, por lo que en su pantalla indica el mismo mensaje.

Sistema en estado de Alarma



Figura 58:: Panel de detección de incendio panel normal

Condiciones de Alarma: una condición de alarma se da cuando un dispositivo (detector de humo, detector de temperatura, estación manual, etc.) se activa.

El panel indica condiciones de alarma cuando:

- Despliega mensajes en la interfaz de usuario.
- Destella indicador LED de fuego.
- Activa la notificación del edificio (sirenas y estrobos).

En el momento de presentarse la alarma, se debe seguir el protocolo establecido por los brigadistas encargados, pero se recomienda no desactivar la alarma hasta que se verifique el dispositivo que realizó la activación. Si se encuentra con una falsa alarma, se debe oprimir el botón de *ACKNOWLEDGE TROUBLES* para reconocer el evento; luego, oprimir el botón de *SILENCE ALARM*, para silenciar los dispositivos audibles, debe bajar el dispositivo alarmado y realizarle una limpieza, para luego proceder a restablecer el sistema oprimiendo el botón *RESET SYSTEM*.

Sistema en estado de Avería



Figura 59: Panel de detección de incendio panel normal

Condiciones de Avería: una condición de avería se presenta cuando existan cortocircuito, circuito abierto, tierras, entre otros. El panel indica condiciones de problema cuando:

- Despliega mensajes en la interfaz de usuario.
- Destella indicador LED de supervisión o de problema

En caso de un problema, solo se debe oprimir el botón correspondiente a la leyenda ACKNOWLEDGE TROUBLES, el cual reconoce el evento y a la vez silencia el *buzzer* que emite el panel; luego informar al encargado de mantenimiento para que solucione el problema y se restablezca el sistema.

5.1.7. Costos de implementación sistema de detección de incendio

5.1.7.1. Oferta de equipo diseñado

Desglose de precios por suministro de dispositivos

Ítem	Cantidad	Modelo	Precio Unitario	Precio Total
1	2	XDLC marca Siemens	\$556,08	\$1.112,16
2	162	OP921 marca Siemens	\$50,39	\$8.163,18
3	3	HI921 marca Siemens	\$40,51	\$121,53
4	108	ABHW-4S marca Siemens	\$74,21	\$8.014,68
5	57	DB-11 marca Siemens	\$7,93	\$452,01
6	15	HMS-D marca Siemens	\$64,25	\$963,75
7	1	XTRI-R marca Siemens	\$58,28	\$58,28
8	1	NIC-C marca Siemens	\$433,91	\$433,91
9	1	SSD marca Siemens	\$667,31	\$667,31
10	1	ZIC-4A marca Siemens	\$552,36	\$552,36
11	30	ZH marca Siemens	\$43,30	\$1.299,00
12	27	ZR marca Siemens	\$65,44	\$1.766,88
13	12	ZR marca Siemens	\$65,44	\$785,28
14	1	PSC-12 marca Siemens	\$1.459,20	\$1.459,20
15	1	PSX-12 marca Siemens	\$1.209,40	\$1.209,40
16	1	ZIC-8B marca Siemens	\$615,77	\$615,77
17	1	PTB marca Siemens	\$153,42	\$153,42
18	1	FCM2041-U3 marca Siemens	\$1.172,75	\$1.172,75
19	1	CAB2-RB marca Siemens	\$339,14	\$339,14
20	1	CC-5 marca Siemens	\$395,95	\$395,95
21	1	CAB-BATT marca Siemens	\$258,88	\$258,88
22	2	BTX2 marca Siemens	\$747,05	\$1.494,10
23	2	BP-61 marca Siemens	\$407,58	\$815,16
Total				\$32.304,10

Tabla 12: Tablas de precios de dispositivos. Fuente: (Autor, 2023)

5.1.7.2. Oferta de instalación de equipo

Desglose de precios por instalación de dispositivos:

Dispositivo	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio total
Panel de Incendio Grande Modular	1	UD	\$225,00	\$225,00
Anunciador Remoto LCD	1	UD	\$45,00	\$45,00
Fuente de poder	1	UD	\$100,00	\$100,00
Sensor de humo fotoeléctrico direccionable	162	UD	\$15,00	\$2.430,00
Sensor de temperatura direccionable	3	UD	\$15,00	\$45,00
Modulo monitor/ control/ aislador	22	UD	\$15,00	\$330,00
Estación manual de doble acción	15	UD	\$15,00	\$225,00
Luz estroboscópica con montaje en pared	12	UD	\$12,00	\$144,00
Luz estroboscópica con sirena montaje en cielo	30	UD	\$13,00	\$390,00
Luz estroboscópica con montaje en cielo	27	UD	\$12,00	\$324,00
Programación	1	UD	\$1.200,00	\$1.200,00
Total				\$5.458,00
				Desc 10%
				\$545,80
				Total c/desc
				\$4.912,20

Tabla 13: Tabla de precio de dispositivos. Fuente: (Autor, 2023)

5.1.7.3. Oferta de cableado a utilizar

Ítem	Descripción	Total Carrucha de cable	Precio unitario	Precio total
1	Cable armado FPL calibre 16AWG para reubicación de sensor de humo	2	\$600.00	\$1200.00
2	Cable FPL calibre 16AWG para bases audibles	3	\$210.00	\$630.00
3	Cable FPL calibre 12AWG para lazos de notificación	5	\$550	\$2750
4	Total			\$4580.00

Tabla 14: Tabla de precio de dispositivos. Fuente: (Autor, 2023)

