



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”.

Wilmer Jhovany Bohorquez Pulido

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica
Tunja, Colombia
2020

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”.

Wilmer Jhovany Bohorquez Pulido

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Electrónico

Director (a):

Ingeniera Ángela Viviana Peña Puerto

Línea de Investigación:

Instrumentación Electrónica y Automatización

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Tunja, Colombia

2020

Dedico esta tesis de grado a Dios y a mis padres quienes inculcaron en mi la vocación y la disciplina por el estudio, por su apoyo continuo e incondicional durante mi formación académica, quienes han hecho posible este gran logro.

Al grupo de ingenieros de la facultad de Ingeniería Electrónica, formadores y personas con gran conocimiento que se han esforzado por ayudarme a lo largo de mi carrera profesional.

“Un poco más de persistencia, un poco más de esfuerzo, y lo que parecía irremediable un fracaso puede convertirse en un éxito glorioso”.

Elbert Hubbard

Agradecimientos

Al grupo empresarial Inversiones en Proyectos y Soluciones los Andes SAS “IMPROSOL LOS ANDES SAS”, en cabeza de su líder y representante el doctor Francklyn Alfredo Rincón Galvis como gerente y representante legal de la compañía, quien, gracias a su confianza y apoyo absoluto, me dieron la oportunidad de desarrollar mi trabajo de grado en cada uno de sus proyectos.

Al Ingeniero Miguel Ángel Rincón Galvis como la persona encargada de la parte técnica y constructiva de la constructora, quien lidero y dio el aval para el desarrollo de esta investigación e implementación.

Resumen

El desarrollo de este proyecto se fundamenta en las etapas de diseño e implementación de un sistema de detección automática de incendios, basado en el cumplimiento de la norma NFPA-72 como fuente principal en el estándar mundial para el desarrollo y conocimiento sobre seguridad contra incendios y de vida.

Se realizó un estudio exhaustivo de la normatividad que rige los sistemas de detección de incendio en Colombia y se identificaron los puntos de riesgo del edificio, se analizó cada una de las variables que determinan el comportamiento y estabilidad de un sistema de detección de incendios como son: el humo, la temperatura, niveles de gas carbónico (CO), humedad y la presión. Así mismo se identificaron los puntos vulnerables de cada una de las áreas del edificio a través de una matriz de riegos.

A partir de esto se seleccionaron los diferentes dispositivos electrónicos que conforman el sistema y se diseñaron los planos de distribución de cada una de las áreas, a continuación, se ubicaron los dispositivos siguiendo la recomendación de la norma NFPA 72, se instaló y programó el panel de control del sistema según los parámetros establecidos en la matriz de causa y efecto diseñada para el proyecto.

El resultado de este proyecto es un sistema de detección de incendios que permite monitorear el riesgo de incendio, de una forma estable, confiable y en tiempo real. Además de esto la empresa Inversiones en Proyectos y Soluciones SAS logra cumplir con los reglamentos colombianos de construcción sismo resistente NSR-10 en los proyectos de vivienda que está realizando actualmente.

Palabras clave: Sistema de detección de Incendios, NFPA-72 (Código Nacional de Alarmas de Incendio, dispositivos de iniciación).

- X 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”.
-

Abstract

The development of this project is based on the stages of design and implementation of an automatic fire detection system, based on the compliance with the NFPA-72 standard as the main source in the world standard for the development and knowledge about fire and life safety.

An exhaustive study of the regulations governing fire detection systems in Colombia was done carried out and the risk points of the building were identified, each of the variables that determine the behavior and stability of a fire detection system were analyzed as they are: smoke, temperature, carbon dioxide (CO) levels, humidity and pressure. Likewise, the vulnerable points of each of the building areas were identified through a risk matrix.

From this, the different electronic devices that make up the system were selected and the distribution plans for each of the areas were designed, then the devices were located following the recommendation of the NFPA 72 standard, the panel was installed and programmed system control according to the parameters established in the cause and effect matrix designed for the project.

The goal of this project was to achieve that the company “Inversiones en Proyectos y Soluciones” S.A.S, in addition to fulfilling the Colombian earthquake-resistant construction regulations NSR-10, obtains a high level of security in the housing projects that the construction company is currently carrying out.

Keywords: Fire detection System, NFPA-72 (National Code of Fire Alarms initiating devises).

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de figuras	XV
Lista de tablas	XVII
Introducción	19
1. Marco Teórico	22
1.1 El Fuego	23
1.2 Incendio	23
1.3 Las Llamas	24
1.4 EL Humo.....	24
25	
1.5 Etapas en el desarrollo del fuego.....	25
1.5.1 Etapa incipiente.....	25
1.5.2 Etapa latente	25
1.5.3 Etapa de llama	25
1.5.4 Etapa de calor.....	25
1.6 Propiedades del fuego	25
1.7 Factores Técnicos	28
1.7.1 Protección civil	28
1.7.2 Estándares y Normas de un sistema de detección de incendios.	28
1.7.3 Principios de Certificación	30
1.7.4 NFPA	31
1.7.5 Normas NFPA-72 “Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización”	31
1.7.6 Alcance de la Norma NFPA-72	32
1.7.7 Propósito de la Norma NFPA-72	32
1.7.8 NFPA-72 (Código Nacional de Alarmas de Incendio).....	32
▪ Capítulo 5: Dispositivos de iniciación: Detectores de temperatura, detectores de humo, ópticos, y las tecnologías involucradas en este tipo de dispositivos son los puntos más importantes dentro del sistema ya que están encargados de realizar el trabajo de detección y nos arrojan las señales o pulsaciones para activar nuestro sistema de detección de incendios	32
1.8 Sistema de detección de incendios.....	33

XII 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".

1.8.1	Panel de control.....	33
1.8.2	Tarjetas adicionales opcionales para un panel de control	35
1.8.3	Fuente de alimentación.....	35
1.8.4	Sensores o detectores.....	35
1.8.5	Detector de humo iónico: (Humos visibles o invisibles).....	36
1.8.6	Detector de Humo fotoeléctrico tipo reflector: (Humos visibles)	36
1.8.7	Detector de temperatura o térmicos.....	37
1.8.8	Pulsadores de emergencia o estaciones manuales	38
1.8.9	Anunciadores remotos de LCD	38
1.9	Clasificación de los sistemas de detección de incendios.....	39
1.9.1	Sistemas convencionales	39
1.9.2	Sistemas Direccionables.....	39
1.9.3	Direccionamiento	40
2.	Diseño del sistema de detección de incendio	41
2.1	Propósito y descripción del sistema.....	41
2.2	Variables relevantes del sistema	43
2.2.1	Temperatura	43
2.2.2	Humo Visible	43
2.2.3	Humo invisible	44
2.2.4	Gas carbónico CO	44
2.2.5	Inundación	45
2.2.6	Supervisión de carga de equipos de bombeo	45
2.2.7	Áreas de Cobertura y puntos críticos	45
2.2.8	Análisis de zonas de riesgo matriz de causa efecto	46
2.3	Ubicación y espaciamiento de detectores.....	48
2.3.1	Detectores de humo o calor	48
2.3.2	Detectores de Gas Carbónico CO.....	49
2.3.3	Estaciones manuales.....	49
2.3.4	Dispositivos de notificación audible.....	50
2.3.5	Áreas de distribución edificio Santa Mónica.....	51
2.4	Ubicación de detectores en áreas Edificio Santa Mónica.	52
2.4.1	Detectores de área para Sótano	52
2.4.2	Detectores de área para 1ºPiso	52
2.4.3	Detectores de área para plantas tipo 2º/3º/4º/5º/6º/7º y 8º Piso	53
2.5	Medios de transmisión y cableado estructurado	55
2.6	Selección de Equipos	57
2.6.1	Panel de control KIDDE para detección de incendios	57
2.6.2	Detector térmico inteligente direccionable de KIR-HD KIDDE.....	60
2.6.3	Detector de Humo inteligente direccionable óptico KIR-PD KIDDE.....	61
2.6.4	Base estándar KI-SB.	62
2.6.5	Detector de Monóxido de Carbono 260-CO KIDDE	62
2.6.6	Módulo de entrada única FX-IDC1B KIDDE.....	63
2.6.7	Estación manual de doble acción direccionable FX-278 KIDDE	64
2.6.8	Sirena estroboscópica de pared G4AVRF-SP-1 KIDDE.....	65
2.7	Direccionamiento.....	66
2.8	Mapa de asignación para dispositivos direccionables sistema de detección de incendio edificio Santa Mónica.....	66

2.9	Diseño tipo para cálculos de longitud máxima del cable de un circuito de dispositivos de notificación en un sistema de detección de incendios.	68
2.10	Hoja de cálculo para aplicaciones de circuitos de notificación.	68
2.10.1	Valores de Equipos y cables	69
2.10.2	Valores de la fuente de alimentación.....	69
2.11	Ecuación para cálculo de voltaje y corriente de operación del sistema	70
2.11.1	Resistencia del cable	70
2.12	Cálculos para longitud del cable.	71
2.12.1	Calculo de consumo de corriente total para dispositivos NAC.....	71
2.12.2	Calculo del voltaje mínimo (V_m).....	71
2.12.3	Calculo de caída de voltaje permitido en un circuito NAC para dispositivos de notificación.	71
2.12.4	Resistencia máxima (R_{max}) para el cable	72
2.13	Diseño tipo para dispositivos (NACS) circuitos de notificación edificio Santa Mónica.	72
2.13.1	Hoja de cálculo de caída de voltaje del dispositivo de notificación.	73
2.14	Diseño tipo para cálculo de longitud máxima de cable para lazos de dispositivos direccionables.	75
2.14.1	Cable Total.....	75
2.14.2	Ruta más largo.....	75
2.15	Calculo de Baterías para el Panel de Control FX1000	77
2.15.1	Corriente de Carga de panel de control FX100	78
2.16	Planos de zonas de detección	79
3.	Implementación del sistema.....	81
3.1	Instalación de ductería, gabinetes de control y cajas de comunicaciones.	81
3.2	Instalación de cableado para conexión de dispositivos.	81
3.3	Montaje de panel de control.....	82
3.4	Conexión del panel de control FX 1000	83
3.4.1	Cable de alimentación AC.....	83
3.4.2	Transformador de entrada.....	83
3.4.3	Cableado de las baterías de reserva.....	84
3.4.4	Cableado de circuitos de dispositivos de notificación.	84
3.4.5	Dispositivos direccionables de Lazo.....	85
3.5	Montaje de detectores de iniciación.....	86
3.6	Montaje de Estaciones manuales.	88
3.7	Montaje de dispositivos de Notificación G4AVRF-SP1.....	89
3.8	Implementación de operadores remotos.	90
3.9	Módulos de comunicaciones del panel FX1000.	91
3.9.1	Cableado del módulo SA-DACT	91
3.10	Cable SA-232	93
3.10.1	Comunicaciones seriales.	93
3.10.2	Especificaciones de la impresora.	93
3.10.3	Para realizar la conexión de la impresora.....	94
3.10.4	Cableado para descargar en PC	94
3.11	Programación de panel de control y módulos de comunicación.....	96
3.11.1	Modo normal.	96
3.11.2	Modo fuera de modo normal (alarma).	97
3.11.3	Programación.....	98
3.11.4	Programación automática.	99
3.12	Software de Simulación FX-CU.	100

XI	Diseño e implementación de un sistema de detección de incendios basado en la	
V	norma NFPA-72, para la empresa Inversiones en Proyectos y Soluciones Los Andes S.A.S. "Improsol".	

3.13	Instrucciones de operación y recomendaciones periódicas para sistema de detección de incendio	100
4.	Conclusiones y recomendaciones	101
4.1	Conclusiones.....	101
4.2	Recomendaciones.....	103
A.	Anexo: Áreas de cobertura sensores Térmicos para el Sótano Edificio Santa Mónica.	105
B.	Anexo: Áreas de cobertura sensores de humo para el 1° Piso Edificio Santa Mónica.	107
C.	Anexo: Áreas de cobertura sensores de humo para planta tipo 2°-8° piso Edificio Santa Mónica.	108
D.	Anexo: Plano de distribución de dispositivos y líneas de comunicación Sótano Edificio Santa Mónica.	109
E.	Anexo: Plano de distribución de dispositivos y líneas de comunicación primer piso Edificio Santa Mónica.....	110
F.	Anexo: Plano de distribución de dispositivos y líneas de comunicación Segundo a Octavo piso Edificio Santa Mónica.....	111
G.	Anexo: Plano de distribución de dispositivos y líneas de comunicación Altillo Edificio Santa Mónica.....	112
H.	Anexo: Simulación y configuración avanzada utilizando Software FX-CU.....	113
I.	Anexo: Procedimiento de programación automática panel FX 1000:	116
3.	Programación del marcador DACT	117
4.	Programación de Red.....	118
J.	Anexo: Instrucciones de operación sistema de detección de incendio.	120
K.	Anexo: Recomendaciones de pruebas periódicas.....	122
	Bibliografía	125

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1 Fuego controlado.....	23
Figura 1-2 Incendios no controlados.....	23
Figura 1-3 Tipos de llamas.....	24
Figura 1-4 Tipos de Humo.....	25
Figura 1-5 Propiedades del fuego.....	26
Figura 1-6 Triangulo de la combustión.....	26
Figura 1-7 Simbología de la clasificación del fuego.....	27
Figura 1-8 Sistema Regulatorio Americano.....	30
Figura 1-9 Panel de control de un sistema de detección de incendios [6].....	34
Figura 1-10 Sensor de humo Fotoeléctrico [6].....	36
Figura 1-11 Sensor térmico[6].....	37
Figura 1-12 Selección de un detector iónico, Fotoeléctrico o Térmico [7].....	37
Figura 1-13 Pulsador manual de alarma de incendio [6].....	38
Figura 1-14 Diagrama de un sistema de detección de incendio convencional.....	39
Figura 1-15 Diagrama de un sistema de detección de incendio direccionable.....	40
Figura 1-16 Selector de direcciones de dispositivos direccionables.....	40
Figura 2-1 Radio de protección de un detector de humo y calor [11].....	48
Figura 2-2 Matriz de distribución de detectores puntuales [11].....	49
Figura 2-3 Ubicación de las estaciones manuales de emergencia[11].....	50
Figura 2-4 Ubicación de los dispositivos de notificación audible[11].....	51
Figura 2-5 Cable para aplicaciones en cableado de sistemas de detección de incendios [12].....	55
Figura 2-6 Cable para aplicaciones de dispositivos de notificación [12].....	56
Figura 2-7 Panel de control KIDDE FX 1000 [6].....	59
Figura 2-8 Detector térmico inteligente direccionable KIR HD Kidde.....	60
Figura 2-9 Detector de humo inteligente direccionable KIR-PD Kidde [14].....	61
Figura 2-10 Base para sensores fotoeléctricos Kidde.....	62
Figura 2-11 Detector de Monóxido de Carbono (CO) convencional 260-CO Kidde [15].....	63
Figura 2-12 Modulo de entrada única FX-IDC1B Kidde [18].....	64
Figura 2-13 Estación manual direccionable. FX-278 Kidde[17].....	65
Figura 2-14 Sirena estroboscópica de pared G4AVRF-SP-1 Kidde.....	65
Figura 2-15 Diagrama de distancias de dispositivos direccionables edificio Santa Mónica.....	76
Figura 2-16 Evidencia de sistema interrumpido de energía.....	78

Figura 3-1	Proceso de cableado del sistema de detección de incendio con cable rojo...	82
Figura 3-2	Incrustación de Panel de control FX 1000	82
Figura 3-3	Conector del módulo de alimentación del panel FX 1000 con su porta fusible.	83
Figura 3-4	Diagrama de conexión del transformador del panel de control.	83
Figura 3-5	Diagrama de conexión y cableado de baterías.	84
Figura 3-6	Diagrama de conexión para circuitos NACs 1/4.	85
Figura 3-7	Tarjetas de Lazo y diagrama de conexión.	86
Figura 3-8	Diagrama de instalación mecánica y eléctrica del KI-SB.	86
Figura 3-9	Sensor Térmico instalado en cuarto de bombas y parqueaderos.	87
Figura 3-10	Sensor fotoeléctrico de humo instalado en cuarto de control, pasillos y áreas comunes.	87
Figura 3-11	Sensor fotoeléctrico de humo instalado en pasillos y áreas comunes.	88
Figura 3-12	Diagrama de instalación mecánica y eléctrica de la estación manual FX-278.	88
Figura 3-13	Estación manual instalado en área.	89
Figura 3-14	Diagrama de instalación mecánica y eléctrica de dispositivos de Notificación G4AVRF-SP1	89
Figura 3-15	Dispositivos de Notificación en área.	90
Figura 3-16	Diagrama de instalación mecánica y eléctrica del operador remoto [21].	90
Figura 3-17	Instalación operador remoto en área.	91
Figura 3-18	Instalación y cableado del módulo SA-DACT.	92
Figura 3-19	Terminales del cable RS-232 para conexión de impresora.	93
Figura 3-20	Conexión de impresora.	94
Figura 3-21	Conexión de impresora.	94
Figura 3-22	Cableado para descarga en PC.	95
Figura 3-23	Identificación de clavija DB-9	95
Figura 3-24	Teclado del panel frontal y pantalla LCD.	96
Figura 3-25	Visualización de pantalla LCD del panel de control.	97
Figura 3-26	Pantalla LCD fuera de modo normal.	98

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1-1 Normas para certificación de sistemas de detección de incendio en Colombia	29
Tabla 2-1 Puntos críticos Edificio Santa Mónica.....	45
Tabla 2-2 Matriz de causa y efecto según el nivel de riesgo	46
Tabla 2-3 Áreas de distribución edificio Santa Mónica	51
Tabla 2-4 Lista detectores de Humo edificio Santa Mónica.	53
Tabla 2-5 Estaciones manuales y dispositivos de notificación edificio Santa Mónica.	54
Tabla 2-6 Especificaciones técnicas para cable de alarma contra incendios para dispositivos direccionables[12].	56
Tabla 2-7 Especificaciones técnicas para cable de dispositivos de notificación[12].	57
Tabla 2-8 Especificaciones técnicas del Panel de Control KIDDE FX 1000	59
Tabla 2-9 Especificaciones técnicas detector térmico direccionable[13].	61
Tabla 2-10 Especificaciones técnicas detector de humo fotoeléctrico direccionable [14].	62
Tabla 2-11 Especificaciones técnicas detector de Monóxido de Carbono (CO) [15].....	63
Tabla 2-12 Especificaciones técnicas Modulo de entrada única FX-IDC1B [15].....	64
Tabla 2-13 Especificaciones técnicas de Sirena estroboscópica G4AVRF-SP-1 [20].....	66
Tabla 2-14 Tabla de direccionamiento sistema de detección de incendio.	66
Tabla 2-15 Hoja de cálculo de caídas de voltaje para circuito NAC 1.....	74
Tabla 2-16 Hoja de cálculo de caídas de voltaje para circuito NAC 2.....	74
Tabla 2-17 Longitud máxima de cable para el lazo	75
Tabla 2-18 Blindado trenzado y blindado no trenzado (blindado distribuido uniformemente.	76
Tabla 2-19 Hoja de cálculo de baterías del paneles de control FX1000	77
Tabla 2-20 Hoja de cálculo de corriente de carga el panel de control FX1000	79
Tabla 3-1 Tabla Características de los circuitos de notificaciones NAC 1 / 4	85
Tabla 3-2 Disponibilidad de direcciones para tipo de dispositivo.....	86
Tabla 3-3 Conexión DB-9 de la tarjeta 232 al equipo	95
Tabla 3-4 Opciones del marcador 1.	117
Tabla 3-5 Opciones de red.....	118

Introducción

El presente proyecto está orientado a la aplicación de la norma NFPA-72 en un sistema de detección de incendio para la empresa IMPROSOL LOS ANDES SAS, en el edificio Santa Mónica de la ciudad de Duitama.

La empresa IMPROSOL LOS ANDES SAS en su actividad comercial desarrolla proyectos de construcción arquitectónicos a nivel nacional, actualmente la empresa se encuentra en proceso de certificación, y para ello debe cumplir con dos normas, la NFPA-72 que es la norma de reglamentación de diseño de sistemas de detección de Incendios y la NRS-10 que constituye el reglamento colombiano de construcción sismo resistente,” Título J: Requisitos de protección contra incendios en edificaciones”.

Según el decreto 2525 del año 2010, el presidente de la república en ejercicio de sus facultades constitucionales y legales, realizo una modificación al artículo 2° del decreto 926 de 2010 con el fin de ampliar el plazo inicialmente establecido para el Reglamento Colombiano de Construcción sismo resistente NSR-10, esto para permitir que los profesionales dedicados al diseño y construcción de edificaciones se les permita estudiar detalladamente sus requisitos y se apliquen de forma correcta. De esta forma la ley que obliga a las constructoras en Colombia a incorporar en todas las construcciones nuevas y remodelaciones sistemas de detección de incendios entro en vigencia a partir del día 15 de diciembre del año 2010.

La norma NFPA-72 permite que los diseñadores de sistemas de detección de incendios realicen buenas prácticas tanto en la instalación como en el mantenimiento de sistemas de detección de incendio. Actualmente, la constructora no cuenta con un lineamiento certificado que se rija por la norma NSR-10 donde se determina claramente que toda edificación nueva deberá cumplir con los requisitos mínimos de protección contra incendio establecidos, de la misma forma debe contar con profesionales idóneos y calificados en

alguna de las marcas fabricantes que cumpla con los estándares de certificación de la norma.

El proyecto involucra en su diseño criterios fundamentales de calidad, funcionabilidad en cuanto a la cobertura completa de las necesidades del usuario, confiabilidad en el funcionamiento del sistema a través del tiempo, instalación y mantenimiento del sistema.

La evolución de los sistemas de detección de incendio ha tenido un avance significativo acerca del desarrollo de las tecnologías empleadas en los paneles de control y dispositivos periféricos que lo conforman. Inicialmente fueron creados con tecnología de supervisión análoga de contactos abiertos y cerrados que para su implementación había que incurrir en costos elevados debido a la complejidad del sistema en cuanto al cableado, mano de obra, limitaciones en distancias y gran cantidad de dispositivos, gabinetes de conexión de gran tamaño para alojar los módulos y tarjetas de comunicación.

Actualmente los sistemas de detección de incendios emplean tecnología digital de monitoreo y supervisión direccionable, con el fin de que el panel de control pueda obtener información puntual de cada dispositivo, incorporar grandes cantidades de detectores para proyectos de gran escala con consumos de corriente muy pequeños y sin limitantes en los tramos de cableado.