Para economizar costos el personal de mantenimiento del Hotel se encargaría de realizar el cambio del cableado

5.1.7.4. Oferta de mantenimiento

Desglose de precios por dispositivos para mantenimiento preventivo:

Dispositivo marca Siemens, Cerberus Modular	Cantidad	Precio Unitario por dispositivos	Precio Unitario por visita	Visitas x año	Precio total Anual
Panel de incendios marca Siemens, Cerberus Modular	1	\$225,00	\$225,00	12	\$2.700,00
Anunciador Remoto LCD	1	\$20,00	\$20,00	12	\$240,00
Fuente de poder	1	\$20,00	\$20,00	12	\$240,00
Sensor de humo fotoeléctrico direccionable	162	\$3,00	\$486,00	12	\$5.832,00
Sensor de temperatura direccionable	3	\$2,00	\$6,00	12	\$72,00
Modulo monitor/ control/ aislador	22	\$1,00	\$22,00	12	\$264,00
Estación manual de doble acción	15	\$1,00	\$15,00	12	\$180,00
Luz estroboscópica con montaje en pared	12	\$1,00	\$12,00	12	\$144,00
Luz estroboscópica con sirena montaje en cielo	30	\$1,00	\$30,00	12	\$360,00
Luz estroboscópica con montaje en cielo	27	\$1,00	\$27,00	12	\$324,00
Kilometro fuera del GAM	1	\$400,00	\$400,00	12	\$4.800,00
Total anual					\$15.156,00
					Desc 10%
					Total
					c/desc
					\$13.640,40

Tabla 15: Tabla de precio de dispositivos. Fuente: (Autor, 2023)

5.1.7.5. Oferta de inversión de proyecto

Inversión total de proyecto	Precio Total
Precios por suministro de dispositivos	\$32,304.10
Precios por instalación de dispositivos	\$4,912.00
Precios por instalación de canalización y cableado	\$4,580.00
Subtotal	\$41,796.10
IVA 13%	\$5,433.49
Inversión Total	\$47,229.59

Tabla 16: Oferta. Fuente: (Autor, 2023)

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Se realiza la certificación de la NFPA 72 y se obtiene la aprobación del curso. También se lleva a cabo la certificación por parte de la fábrica Siemens para aprobar la programación de los dispositivos del sistema de detección de incendio para un correcto uso.
2. Al inicio de la investigación, el proceso por implementar en este sistema fue una migración del sistema de detección de incendio, pero, según transcurrió el análisis de datos, se tuvo que hacer un cambio y pasar a rediseñar el sistema, ya que ciertos puntos del diseño actual no se encontraban de acuerdo con la norma NFPA 72, como lo es la cobertura de luces estroboscópicas, sirenas, sensores en pasillos y la ubicación de los detectores de humo en habitaciones. Esto debido a que, aunque la cobertura del detector de humo sea correcta, con el pasar de los años agregaron artefactos como los ventiladores, lo cual causa problemas en la detección de estos dispositivos.
3. Para resolver la problemática de longevidad, se propuso un sistema de detección de incendio de la misma marca que se encuentra en la actualidad, pero con un modelo de sistema más moderno, el cual permitirá, gracias a su módulo XLC, reutilizar los sensores de humo que aún no estén dañados, lo que facilita realizar un cambio de sistema por partes.
4. Se elabora el diseño del sistema de detección de incendio con la adecuada selección de equipos que lo conforman, contando con la aprobación y certificación de UL; además, se realiza la memoria de cálculo según lo solicita la norma NFPA 72.
5. Los costos de inversión en equipos para el sistema de detección de incendios que se diseñó en el edificio C, del Hotel Fiesta Resort, tienen un valor aproximado de \$47,229.59

Recomendaciones

1. Capacitar al personal para realizar una adecuada manipulación del panel de detección de incendio, al igual que todos sus componentes; de esta manera, se alarga la vida útil de los elementos, así como su correcto funcionamiento.
2. Valorar que, en toda la edificación, se cumpla con los requisitos mínimos de protección contra incendios señalados por parte de la NFPA 72, con el fin de reducir el riesgo de incendios y facilitar la evacuación de los ocupantes.
3. Llevar a cabo, para un mejor diseño, la implementación de un sistema de aspiración para el área del entrepiso del Hotel, ya que en estas zonas se suele encontrar mucho material eléctrico y, muchas veces, en mal condición. De esta forma, se obtendría un mejor alcance en la cobertura de detección de incendio. Este diseño deberá ser realizado por una persona capacitada.

Referencias Bibliográficas

Bibliografía

- Cuerpo de bomberos Costa Rica. (01 de Julio de 2020). *Reglamento Nacional de Protección Contra Incendio*. Obtenido de Reglamento Nacional de Protección Contra Incendio web site: www.bomberos.go.cr
- Equipo editorial, Etecé. (19 de marzo de 2019). *Enciclopedias Humanidades*. Obtenido de www.humanidades.com
- Maxi Seguridad. (10 de junio de 2019). *Maxi Seguridad*. Obtenido de Maxi Seguridad Web site: www.maxiseguridad.com.ar
- MICROSEGUR. (1992). *Qué es un sistema de detección de incendios*. Obtenido de WWW.microsegur.com
- NFPA. (2016). *Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización*. Massachusetts 02169.: Journal Latinoamericano.
- Zamora, C. (14 de octubre de 2015). *Slide share*. Obtenido de Slide share web Site: es.slideshare.net

ANEXOS

ANEXO 1: CERTIFICACION NFPA 72

29/9/22, 12:07 https://training.nfpa.org/opus/viewer/certificates/skillprofile/413/?_1664474430125

 **NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION**
La fuente líder en información y conocimiento sobre seguridad contra incendios, eléctrica y peligros relacionados

CERTIFICADO

DE RENDIMIENTO EDUCATIVO

ALEXANDRA SOTO

Ha completado con éxito los requisitos educativos y examen comprensivo del
NFPA 72, ALARMAS CONTRA INCENDIOS Y SEÑALIZACIÓN {2016}


JAMES T. PAULEY, PRESIDENTE NFPA

 CERTIFICADO DE
NFPA
RENDIMIENTO
EDUCATIVO

29/09/2022
FECHA de EXAMEN

Para obtener información general, incluyendo propósito y limitaciones de Certificados NFPA, visite [EslutioNFPA.org/certificados](https://www.nfpa.org/certificados).

https://training.nfpa.org/opus/viewer/certificates/skillprofile/413/?_1664474430125 1/1

Fuente: (Autor, 2022)

ANEXO 2: CERTIFICACION SIEMENS, CERBERUS PRO

Certificado

Cerberus Modular Voceo IOM y Zeus

Alexandra Soto Arias
ELECTRO BEYCO S.A., Costa Rica

Nosotros confirmamos que el participante a atendido y completado exitosamente el curso básico de Cerberus Modular® Voceo IOM y Zeus, con una duración de veinte (20) horas académicas.

El curso cubrió los temas siguientes:

- Introducción al sistema Cerberus Modular con voceo
- Características del sistema de voceo
- Componentes del sistema con voceo
- Ordenando un sistema con evacuación por voceo
- Operación del sistema de voceo
- Instalación
- Introducción en la herramienta Zeus para sistemas con voceo