La realización del proyecto tiene muchas ventajas gracias al apoyo en la financiación de más del 80% de los costos de los equipos por parte de la constructora; gracias a esto se ha podido cumplir con el objetivo principal del proyecto que es su implementación según lo propuesto en las fases de desarrollo del proyecto, y se ha logrado un avance significativo en concientizar a las constructoras en tener en cuenta la importancia de diseñar e incorporar sistemas de detección de incendios en los nuevos proyectos de construcción.

Para llevar a cabo este proyecto se tuvieron en cuenta los siguientes objetivos:

Objetivo general.

Diseñar e implementar un sistema de detección incendios para la empresa Inversiones en Proyectos y Soluciones Los Andes SAS "Improsol" que cumpla con las exigencias de la norma NFP-72.

Objetivos específicos.

Identificar las normas y estándares que rigen los sistemas de detección de incendios en Colombia. NFPA-72 y NRS-10.

Definir los factores y variables que intervienen en la estabilidad de un sistema de detección de incendios.

Seleccionar la instrumentación electrónica y conexiones para el sistema de detección de incendios.

Implementar un sistema de detección de incendios para la empresa constructora Inversiones en Proyectos y Soluciones Los Andes SAS "IMPROSOL", para el proyecto Edificio Multifamiliar y comercial Santa Mónica de la ciudad de Duitama.

1. Marco Teórico

Los incendios pueden producirse en cualquier ámbito, empresa, hogar o recinto; de alguna manera, es importante contar con las medidas de protección y prevención contra incendios. El control de un sistema de detección de incendio empieza a realizarse con las fases del diseño, analizar las posibles situaciones en la que se encuentra actualmente la empresa o propiedad a proteger; además de determinar las posibles causas de propagación y origen inicial de fuego, existen factores técnicos de propagación del fuego en un determinado lugar tales como: mantenimientos no realizados en las redes eléctricas y de comunicaciones internas, mal manejo de productos o aparatos eléctricos, almacenamientos incorrectos, instalaciones eléctricas en deterioro, corto circuitos o sobretensiones [1].

Un sistema de detección de incendios que se va a diseñar DEBE garantizar que el recinto estará protegido al 100%, que es totalmente audible y visible en cuanto a las alarmas de emergencias. Es importante tener en cuenta la función de integración en cuanto al servicio con la confianza de que los equipos empleados van a cumplir con los requerimientos en cuanto a programación de diseño y poder asumir la responsabilidad que conlleva realizar una implementación de un sistema de este tipo, tanto en los equipos de control, el conjunto de sensores como actuadores y dispositivos que lo conforman.

1.1 El Fuego

El fuego es calor y luz producida por la combustión/oxidación violenta de un material combustible determinado, con desprendimiento de llamas, calor y humo; existen dos tipos de fuego y lo podemos reconocer por su estado en brasas o en llamas. La combustión es la reacción química que se genera al reunir dos elementos, el combustible y el comburente (oxígeno), cuando hablamos de fuego está ubicado en la categoría de controlado (fuego controlado) [1].

Figura 1-1 Fuego controlado



Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Incendio>

1.2 Incendio

Un incendio es una manifestación de fuego pero que se encuentra de manera no controlada, en este caso puede ser muy peligroso para todos los seres vivos. Hablando de un incendio se debe destacar los puntos más vulnerables dentro de un lugar, como son los electrodomésticos que funcionan a gas o electricidad y están más propensos a generar una actividad de incendio, intoxicación e inclusive explosión. Un incendio es una ocurrencia de fuego no controlada y que genera un riesgo que afecta la seguridad de las personas, estructura y toda la vivienda [1].

Figura 1-2 Incendios no controlados.



Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Incendio>

1.3 Las Llamas

Las llamas o masa gaseosa en combustión que se eleva del cuerpo que arde y que desprende luz, se produce cuando la temperatura de la combustión (oxidación) alcanza cierto punto. La composición de los gases que se desprenden, así como su temperatura determinan el color de la llama. Existen dos tipos de llamas, las llamas de gases premezclados que es una mezcla entre un combustible y un oxidante. Esta se utiliza en procesos industriales y las llamas de difusión cuando el oxígeno se difunde a través de la llama. (Llama de zona fría: es cuando la temperatura es menor al resto de la llama aquí se va a generar vapor, la Llama de zona luminosa indica que hay cierta cantidad de oxígeno, llama de zona oxidante es cuando la llama tiene mucho oxígeno y hay mucha temperatura) [1].

Figura 1-3 Tipos de llamas.



Fuente: <https://blog.caprishop.es/tipos-de-llamas/>

1.4 EL Humo

Otra característica que se debe distinguir dentro de lo que es incendio es el humo, y es determinado por la suspensión en el aire de partículas sólidas muy pequeñas que resultan de la combustión incompleta de un material. Hay dos tipos de humo en los que se puede destacar el humo blanco donde se indica que arde libremente, el humo negro que indica fuego caliente, y bajo nivel de oxígeno [1].

Figura 1-4 Tipos de Humo



Fuente: <https://eduardovillafuerteblog.files.wordpress.com/color-humo-portada.jpg>

1.5 Etapas en el desarrollo del fuego

1.5.1 Etapa incipiente

En esta etapa de iniciación del fuego se caracteriza porque no existen llamas, hay humo, pero invisible, la temperatura es baja. Esta etapa puede durar días, semanas y años [1].

1.5.2 Etapa latente

Durante esta etapa aún no hay presencia de llama, o calor significativo, comienza a aumentar la cantidad de partículas hasta hacerse visibles; ahora las partículas se llaman humo, la duración de esta etapa también es variable [1].

1.5.3 Etapa de llama

Cuando está en desarrollo un incendio, se alcanza el punto de ignición y comienzan las llamas. Baja la cantidad de humo y aumenta el calor. Su duración es variable [1].

1.5.4 Etapa de calor

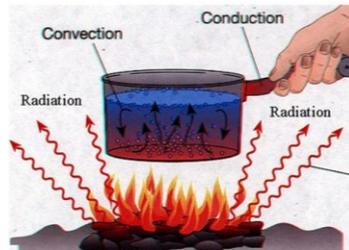
En esta etapa se genera excesiva cantidad de calor, llamas, humo y gases tóxicos [1].

1.6 Propiedades del fuego

La propagación del fuego se realiza en base a tres conceptos que son:

- Convección: Se manifiesta cuando el aire se calienta y el aire caliente va a tender a subir, en este punto se originan corrientes de aire ascendente y manifiestan cambios de aire caliente que van a ser sustituidos por masas de aire frío y trata de mantenerse hacia arriba [1].
- Radiación: Es cuando a distancias cortas el calor se transmite por medio de ondas calóricas invisibles que viajan a través del aire [1].
- Conducción: Es cuando se producen con un objeto que está en contacto directo con otro. El calor del objeto más caliente pasa hacia el más frío [1].

Figura 1-5 Propiedades del fuego.



Fuente: https://rdvfiles.nyc3.cdn.digitaloceanspaces.com/pub/html/files_html/930670.jpg

Como conceptos básicos de incendio se debe hablar del fuego, de que para que se genere fuego se requiere de Oxígeno, Combustible y Calor. La Temperatura es el nivel de energía interno de cada cuerpo y el calor es el flujo de energía de dos cuerpos con diferente temperatura, antes de que exista fuego debe haberse producido una combustión [1].

Figura 1-6 Triangulo de la combustión.



Fuente: <https://p.calameoassets.com/p1.jpg>

El combustible es el material orgánico como carbón, madera, plástico, el comburente es el oxígeno, la temperatura es la energía de activación que puede ser chispa, alta temperatura o llama, la reacción en cadena es la que va a mantener a la combustión sin necesidad de ignición [1].

Hablando de clases de fuego existen diferentes clases de acuerdo y son:

- Fuego Clase A: Son producidos por materiales ordinarios como, maderas, papel, telas, hule y plástico.
- Fuego Clase B: Son producidos por combustibles líquidos o gaseosos derivados de hidrocarburos. Como aceites, grasas, pinturas, butano, propano, hidrogeno.
- Fuego Clase C: Son aquellos donde se involucran equipos energizados eléctricamente.
- Fuego clase D: Son los fuegos en materiales combustibles como magnesio, titanio, zirconio, sodio, litio y potasio.
- Fuego Clase K: Incendios que implican grandes cantidades de lubricantes o aceites, la clase K es una sub clase de la clase B [1].

Figura 1-7 Simbología de la clasificación del fuego.



Fuente: <https://www.tuveras.com/seguridad/elfuego/clasesfuegos.jpg>

Todo el material tiene un punto de encendido o punto de ignición, el hecho de que un material tenga su punto de ignición más alto no significa que este no pueda llegar a activarse. Por ejemplo, los metales de la clase D tienen un punto de ignición con

temperaturas mucho más altas, pero una de las desventajas es que estos van a reaccionar más violentamente y a más rápida velocidad que otro tipo de material y son más peligrosos [1].

Si tenemos un material con un fuego como el de la madera que genera un humo de color oscuro se debe poner un sensor fotoeléctrico, si hablamos de un elemento clase B donde afecta drásticamente la temperatura vemos utilizar sensores térmicos, si tuviéramos elementos clase C emplearíamos sensores fotoeléctricos, pero de tipo iónico, es decir que tiene más sensibilidad porque técnicamente ese tipo de incendios generan humo blanco. Y en los fuegos clase D y clase K son equipos con detectores especiales [1].

1.7 Factores Técnicos

1.7.1 Protección civil

Requerimiento de diseño de un sistema de detección de incendio, encargado de llevar un control interno por medio de un programa que verifica si existe en el lugar un protocolo de primeros auxilios, si hay prevención y combate contra un incendio, si existe en el lugar un esquema de evacuación de personal. Verifica que análisis de riesgo interno o externo pudiera ocurrir en una determinada edificación [1].

Para protección civil es importante contar con un croquis o plano de evacuación, señalización, que se lleve un programa de mantenimiento preventivo y correctivo, que se verifiquen las instalaciones eléctricas de forma periódica, instalaciones hidrosanitarias, instala de gas, instalaciones de telecomunicaciones, elevadores [1].

1.7.2 Estándares y Normas de un sistema de detección de incendios.

Existen varias normas, estándares y reglamentos que rigen o certifican los sistemas de detección, así como a los paneles de control, componentes, elementos, dispositivos y accesorios que conforman los sistemas; así como la forma correcta en cuanto a la práctica en el diseño e implementación [1].

Si no aplicamos correctamente las normas y estándares, se puede llegar a incurrir en problemas legales al momento de que se realice una revisión o auditoria de todo el sistema de detección de incendios. Algunas empresas diseñadoras e integradoras en muchos casos se inician en el desarrollo de proyectos de sistemas de detección de incendio, sin tener en cuenta las normas y estándares que rigen dichos sistemas e incurren en malas prácticas y deficiencias en cuanto a los diseños, instalaciones e incumplimiento de los estándares, todo esto como resultado en muchos casos fatales [1].

La base de diseño de los sistemas de detección de incendio en Colombia se rige por tres normas en cuanto a la seguridad se refiere. Al momento de iniciar un diseño o desarrollo tecnológico para un determinado proyecto es importante analizar y comprender en que tanto la normatividad europea como estadounidense abordan los requisitos de los sistemas contra incendios, a nivel mundial existe un requisito obligatorio de compatibilidad entre las normas europeas y la norma NFPA-72, esto garantiza que las dos normas sean opciones viables para las instalaciones donde se requiere integrar intrusión, detección y control de acceso [1].