Jundiaí, Brasil, 3 junio 2022



Philipp Dahinden
Training Coordinator
BP International

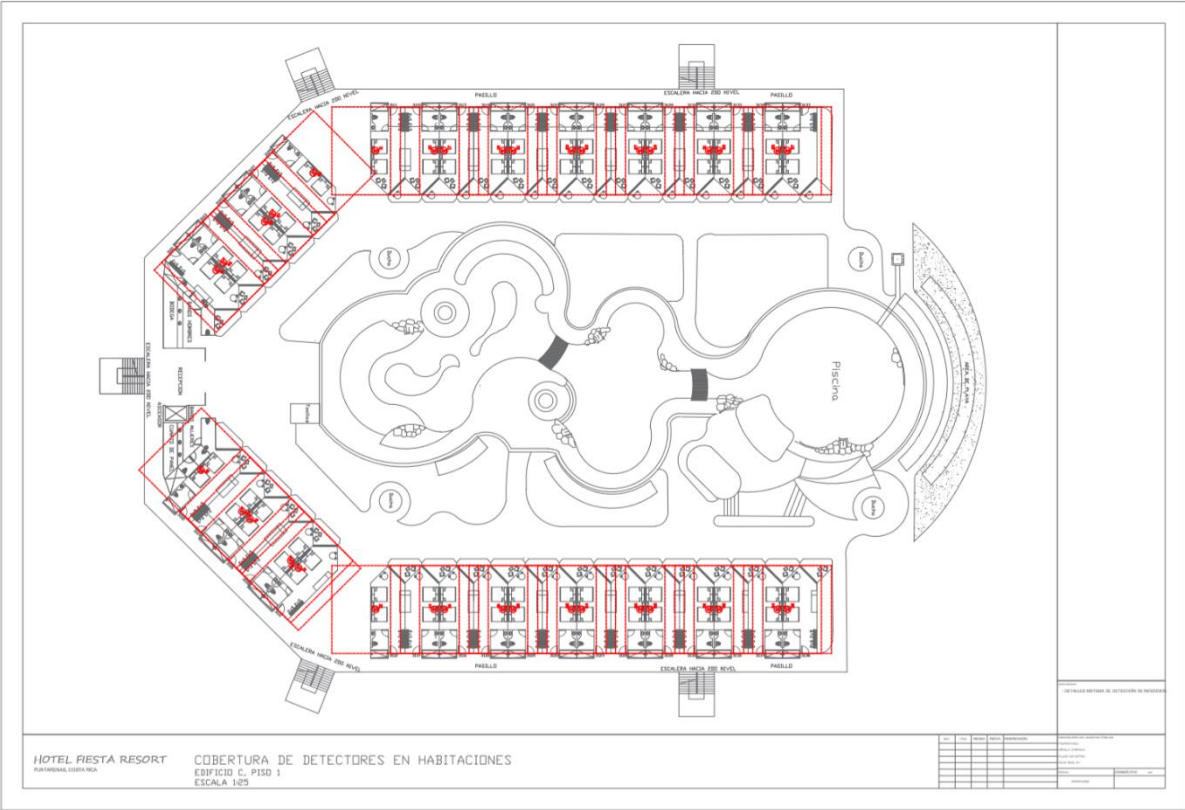


Jefferson Vido Jr.
Technical Department Manager
Latin American Region



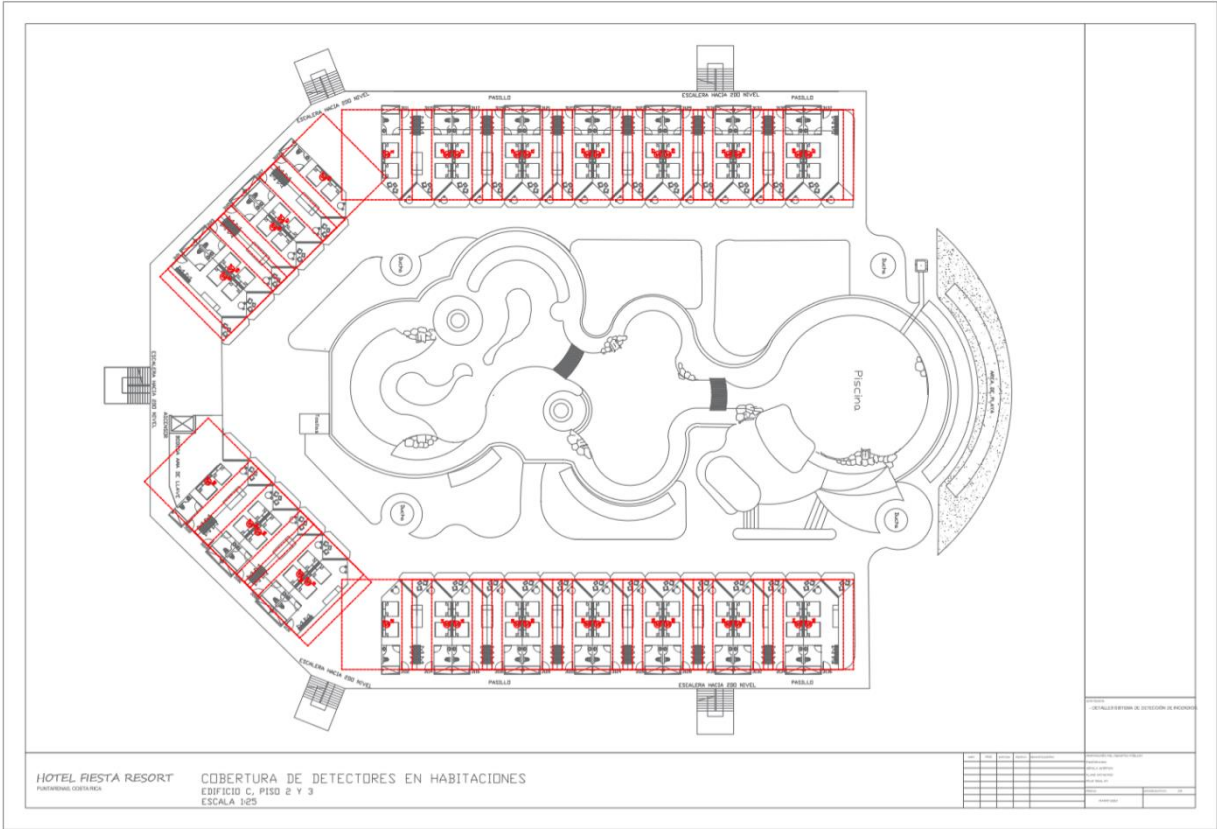
Fuente: (Autor, 2022)

ANEXO 3: COBERTURA DE DETECTOR DE HUMO, PISO



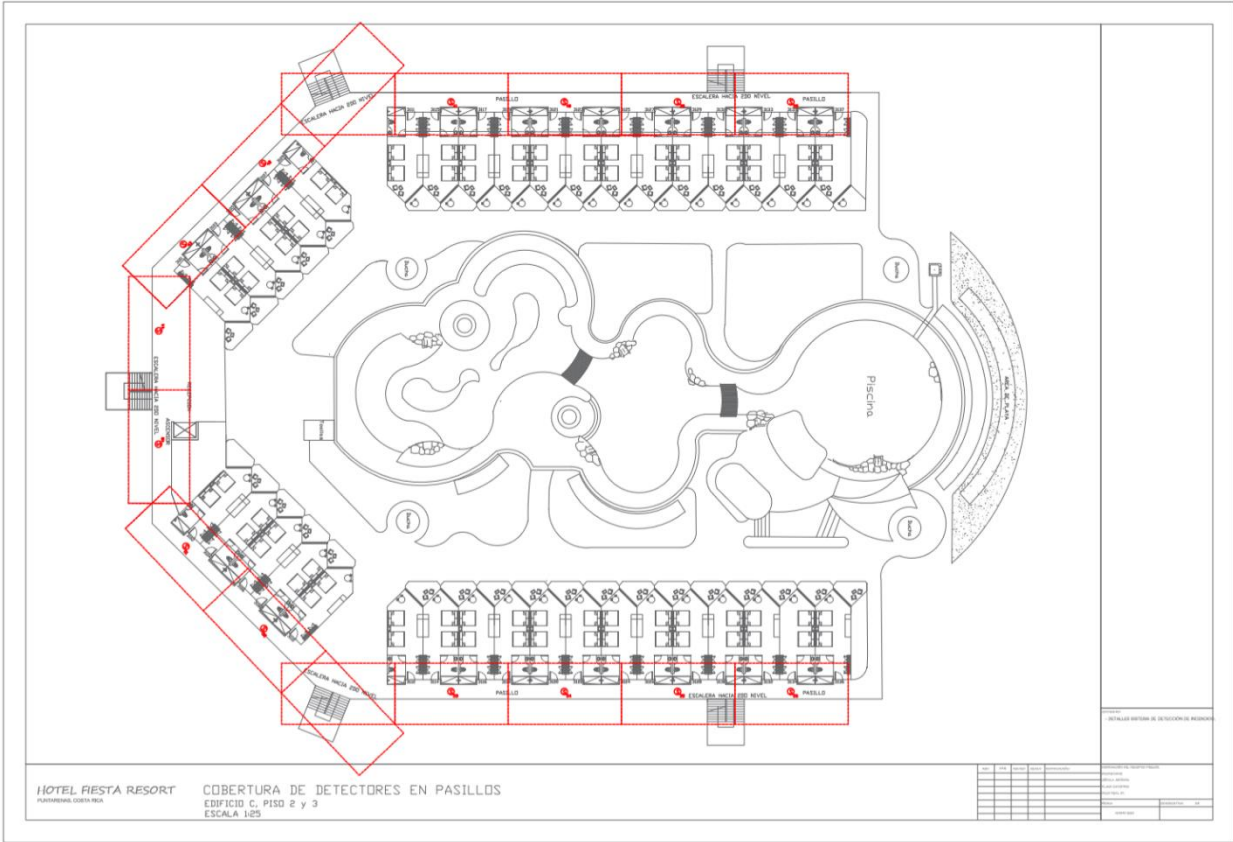
Fuente: (Autor, 2023)

ANEXO 4: COBERTURA DE DETECTOR DE HUMO, PISO 2 Y 3



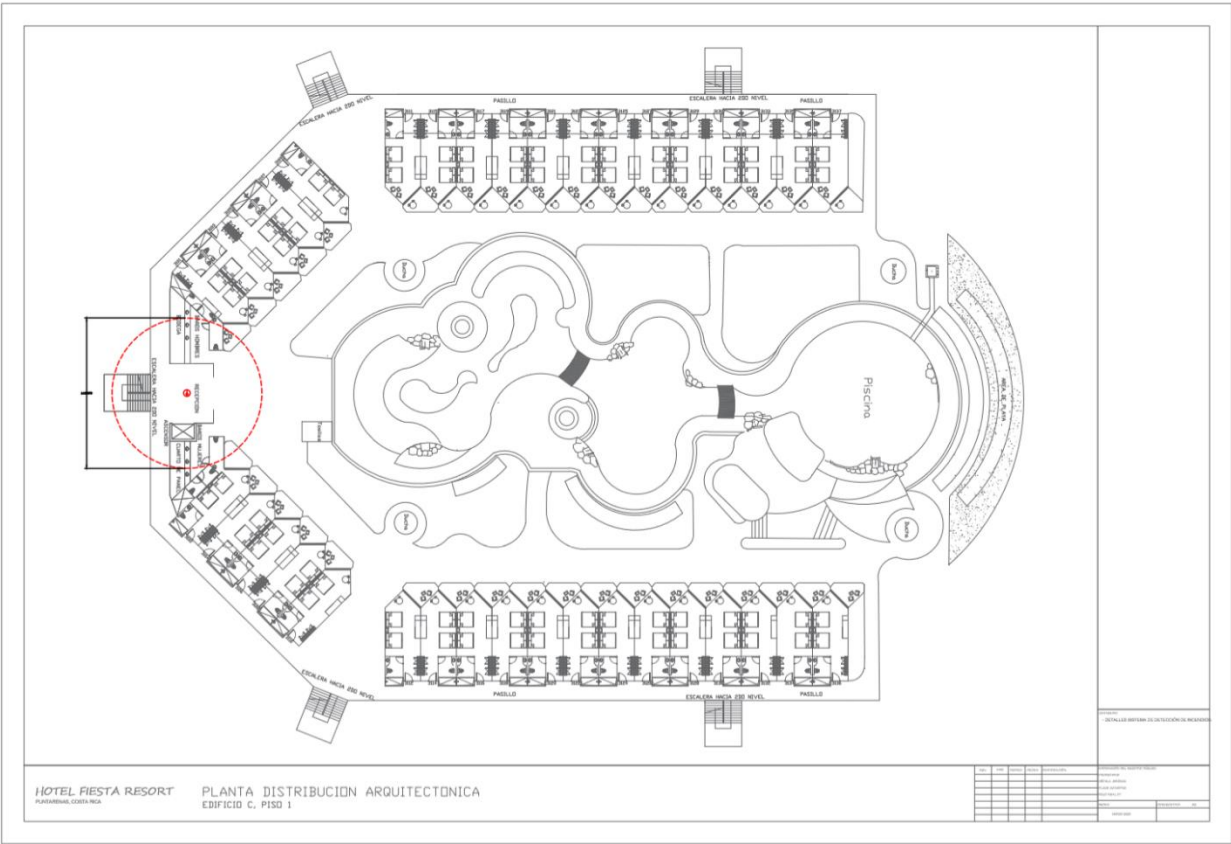
Fuente: (Autor, 2023)