Las normas, estándares y certificaciones que rigen actualmente los equipos para sistemas de detección de incendio están determinados, se relacionan a continuación:

Tabla 1-1 Normas para certificación de sistemas de detección de incendio en Colombia

NORMA	DEFINICIÓN	ALCANCE	PROPÓSITO
NSR-10 Capítulo J-K	Reglamento colombiano de construcción de sismo resistencia	Toda edificación debe cumplir con los requisitos mínimos de protección contra incendios, correspondientes al uso de la edificación y su grupo de ocupación [2].	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reducir en lo posible el riesgo de incendios en edificaciones. ▪ Evitar la propagación del fuego dentro y hacia estructuras aledañas. ▪ Facilitar tareas de evacuación de los ocupantes [2].
NFPA-72	Código de alarmas de incendio y señalización	Cubre la aplicación, instalación y ubicación, desempeño, instalación, prueba y mantenimiento de los sistemas de	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definir los medios para activar señales, transmitir las, notificarlas y anunciarlas; los niveles de desempeño; y la

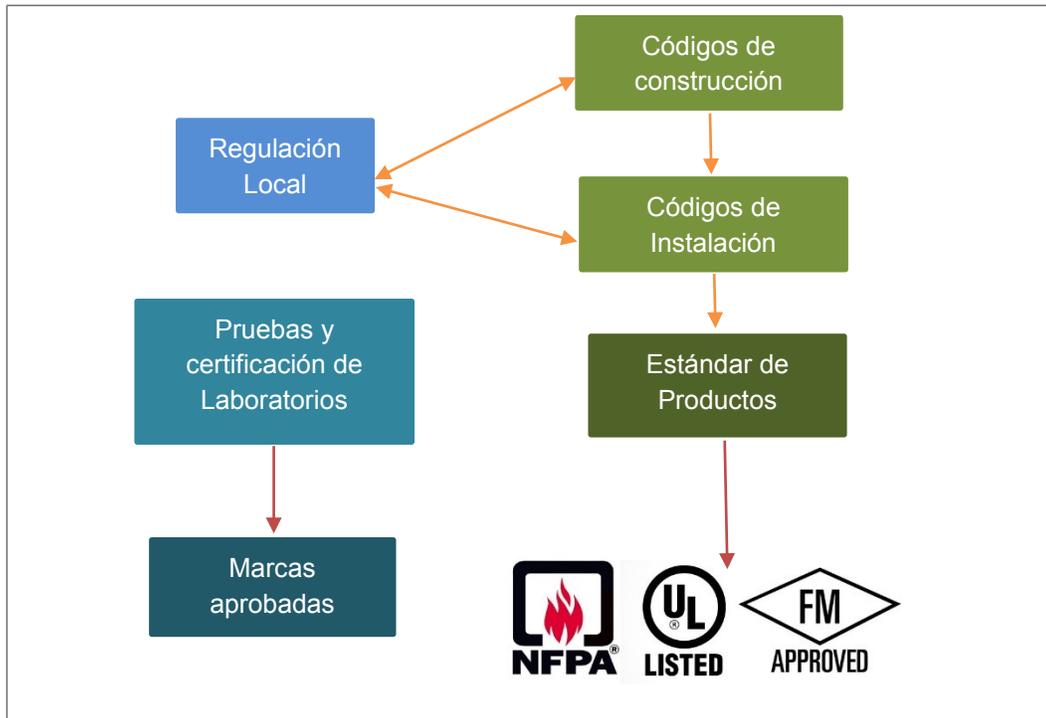
	alarma de detección de incendio [3] .	confiabilidad de los diversos tipos de alarma[3].
UL	Reglamento encargado de certificar la seguridad de un equipo para operar en condiciones normales.	

1.7.3 Principios de Certificación

Para la certificación de un sistema de detección de incendio para la norma americana se de tener en cuenta el cumplimiento de la siguiente normatividad:

- Los códigos de construcción
- Las buenas practicas que rige la norma NFPA-72 en cuanto a diseño e instalación.
- Tomar en cuenta los puntos de las 10ma Edición de la norma UL 864

Figura 1-8 Sistema Regulatorio Americano.



Fuente: Autor

1.7.4 NFPA

Organización fundada en 1986 como organización global autofinanciada, sin ánimo de lucro por un grupo de empresas de seguros que se dedica a buscar y desarrollar normas o códigos enfocados minimizar los riesgos de muerte o lesiones, pérdidas de vidas humanas y de propiedades que estén relacionados con incendios o riesgo eléctrico. En la página de la NFPA (www.nfpa.org), encontramos las norma NFPA-72 en su última edición vigente del año 2019 [4].

1.7.5 Normas NFPA-72 “Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización”

Norma Americana diseñada y desarrollada por la Asociación Nacional de protección contra Incendio NFPA (National Fire Protection Association), donde se estandarizan los criterios de diseño fundamentales tanto para el diseñador como para el integrador de un sistema de detección contra incendios y las características de los dispositivos que lo componen, así como la integración con otros sistemas del edificio como elevadores, el sistema de control, el sistema de iluminación o ventilación [4].

Especifica los criterios de diseño, instalación, mantenimiento, pruebas periódicas, que se deben tener en cuenta, criterios de manejo y operación para el usuario final, el personal al que está dirigida la norma y tiene relación directa con los sistemas de detección de incendios son:

- Diseñadores → Personal de empresas de ingeniería encargados de la etapa del diseño de la red interna de distribución de los dispositivos [4].
- Integradores → Personal de la empresa de ingeniería encargados de implementar, conectar y programar los sistemas de detección de incendios [4].
- Usuarios final → Personal encargados del manejo, supervisión y pruebas de los dispositivos de notificación y comunicación [4].
- Aseguradoras → Empresas que en su momento exigirán a los usuarios contar con los sistemas de detección de incendios [4].

1.7.6 Alcance de la Norma NFPA-72

Con relación al alcance la NORMA NFPA-72 brinda información como datos específicos tanto de diseño como de aplicación, instalación, ubicación, desempeño, inspección, prueba y mantenimiento de los sistemas de alarma de incendio [4].

1.7.7 Propósito de la Norma NFPA-72

El propósito de la norma NFPA-72 con respecto al propósito nos habla de definir los medios para activar señales, transmitir las, notificarlas y anunciarlas; los niveles de desempeño; y la confiabilidad de los diversos tipos de alarma de incendios [4].

1.7.8 NFPA-72 (Código Nacional de Alarmas de Incendio)

Los puntos básicos y que hacen referencia al diseño, en cuanto a la instalación de sistemas de detección de incendio son los siguientes:

- Capítulo 1 Principios Fundamentales de los Sistemas de Alarma de Incendio (Documentación)[3]. Aprobación y aceptación: Antes de solicitar la aprobación final de la instalación, el contratista de la instalación deberá entregar una declaración escrita que indique que el sistema ha sido instalado de acuerdo con los planos aprobados y aprobado el acuerdo con las especificaciones del fabricante. Documentos de Finalización / Conclusión [3].
- Capítulo 2 - Equipos de Advertencia de Incendio Domiciliarios (para el Hogar) [3].
- Capítulo 3 – Sistema de alarma de incendio de Predios Protegidos [3].
- Capítulo 4: Aspectos fundamentales de los sistemas de alarma de incendio: Dispositivos fundamentales como son las fuentes de alimentación, los procedimientos de monitoreo [3].
- Capítulo 5: Dispositivos de iniciación: Detectores de temperatura, detectores de humo, ópticos, y las tecnologías involucradas en este tipo de dispositivos son los puntos más importantes dentro del sistema ya que están encargados de realizar el trabajo de detección y nos arrojan las señales o pulsaciones para activar nuestro sistema de detección de incendios [3].

- Capítulo 6: Se refiere a los sistemas de alarma de fuego que pueden realizar integraciones con sistemas de evacuación de emergencias, centros de monitoreo de alarmas [3].
- Capítulo 7: Se refiere a dispositivos de notificación como sirenas, estrobos, que características deben cumplir, los lugares idóneos de instalación, rangos de cubrimiento y altura específica [3].
- Capítulo 8: Se refiere a la supervisión de estaciones manuales de un sistema de alarma de incendio [3].
- Capítulo 10: Se refiere al mantenimiento, las pruebas, la inspección, verificar que el sistema instalado cumpla con los requerimientos de optimización y así garantizar el buen funcionamiento del sistema, evitar con esto fallas, falsas alarmas [3].

1.8 Sistema de detección de incendios

Se denomina sistema de detección de incendios a un grupo de dispositivos electrónicos asociados a un panel o central de control, cuya función dentro del sistema es la de detectar un cambio de condición de estado y la reportan para que se toman las medidas adecuadas para su control y extinción.

Su modo de operación está asociado a el procesamiento de señales de entrada donde se le dice al panel que existe presencia de incendio, estas señales son procesadas por un sistema de control o CPU previamente programado para ejecutar funciones de asignación en cada salida de este dispositivo. Las salidas son las encargadas de activar los dispositivos de notificación. Los dispositivos que componen un sistema de detección de incendio son los siguientes:

1.8.1 Panel de control

El panel o sistema de control inteligente, se caracteriza por ser la unidad fundamental o cerebro de un sistema de detección de incendio; está organizado por módulos o tarjetas en la que cada uno de estos módulos incorporan una función independiente dentro del sistema de control. Su objetivo es la de recibir las señales provenientes de los detectores o estaciones manuales y realizar tareas programadas tales como, activar dispositivos

audibles, enviar mensajes de notificación, liberar puertas de accesos, activar sistemas de control de ascensores, enviar mensajes de visualización a los diferentes operadores remotos instalados a lo largo de toda la red [5].

Las tarjetas que conforman el panel de control, están contenidas en un gabinete metálico, organizadas e interconectadas, las cuales proveen a todo el sistema las funciones de asignación a todo el sistema. El módulo de control inteligente o (Motherboard) se considera el cerebro principal de todo el sistema e incorpora puertos de conexión de entrada/salida tales como:

- Módulo de cableado principal de alimentación AC y portafusibles de protección.
- Fuente de alimentación autorregulada con transformador de 28 VAC / 7 A.
- Módulo de recarga de baterías,
- Conector de tarjetas RS 232.
- Conector para módulo de comunicación.
- Conector para puerto de conexión de red (Ethernet),
- Conectores de tarjeta principal para circuitos supervisados de detectores de lazo cerrado.
- Puerto de conexión para operadores remotos RS485
- Interfaz de operación y progresión del sistema y el software de monitoreo y supervisión remota.

Figura 1-9 Panel de control de un sistema de detección de incendios [6].



Fuente: <http://kiddefx.kidde.com/Home/StrobesHornsBells>

1.8.2 Tarjetas adicionales opcionales para un panel de control

- Tarjeta direccionable de lazo (FX-SLC1): Debido a que la tarjeta de control principal de un sistema incorpora un lazo direccionable para operar hasta 125 dispositivos y 125 módulos, en caso de diseñar sistemas con un número mayor de dispositivos se requiere instalar tarjetas de lazo adicionales con capacidades de hasta 125 dispositivos, con el propósito de ampliar la cobertura del sistema.
- Módulo de marcación (SA-DACT): Módulo para comunicación con estación central a través de líneas telefónicas empleando formato ContactID, permite además realizar operaciones de carga y descarga de información remota y operaciones de diagnóstico.

1.8.3 Fuente de alimentación

Componente del panel de control encargado de suministrar energía eléctrica a los módulos o tarjetas incorporadas al panel de control como a los detectores y dispositivos de la red de direccionamiento. El módulo de alimentación del sistema incluye la fuente autorregulada con entrada de 28 VAC y 7 A, proporcionada por un transformador de línea que se encuentra instalado en el gabinete de control, borneras de conexión para baterías secas de respaldo según las condiciones de diseño.

1.8.4 Sensores o detectores.

Son los elementos electrónicos que detectan el fuego a través de alguno de los fenómenos que le acompañan; gases, humos, temperaturas o radiación UV, visible o infrarroja.[7]

- Sensores de humo análogos o convencionales: Son sensores que utilizan cuatro cables para su conexión con el panel de control, su modo de operación es por medio de contactos NC o NA según la configuración de zona del panel de control [7].
- Sensor direccionable: Son detectores que se comunican por medio de señales digitales conformadas por el sistema binario, a diferencia de los detectores análogos, estos dispositivos se comunican de forma independiente con el panel de control. Cada

dispositivo posee un código de programación asignado de fábrica y que finalmente puede ser establecido o modificado por el integrador [7].

1.8.5 Detector de humo iónico: (Humos visibles o invisibles)

El detector de humo iónico, está construido en base a una cámara formada por dos placas y un material radiactivo (Americio 241), encargado de ionizar el aire que pasa entre las placas generando una pequeña corriente iónica permanente que es medida por un circuito electrónico conectado a las placas, esta es la condición normal del detector [7].

Cuando se genera la combustión, las partículas liberadas intervienen en la ionización que se lleva a cabo en la cámara del detector; esto afecta la producción de corriente que se ve disminuida, por lo que la corriente medida por el circuito eléctrico será menor, y cuando sea inferior a un valor determinado se genera la condición de alarma [8].

1.8.6 Detector de Humo fotoeléctrico tipo reflector: (Humos visibles)

Sensores que incorporan una cámara de detección óptica, funciona bajo el principio de dispersión de luz generando un enlace fotoeléctrico. El humo ingresa a la cámara e interrumpe la intensidad del haz de luz que se refleja dentro de la cámara, este fenómeno físico genera en los componentes electrónicos una diferencia de tensión en los componentes de los circuitos operacionales del dispositivo, enviando una señal de alarma que es procesada por el panel de control. No son recomendables para ambientes donde existan niveles altos de contaminación y polución debido a que se pueden generar falsas señales de detección y esto requiere limpieza en la cámara de luz constantemente [7].

Figura 1-10 Sensor de humo Fotoeléctrico [6].



Fuente: <http://kiddefx.kidde.com/Home/detectors>

1.8.7 Detector de temperatura o térmicos

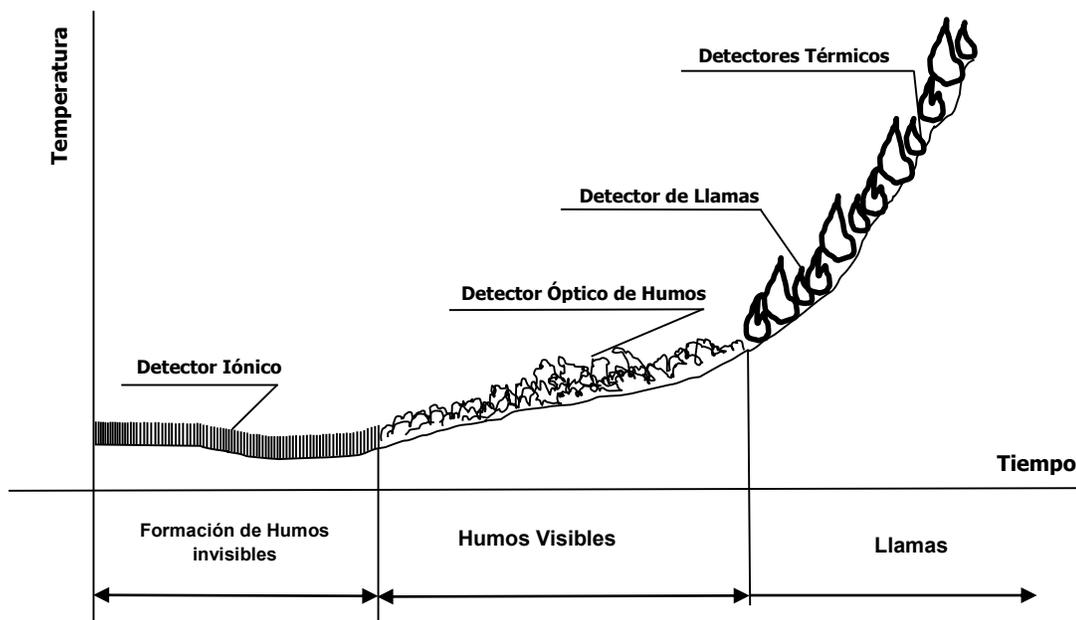
Los detectores térmicos incorporan un sensor de temperatura en base a una termocupla encargada de sensar los cambios temperatura del ambiente donde se encuentran instalados. La capsula que lo contiene es de la misma forma de los sensores de humo y CO así como los componentes de instalación [7].

Figura 1-11 Sensor térmico[6].



Fuente: <http://kiddefx.kidde.com/Home/StrobesHornsBell>

Figura 1-12 Selección de un detector iónico, Fotoeléctrico o Térmico [7].



Fuente: Autor

1.8.8 Pulsadores de emergencia o estaciones manuales

Dispositivo electromecánico empleado para enviar de forma manual, una señal de alarma de incendio al panel de control. Este tipo de dispositivos se emplea en pasillos, áreas comunes, salones y áreas de estacionamiento.

Figura 1-13 Pulsador manual de alarma de incendio [6].



Fuente: <http://kiddefx.kidde.com/Home/StrobesHornsBells>

Los pulsadores manuales de alarma incorporan contactos normalmente abiertos NA o normalmente cerrados NC y requieren de un “Modulo de entrada dual análogo”.

1.8.9 Anunciadores remotos de LCD

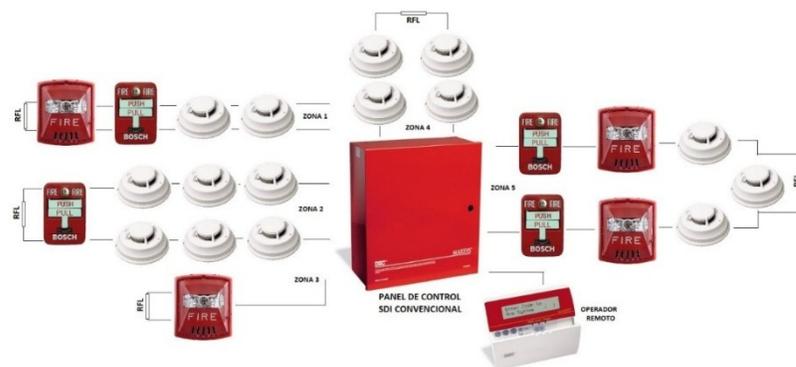
Son dispositivos electrónicos que pueden ser diseñados con funciones de visualización o con funciones de control y operación. Por medio de los anunciadores remotos, el usuario encargado de la supervisión del sistema podrá acceder a las funciones tales como: desactivar alarmas de incendio, silenciar dispositivos de notificación, configurar y actualizar parámetros de fecha y hora, realizar pruebas periódicas de correcto funcionamiento del sistema en general, recibir información de posibles fallas de un detector de zona direccionable o estación activación manual.

1.9 Clasificación de los sistemas de detección de incendios.

1.9.1 Sistemas convencionales

Los sistemas de detección de incendio convencionales están basados en el tratamiento de las alarmas por zonas que asocian a cada una de estas un conjunto de detectores, pulsadores y sirenas. Desde el panel de control del sistema de detección de incendio parte una línea de dos cables formando un lazo cerrado, recorriendo todos los dispositivos en serie que conforman el lazo de la zona supervisar [9].

Figura 1-14 Diagrama de un sistema de detección de incendio convencional



Fuente: Autor

1.9.2 Sistemas Direccionables

Los sistemas de detección de incendio direccionables, nacen con la necesidad de incorporar al panel de control funciones que permitan obtener información individual de cada dispositivo tales como la ubicación donde se encuentra instalado, tipo de detector, valor analógico en porcentaje de la concentración de humo o temperatura, fecha y hora de todas las incidencias, avisos automáticos de mantenimiento por suciedad del detector.

De la misma forma realizar tareas de supervisión en tiempo real del estado de todas las entradas y salidas del sistema (electroimanes, cortafuegos, compuertas) [9].

Figura 1-15 Diagrama de un sistema de detección de incendio direccionable.

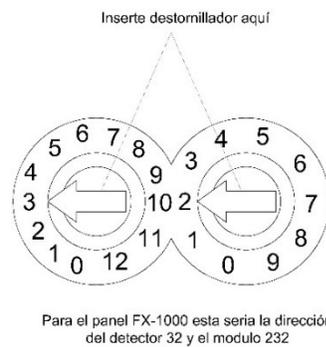


Fuente: Autor

1.9.3 Direccionamiento

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.

Figura 1-16 Selector de direcciones de dispositivos direccionables



Fuente: Autor

2. Diseño del sistema de detección de incendio

Los planos y especificaciones de los sistemas de alarma de incendio y de los sistemas de comunicaciones de emergencia deben ser desarrollados de acuerdo con el código NFPA 72, por personas experimentadas en el diseño, aplicación, y prueba de los sistemas [10].

2.1 Propósito y descripción del sistema

La compañía IMPROSOL LOS ANDES SAS, se encuentra posicionada como una de las empresa más destacadas e importantes del sector de la construcción en el departamento de Boyacá; actualmente la empresa se encuentra desarrollando el proyecto multifamiliar/comercial SANTA MONIKA, el cual está ubicado en la calle 13 N. 13 – 50 de la ciudad de Duitama.

Teniendo en cuenta que a partir del 15 de diciembre del año 2010 entraron en vigencia los requerimientos de protección contra incendios en edificaciones según los estándares del reglamento de construcción en Colombia sismo resistente NSR-10 (ley 400 de1997), y que aplica a todos aquellos inmuebles que soliciten licencia de construcción como obra nueva, que se encuentren sometidos al régimen de copropiedad o propiedad horizontal establecido en Colombia por la ley 675 del 2001, donde establece que toda edificación deberá cumplir con los requisitos mínimos de protección contra incendios según el grupo de Ocupación al que corresponda un determinado proyecto de construcción [2].

Según la norma NSR-10 capítulo J, el proyecto Santa Mónica se encuentra clasificado en el grupo de ocupación residencial (r), en el cual se encuentran agrupadas las edificaciones o espacios empleados como vivienda familiar de grupos de personas o como dormitorios con o sin instalaciones de alimentación. Este grupo se encuentra constituido por los subgrupos de ocupación residencial unifamiliar y familiar (R-1), residencial multifamiliar (R-2).

El objetivo principal es diseñar e implementar un sistema de detección de incendio basado en la norma NFPA 72 para el proyecto de vivienda comercial y residencial Edificio Santa Mónica, con el propósito de reducir en lo posible el riesgo de incendios en la copropiedad, evitar la propagación del fuego tanto dentro como hacia estructuras aledañas, facilitar tareas de evacuación de los ocupantes del edificio [2].