ANEXO 6: COBERTURA DE DETECTOR DE HUMO PASILLOS, PISO 2 y 3



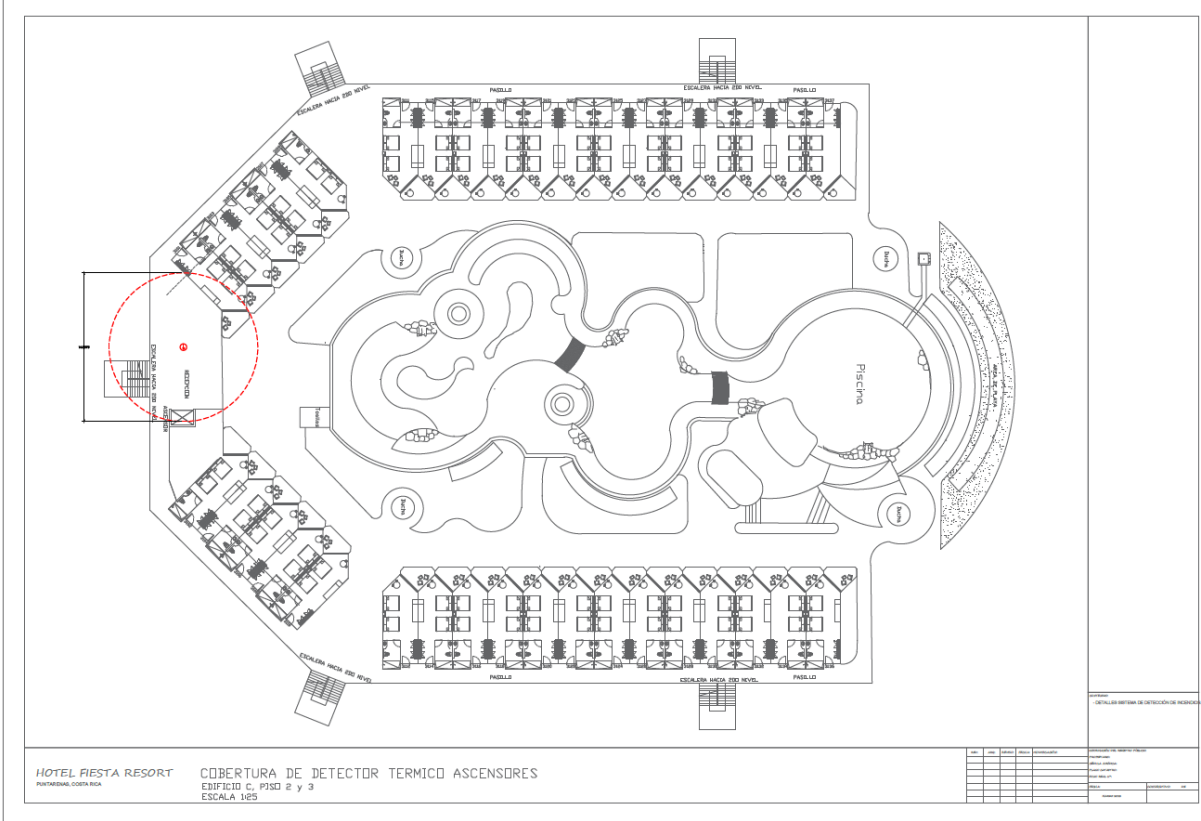
Fuente: (Autor, 2023)

ANEXO 7: COBERTURA DE DETECTOR TERMICO ASCENSOR PISO 1



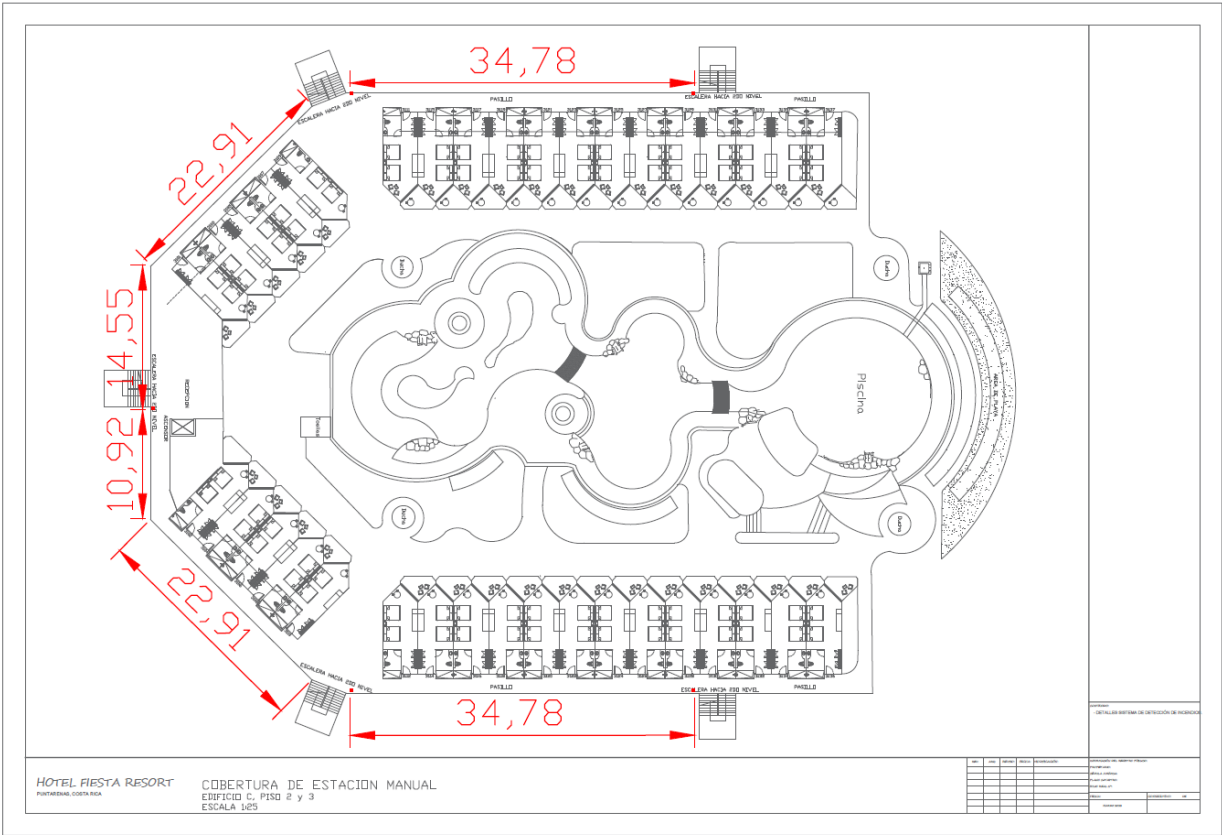
Fuente: (Autor, 2023)