Siguiendo los parámetros de la norma NFPA 72 en su capítulo 7 "Documentación", el sistema de detección de incendios en su diseño debe incluir los siguientes dispositivos según las áreas de distribución del edificio [3]:

- Detectores de iniciación con sensores de calor para cubrir las áreas de sótanos y parqueaderos, e incluir la documentación de diseño de la detección de calor según lo estipulado en la norma NFPA 72, sección 17.6.
- Detectores de Incendio con sensores de humo para las áreas comunes y áreas social principal de cada apartamento; e incluir la documentación de diseño de la detección de humo según lo estipulado en la norma NFPA 72, sección 17.7.
- Instalar un panel de control digital para operación general del sistema.
- Integrar un módulo de comunicación que permita el enlace del sistema con las entidades encargadas de prestar el apoyo en caso de emergencia.
- Instalar en cada piso del edificio dispositivos de iniciación manual de emergencia que permitan activar el sistema en caso de presentarse alguna emergencia.
- Instalar en cada piso del edificio los sistemas de señalización audible.

2.2 Variables relevantes del sistema

En el diseño del sistema de detección de incendios, tenemos factores determinantes en cuanto a la estabilidad, confiabilidad, supervisión y activación de los dispositivos de notificación del sistema. Dichos factores se encuentran directamente relacionados con las variables a tener en cuenta, las áreas de cobertura y los tipos de material combustible como causa de posible fuente de incendio entro de un área determinada.

Dentro de un sistema de detección de incendios, las variables a sensor son la temperatura, humo visible o invisible, las concentraciones sectorizadas de niveles emitidos de gas carbónico CO, inundación, nivel de caudal y presión de carga en los equipos de bombeo.

2.2.1 Temperatura

En áreas como zonas de estacionamiento, es posible que de forma frecuente exista presencia de partículas visibles o invisibles de humo debido al flujo vehicular. Este efecto puede causar falsas alarmas en el sistema de supervisión; con el fin de diseñar un sistema de detección de incendio confiable es necesario incorporar sensores térmicos con activación por rangos de temperatura establecidos en áreas de edificio como: Semisótanos de estacionamiento vehicular.

Estos sensores están diseñados para sensor los cambios de temperatura variables en una determinada área o recinto sin que puedan ser afectaos por señales de humo presentes en el ambiente.

2.2.2 Humo Visible

Las señales de humo provenientes de un incendio en el edificio son causadas por la combustión de elementos como madera, textiles, caucho, entre otros; estos elementos son muy comunes en apartamentos y áreas comunes. El trabajo de supervisión de estas áreas se realiza con detectores de humo encargados de enviar señales al sistema de supervisión cuando existe concentración de humo en la cámara del sensor.

Las probabilidades de un posible conato de incendio en el edificio con emisiones de humo se pueden presentar en áreas como pasillos, cuartos de control, apartamentos, shut de basuras, cuartos de bodega y áreas sociales.

2.2.3 Humo invisible

Con el fin de detectar un posible incendio en el menor tiempo posible en áreas donde los costos causadores por daños por conflagración son demasiado altos, es necesario incorporar detectores de humo invisible iónicos, estos sensores detectan la presencia de humo invisible causado por la iniciación de un proceso de combustión en su fase inicial. Estos dispositivos se deben emplear en áreas como cuartos de máquinas, equipos de bombeo, planta de emergencia, subestación y centros de monitoreo.

2.2.4 Gas carbónico CO

Las concentraciones sectorizadas de niveles emitidos de gas carbónico CO producidos en el edificio se crean debido a uso frecuente de la planta de transferencia de energía eléctrica, además del continuo flujo vehicular en las zonas de estacionamiento; debido a que para su funcionamiento deben realizar algún tipo de combustión con elementos químicos o carburantes, este fenómeno químico causa concentración de gas carbónico (CO) en el ambiente. Cuando los niveles de gas carbónico superan los límites establecidos pueden causar lesiones graves a las personas incluso hasta la muerte debido a la falta de partículas de oxígeno presentes en el ambiente.

El edificio Santa Mónica cuenta con sistemas de ventilación y equipos extractores de gases en zonas de estacionamiento, salidas de cuartos de almacenamientos de basuras y desechos tóxicos como posibles generadores de gases de CO. Además, es indispensable incorporar según los parámetros de la norma detectores de gas carbónico (CO) en las zonas mencionadas, con el fin de avisar si los niveles de concentración de gas han superado los niveles establecidos y activen las alarmas correspondientes.

2.2.5 Inundación

El edificio Santa Mónica cuenta con un sistema de bombeo automático para uso de la red contra incendios del departamento de bomberos, este sistema puede causar en un determinado momento escapes de agua debido al sistema de carga continua de la bomba de agua. Por tal motivo es indispensable contar con un sensor de nivel de inundación en el cuarto de máquinas con el fin de generar señales de alarma si presenta algún fenómeno de inundación en dicha área.

2.2.6 Supervisión de carga de equipos de bombeo

El edificio Santa Mónica está dotado de un sistema de bombeo para uso de la red contra incendios. La bomba de agua debe permanecer cargado de forma continua con el fin de que se active en caso de presentarse alguna emergencia con respecto a una posible señal de incendio dentro y fuera del edificio.

El sistema de bombeo conecta la red de aspersores de toda la copropiedad y la red de gabinetes de extinción de incendios que emplea el departamento de bomberos en cada uno de los pisos del edificio; por esta razón es indispensable monitorear el nivel de carga constante de la bomba de agua conectando el sistema de detección de incendios al circuito de supervisión de nivel de agua con el que cuenta la bomba.

Este proceso de supervisión se visualiza en el centro de control y operaciones haciendo uso de las estaciones remotas, apoyando en las tareas de operación al personal operativo y de seguridad encargado del correcto funcionamiento del edificio.

2.2.7 Áreas de Cobertura y puntos críticos

El sistema de detección de incendio a diseñar debe tener en cuenta una cobertura total de la copropiedad, teniendo en cuenta las siguientes áreas:

Tabla 2-1 Puntos críticos Edificio Santa Mónica

Áreas de Cobertura Edificio Santa Mónica					
Nombre	Función	Superficie	Equipamiento	Ocupantes	Posibles fuentes combustibles
Planta Eléctrica	Equipo de transferencia	Regular	Mecánico Eléctrico	Ninguno	ACPM
Cuarto de bombas	Sistema de bombeo de agua	Regular	Mecánico Eléctrico	Ninguno	Corto Circuito por recalentamiento.
Shut de Basuras	Almacenamiento de basura	Irregular	Ninguno	Ninguno	Acumulación de gases tóxicos
Estacionamiento Sótano	Estacionamiento vehicular	Regular	Vehículos	Personal Resident	Acumulación CO Corto Circuito.
Estacionamiento Primer piso	Estacionamiento vehicular	Regular	Vehículos	Personal Resident	Acumulación de Gas Corto Circuito por recalentamiento
Locales Comerciales	Uso comercial	Regular	Computación	Personal visitantes	Muebles de oficina, Papel
Salón social	Uso Reuniones	Regular	Computación	Personal Visitante	Muebles de oficina, Papel
Cuarto de Control	Control equipos Comunicaciones.	Regular	Equipos Electrónicos	Personal Visitante	Corto Circuito Muebles, Papel
Recepción	Control Auxiliar Sistemas de Comunicaciones	Irregular	Equipos Electrónicos	Personal Visitante	Corto Circuito Muebles de oficina, Papel
Área Com1°-10°P	Pasillo – Hall	Regular	Ninguno	Personal	Eléctrico
Aptos 201-806	Residencial	Regular	Electrodomésticos	Personal	Muebles, Textiles
AREA ALTILLO	Pasillo – Hall	Regular	Ninguno	Personal	Eléctrico
AREA TERRAZA	Pasillo – Hall	Regular	Ninguno	Personal	Eléctrico

2.2.8 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. Según los niveles de riesgo o amenazas inminentes de posibles causas de incendio en el edificio, a continuación, se relacionan en la matriz de causa y efecto, la ubicación de los dispositivos asociados al sistema de detección de incendio según las especificaciones de la norma NFPA 72 numeral 7.3.6.3 la cual nos habla del análisis documentado de riesgos donde se deben enumerar los diversos escenarios evaluados y los resultados esperados [3].

Tabla 2-2 Matriz de causa y efecto según el nivel de riesgo

GRUPO	UBICAC.	S. HUMO	S. TERMICO	S. GAS CO	ESTACIÓN MANUAL	SIRENA STROBO	FUNCIÓN		ZONA DE ACTIVACIÓN
							Alarma parcial	Alarma Total	
GRUPO 1	Sótano		*	*	*	*	*		Zona 1
GRUPO 1	Planta Eléctrica		*		*	*	*		Zona 1
GRUPO 1	Cuarto de bombas		*		*	*	*		Zona 1
GRUPO 1	Shut de Basuras	*		*	*	*	*		Zona 1
GRUPO 1	Estacionamiento Vehicular 1° Piso	*	*	*	*	*	*		Zona 1
GRUPO 1	Locales Comerc.	*				*	*		Zona 2 Zona 1
GRUPO 1	Salón social	*				*	*		Zona 2 Zona 1
GRUPO 1	Cuarto de Control	*				*	*		Zona 2 Zona 1
GRUPO 1	Recep.	*				*	*		Zona 2
GRUPO 1	A.C. 1° Piso	*				*	*		Zona 2 Zona 1
GRUPO 1	A. S. APTOS 201-206	*				*		*	Zona 2 Zona 1
GRUPO 1	A.C. 2° Piso	*				*		*	Zona 2 Zona 1
GRUPO 1	A.S. Apt. 301-306	*				*		*	Zona 2 Zona 1
GRUPO 1	A.C. 3° Piso	*				*		*	Zona 2 Zona 1
GRUPO 2	A.S. Apt. 401-406	*				*		*	Zona 3 Zona 1
GRUPO 2	A.C. 4° Piso	*				*		*	Zona 3 Zona 1
GRUPO 2	A. S. APTOS 501-506	*				*		*	Zona 3 Zona 1
GRUPO 2	A.C. 5° Piso	*				*		*	Zona 3 Zona 1
GRUPO 2	A. S. Apt. 601-606	*				*		*	Zona 3 Zona 1
GRUPO 2	A.C. 6° Piso	*				*		*	Zona 3 Zona 1
GRUPO 3	A.S. Apt. 701-706	*				*		*	Zona 4 Zona 1
GRUPO 3	A.C. 7° Piso	*				*		*	Zona 4 Zona 1
GRUPO 3	A.S. Apt. 801-806	*				*		*	Zona 4 Zona 1
GRUPO 3	A.C. 8° Piso	*				*		*	Zona 4 Zona 1
GRUPO 3	ALTILLO	*				*		*	Zona 4 Zona 1
GRUPO 3	A.C. 9° Piso	*				*		*	Zona 4 Zona 1
GRUPO 3	TERRAZA	*				*		*	Zona 4 Zona 1
GRUPO 3	A.C. 10° Piso	*				*		*	Zona 4 Zona 1

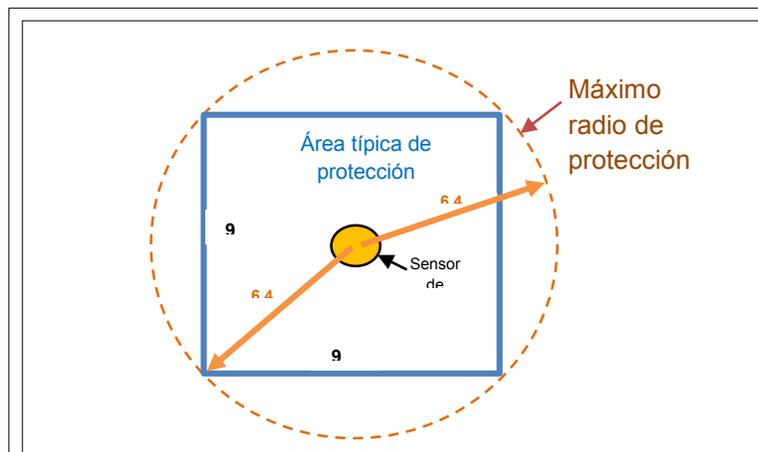
2.3 Ubicación y espaciamiento de detectores

De acuerdo con las recomendaciones de la norma NFPA 72, se tiene un estándar para cada uno de los dispositivos que conforman el sistema de detección de incendios.

2.3.1 Detectores de humo o calor

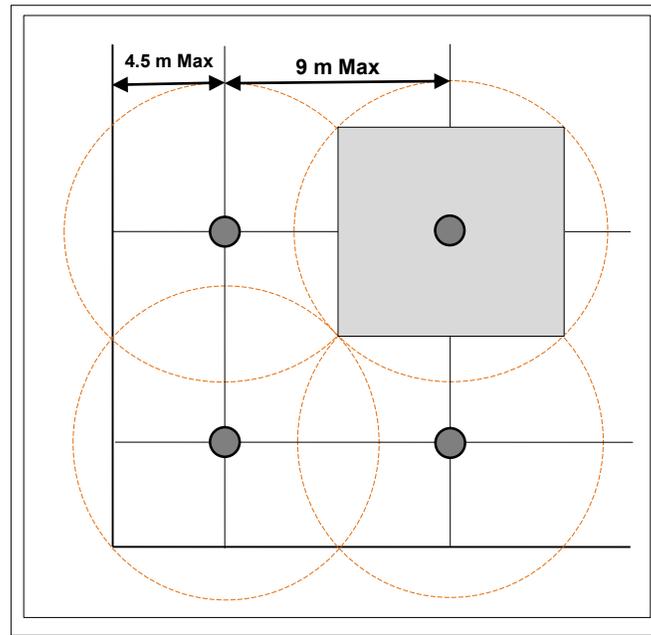
Según las recomendaciones de la norma NFPA 72, el montaje de los dispositivos iniciadores de humo y calor puntuales en un sistema de detección de incendio, está basado en localizar los detectores en el centro de un rectángulo de 9 * 9 metros. La distancia del centro del detector a cualquier extremo no debe exceder los 6.4 metros [11].

Figura 2-1 Radio de protección de un detector de humo y calor [11].



Fuente: Autor

Figura 2-2 Matriz de distribución de detectores puntuales [11].



Fuente: Autor

2.3.2 Detectores de Gas Carbónico CO

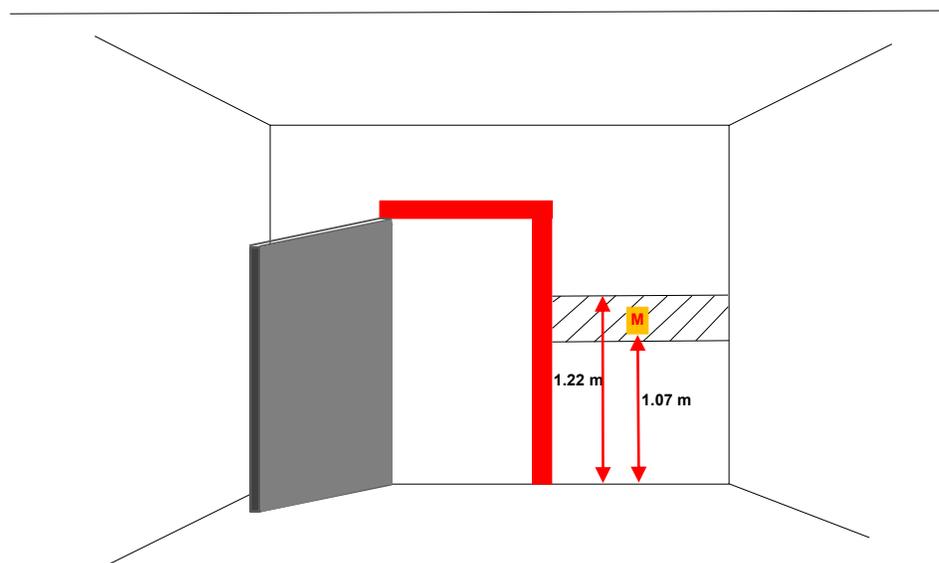
Los dispositivos iniciadores de Gas carbónico según la norma NFPA 72 se distribuyen de acuerdo a las áreas de ventilación, se debe ubicar un dispositivo de detección de gas carbónico en las áreas de estacionamiento vehicular supervisado las 24 horas si existen zonas de ventilación como rejillas o extractores. El edificio cuenta con espacios de ventilación cada 5 metros en la placa intermedia entre el sótano y el primer piso. Esto garantiza que en los sótanos del edificio se eleven los niveles de gas carbónico emitidos por los vehículos que se desplazan en las zonas de estacionamiento.

2.3.3 Estaciones manuales

La altura a considerar según las recomendaciones de la norma NFP 72, no debe ser menor a 1,07 metros ni mayor a 1,22 metros con relación al piso terminado. Deben estar localizadas a no más de 1.5 metros de la salida o punto de evacuación de cada piso[3].

El uso de una estación adicional se debe considerar cuando la distancia entre una estación manual y la próxima más cercana es mayor a 200' (61 metros) medido de forma horizontal y sobre el mismo piso[3].

Figura 2-3 Ubicación de las estaciones manuales de emergencia[11].

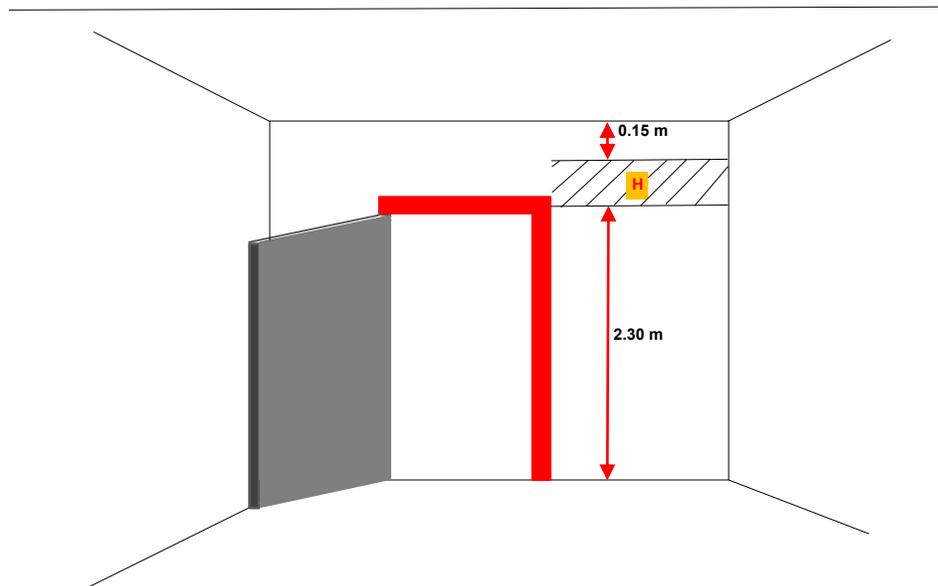


Fuente: Autor

2.3.4 Dispositivos de notificación audible.

La altura a considerar según las recomendaciones de la norma NFPA 72, es que debe instalarse un dispositivo de alarma audible en un rango de 2.03 metros a no más de 2.44 metros desde el nivel del suelo. La separación máxima entre dispositivos no debe exceder los 30 metros entre ellos[11].

Figura 2-4 Ubicación de los dispositivos de notificación audible[11].



Fuente: Autor

2.3.5 Áreas de distribución edificio Santa Mónica

Según los planos arquitectónicos de distribución, las áreas del edificio Santa Mónica están determinadas como se muestra en la tabla de áreas 2-5.

Tabla 2-3 Áreas de distribución edificio Santa Mónica

CUADRO DE ÁREAS DE DISTRIBUCIÓN EDIFICIO SANTA MÓNICA			
DESCRIPCIÓN	TOTAL M2	COMERCIAL M2	RESIDENCIAL M2
AREA LOTE	865		
AREA LIBRE	142.27		
AREA SOTANO	777.56		
AREA SOCIAL 1°P = 101.56 M2	722.73	151.16	571.57
AREA SEGUNDO PISO	627.63		627.63
AREA TERCER PISO	627.7		627.7
AREA CUARTO PISO	626.56		626.56
AREA QUINTO PISO	627.66		627.66
AREA SEXTO PISO	545.95		545.95
AREA SEPTIMO PISO	551.98		551.98

AREA OCTAVO PISO	513.43		513.43
AREA ALTILLO	503.42		503.42
AREA TERRAZA	69.24		69.24
AREA TOTAL CONSTRUIDA	6193.86	151.16	6042.7

2.4 Ubicación de detectores en áreas Edificio Santa Mónica.

2.4.1 Detectores de área para Sótano

Un detector de Humo o térmico en su área de cobertura está diseñado y certificado para cubrir una zona de 9*9 metros equivalente a 81 m². El área correspondiente a la zona del sótano en el edificio Santa Mónica está determinada por un área de 777.56 m², el cual según el diagrama de definición de zonas de la figura 2-2 que se encuentra en la lista de anexos A, se requiere del uso de 8 detectores térmicos para tener un cubrimiento total del área.

El uso de detectores de temperatura para cubrir el sótano se debe a que esta zona se encuentra ocupada por equipos de combustión a base de combustibles fósiles como es la gasolina y diésel. La combustión de este tipo de elementos genera desprendimiento de forma continua de humos visibles e invisibles en el ambiente, esta señal causaría falsas alarmas de detección en sensores de humo. Tabla 2-1 Puntos críticos Edificio Santa Mónica.

2.4.2 Detectores de área para 1ºPiso

El primer piso del edificio Santa Mónica correspondiente a un área de 722.73 m², se encuentra distribuida en área comercial y área residencial. Debido a que las principales fuentes de posible causa de incendio de esta área, establecidas en la tabla 2-1 son los materiales textiles, madera, equipos eléctricos y electrónicos, se debe incorporar al sistema de detección de incendio, sensores de humo ópticos.

En el anexo B se muestra las zonas de cobertura por los detectores de humo ubicados en el primer piso, se requieren 8 sensores de humo para cubrir tanto las zonas residenciales como las zonas comerciales según los radios de cubrimiento.

2.4.3 Detectores de área para plantas tipo 2°/3°/4°/5°/6°/7° y 8° Piso

Los diseños de los apartamentos y áreas comunes del segundo piso al octavo del edificio Santa Mónica corresponden a las plantas tipo y fueron diseñados para uso residencial. En su distribución de áreas los apartamentos 1 a 6 de todos los pisos del área residencial están organizados de la misma forma, por tal razón conforman las plantas tipo del edificio, aunque varían las áreas por la distribución de las terrazas.