ANEXO 8: COBERTURA DE DETECTOR TERMICO ASCENSOR PISO 2 y 3



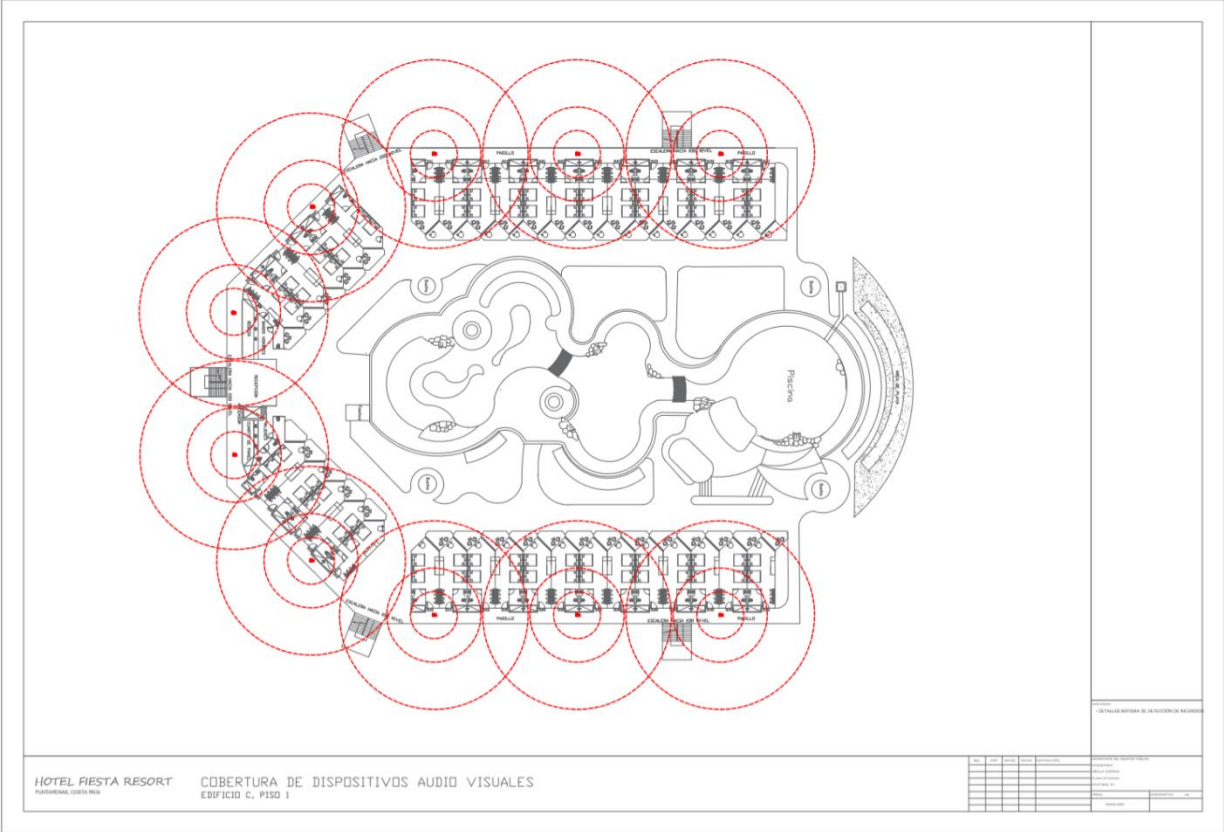
Fuente: (Autor, 2023)

ANEXO 10: COBERTURA DE ESTACION MANUAL, PISO 2, 3



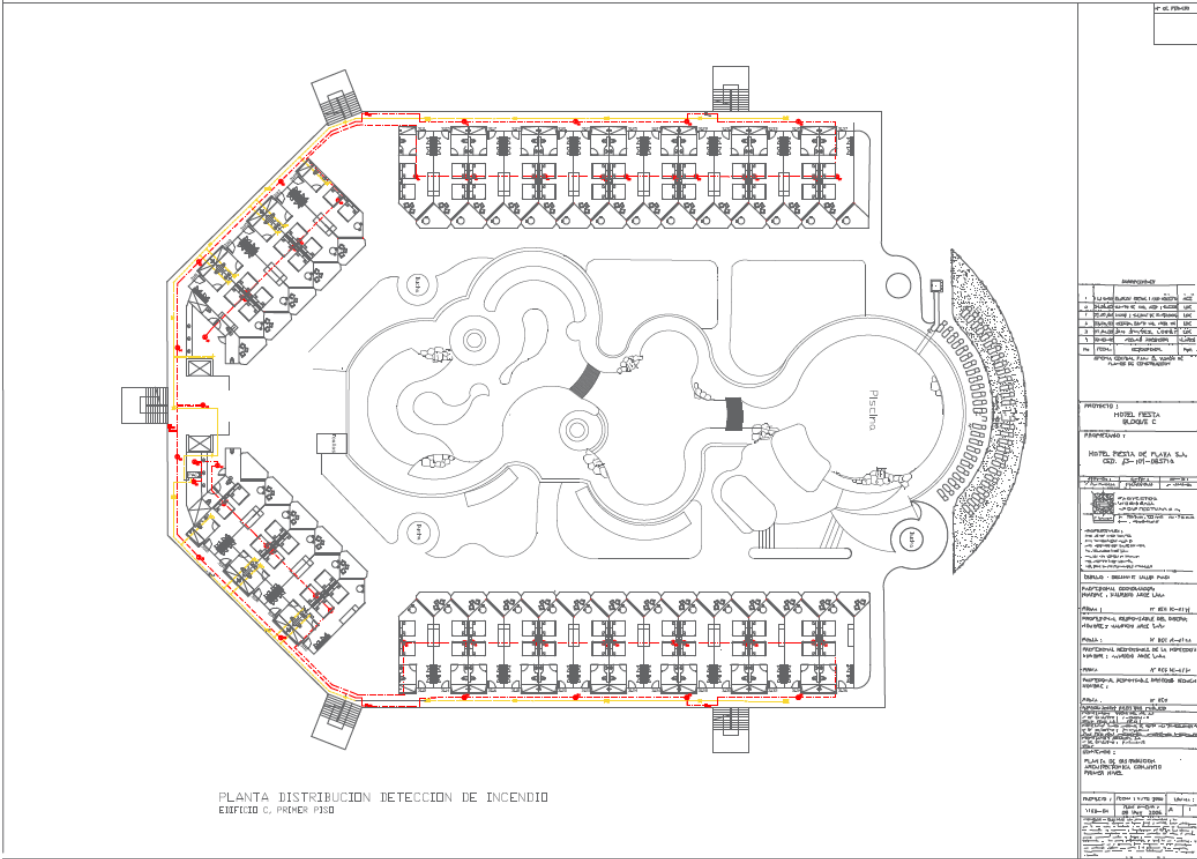
Fuente: (Autor, 2023)

ANEXO 13: COBERTURA DE LUZ ESTROBOSCOPICA CON SIRENA PISO 1



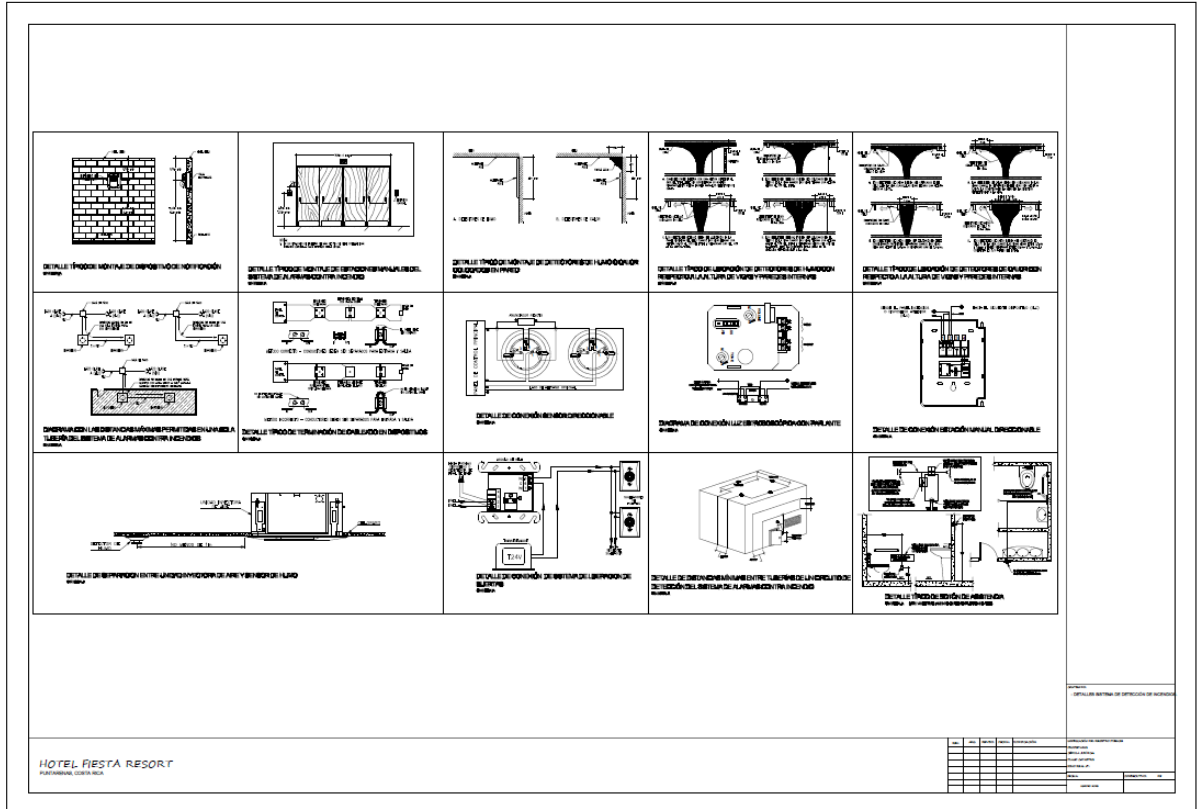
Fuente: (Autor, 2023)

ANEXO 15: SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIO PISO 1



Fuente: (Autor, 2023)

ANEXO 19: DESCRPCION DE INSTALACION DE DISPOSITIVOS.



Fuente: (Autor, 2023)