En el anexo C se muestra las zonas de cobertura por los detectores de humo ubicados en la planta tipo, se requieren 8 sensores de humo para cubrir tanto la zona común como las áreas sociales de apartamentos según los radios de cubrimiento. Según la distribución de áreas del edificio santa Mónica y los estándares de la norma NFPA 72, se realizó la distribución de sensores de humo de la siguiente forma:

Tabla 2-4 Lista detectores de Humo edificio Santa Mónica.

Lista de detectores de Humo				
Zona	Área	Cant. S. Humo	Cant. S. Térmicos	Cant. S. Gas Carbónico CO
Sótano	777.56		8	1
Piso 1		5	3	1
Aptos Piso 2		6		
Hall Piso 2		2		
Aptos Piso 3		6		
Hall Piso 3		2		
Aptos Piso 4		6		
Hall Piso 4		2		

Aptos Piso 5	6		
Hall Piso 5	2		
Aptos Piso 6	6		
Hall Piso 6	2		
Aptos Piso 7	6		
Hall Piso 7	2		
Aptos Piso 8	6		
Hall Piso 8	2		
Hall Piso 9	2		
Hall Piso 10	2		
Cantidad total de detectores	65	13	2

Según la distribución de áreas del edificio santa Mónica y los estándares de la norma NFPA 72, se realizó la distribución de las estaciones manuales de iniciación y los dispositivos de notificación de la siguiente forma:

Tabla 2-5 Estaciones manuales y dispositivos de notificación edificio Santa Mónica.

Zona	Mts. Lineales	Estación	D. Notificación
Sótano	38 largo * 18 fondo	1	1
Piso 1	38 largo * 18 fondo	2	2
Aptos Piso 2	5.3 largo * 3 fondo C/Apto	1	1
Hall Piso 2	19.5 largo * 6.2 fondo	1	1
Aptos Piso 3	5.3 * 3 C/Apto	1	1
Hall Piso 3	19.5 largo * 6.2 fondo	1	1
Aptos Piso 4	5.3 * 3 C/Apto	1	1
Hall Piso 4	19.5 largo * 6.2 fondo	1	1
Aptos Piso 5	5.3 largo * 3 fondo C/Apto	1	1
Hall Piso 5	19.5 largo * 6.2 fondo	1	1
Aptos Piso 6	5.3 largo * 3 fondo C/Apto	1	1
Hall Piso 6	19.5 largo * 6.2 fondo	1	1
Aptos Piso 7	5.3 largo * 3 fondo C/Apto	1	1
Hall Piso 7	19.5 largo * 6.2 fondo	1	1
Aptos Piso 8	5.3 largo * 3 fondo C/Apto	1	1

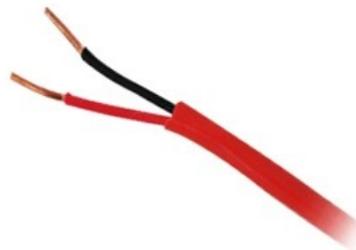
<i>Hall Piso 8</i>	19.5 largo * 6.2 fondo	1	1
<i>Hall Piso 9</i>	5.3 largo * 3 fondo C/Apto	1	1
<i>Hall Piso 10</i>	19.5largo * 6.2fondo	1	1
Cantidad total de dispositivos		12	12

2.5 Medios de transmisión y cableado estructurado

Los criterios particulares a tener en cuenta para el tipo de cableado específico según las recomendaciones de la norma NFPA 72, está orientado a la interconexión de dispositivos direccionables en toda la red del sistema de detección de incendios; el objetivo del medio de transmisión adecuado es el de mantener la estabilidad en cuanto a las caídas de tensión necesarias en cada uno de los lazos del sistema, de la misma forma brindar confiabilidad en la comunicación de datos de cada uno de dispositivos según los parámetros exigidos por el panel de control.

La función específica de interconexión entre los dispositivos direccionables que conforman un sistema de detección de incendios y el panel de control del sistema se realiza empleando un medio de transmisión físico trenzado que cumple con las especificaciones técnicas de ser retardante a la llama, estar conformado físicamente por un par de hilos de alambre polarizados, el cual permite lazos de dispositivos direccionables con distancias de hasta 4800 mts.

Figura 2-5 Cable para aplicaciones en cableado de sistemas de detección de incendios [12].



Fuente: <https://www.syscomcolombia.com/>

Las especificaciones técnicas del cable a emplear para la interconexión de dispositivos iniciadores direccionables en un sistema de detección de incendios según la norma NFPA72 que cumple especificaciones técnicas se describe a continuación:

Tabla 2-6 Especificaciones técnicas para cable de alarma contra incendios para dispositivos direccionables[12].

	ESPECIFICACIONES TECNICAS CABLE INCENDIO
<i>N. de conductores</i>	2
<i>Calibre</i>	16
<i>Diám. Externo (cms)</i>	4.3
<i>Resist. en Ω a 100 m</i>	1.2
<i>Material</i>	PVC
<i>Color Externo</i>	Rojo
<i>Color Interno</i>	Rojo, Negro
<i>Prueb. de flama Riser</i>	UL 16666 Flama Vertical
<i>Temp. de operación</i>	-20°C a 75°C
<i>Certificaciones</i>	UL1666, CUL, CMG, NEC760, CE.
<i>Aplicaciones</i>	Alarmas de detección de incendio. Paneles tecnología convencional. Paneles tecnología direccionable. Paneles de evacuación.

Para el uso de dispositivos de notificación audible, se requiere emplear tantos pares de cable polarizado según el número de circuitos de notificación a utilizar. Según las especificaciones de diseño la tabla 2.4 de dispositivos de notificación, se debe garantizar hasta 4 circuitos de notificación independientes a lo largo de toda la red.

Figura 2-6 Cable para aplicaciones de dispositivos de notificación [12].



Fuente: <https://www.syscomcolombia.com/>

Para cumplir con los requeridos de diseño y las exigencias de la norma NFPA72 en cuanto a la interconexión de dispositivos de notificación, es importante la selección de un cable que sea retardante a la llama, polarizado con dos pares de cables en su interior, el cual se describe a continuación:

Tabla 2-7 Especificaciones técnicas para cable de dispositivos de notificación[12].

 ESPECIFICACIONES TECNICAS CABLE DISP. NOTIFICACIÓN	
<i>Tipo</i>	Alambre 2 pares
<i>Calibre</i>	16
<i>Diám. externo (mm)</i>	3.9
<i>Impenden Ω a 100 m</i>	100
<i>Material</i>	PVC
<i>Color Externo</i>	Rojo
<i>Color Interno</i>	Rojo, Negro, Verde, Amarillo
<i>Prueba flama Riser</i>	UL 16666 Flama Vertical
<i>Temp. de operación</i>	-20°C a 75°C
<i>Certificaciones</i>	UL1666, CUL, CMG, NEC760, CE.
<i>Aplicaciones</i>	Alarmas de detección de incendio Sistemas de Notificación

2.6 Selección de Equipos

2.6.1 Panel de control KIDDE para detección de incendios

Cuando se realizan diseños de sistemas de detección de incendios es importante tener en cuenta los siguientes aspectos en relación a la selección de los equipos que se van a emplear:

- Buscar en el mercado las marcas de sistemas de detección de incendio que se encuentren abaladas, certificadas y que cumplan con los estándares de la norma NFPA72.

- Analizar si estas empresas incorporan en su portafolio, servicios de soporte técnico y repuestos de los equipos que distribuyen.
- Realizar un estudio de costos de las marcas de los sistemas de incendio con el fin de ajustar los costos de los equipos al presupuesto aprobado por la empresa.
- Tener en cuenta los requerimientos de diseño del sistema a implementar.

El panel de control o unidad central de procesamiento de información que se utilizó en la implementación del sistema de detección de incendio del edificio Santa Mónica es el FX 1000 de la línea KIDDE de fabricación y tecnología americana, sin embargo, existen en el mercado otras marcas especializadas en sistemas de incendio como son BOSCH, EDUARS, SYSTEMS SENSOR y DSC.

Se empleó este equipo debido a que cumple con las exigencias en cuanto a la capacidad de dispositivos a manejar y los estándares de la norma NFPA72, las características más importantes a tener en cuenta en el panel de control del sistema son:

- Programación por teclado frontal del panel o por software con computador portátil.
- Supervisión general de dispositivos y programación del sistema con alarma general.
- Fuente de alimentación regulada y filtrada para DC (R&F).
- Debe ser compatible con detectores direccionables.
- Debe permitir realizar prueba de fuego (Poner un dispositivo en alarma desde el panel de control)
- Verificación de alarma por dispositivo.
- Conexión de operador remotos para supervisión del sistema.

Figura 2-7 Panel de control KIDDE FX 1000 [6]



Fuente: www.kiddefx.kidde.com

Tabla 2-8 Especificaciones técnicas del Panel de Control KIDDE FX 1000

Especificación	FX-1000 PANEL
Lazo de Dispositivos	Lazo de 125 detectores y 125 módulos, ampliable hasta 500 detectores y 500 módulos con tarjetas de expansión.
Circuitos de Notificación	4 NACS CLASE B o 2 NACS CLASE A 6 A FWR de salida total para 120/230 VAC 60 Hz 2.5 A FWR por cada circuito de salida NAC
Fuente de poder	120 VAC, 60 Hz, 2.0 A max / 230 VAC, 50-60Hz, 0.97 A max.
Corriente de panel en modo stand by	172 mA
Corriente de panel en modo Alarma	267 mA
Zonas de Entrada	32 max.
Anunciadores Remotos	8 dispositivos max., RS-485 Clase o Clase B Longitud de línea de datos 4000 ft (1219 m).
Voltaje de Operación	20 VDC en Panel
Circuito de poder de salida auxiliar	Aux Power 1: 500 mA / 24 VDC Aux Power 2: 500 mA / 24 VDC
Circuitos de Lazo	Máxima Resistencia de Lazo 66 Ω Máxima Capacitancia de Lazo 0.5 μ F Voltaje de línea de comunicación Máximo 20.6 pico a pico Corriente en operación (Completamente cargado el lazo): Stand by: 55 mA/ 45mA Alarma: 125mA/115 mA. (Sin incluir módulos adicionales de expansión). Corriente de Circuito: 0.5 A Max
Baterías	Tipo: Acido de plomo sellado Voltaje: 24 VDC

	<p>Corriente de carga: 2.47 A max. Capacidad Amperios Hora: 26A Operación en modo Standby: 24 – 60 horas Ubicación: Hasta 2 baterías de 18 Amperios caben en el gabinete.</p>
Comunicador SA-DACT	<p>Línea de Teléfono: Uno o dos líneas de lazo público, red switchheada. Conector de línea para teléfono: RJ-31/38x Formato de comunicación: Contact ID (SIA DC-05) Corrientes de operación. Alarma en standby: 41 mA Máximo: 100 mA</p>
Impedancia de falla de tierra	0 a 15 KΩ
Contacto de alarma	Clase E, forma C N.O. 24 VDC a 1ª (Lazo Resistivo)
Problema de contacto	Clase E, forma C 24 VDC a 1ª (Lazo Resistivo)
Contacto supervisado	Clase E, forma A N.O. 24 VDC a 1ª (Lazo Resistivo)
Temperatura Ambiente	<p>Temperatura 0 a 49° C (32 a 120 °F) Humedad Relativa: 0 a 93% no condensado</p>

2.6.2 Detector térmico inteligente direccionable de KIR-HD KIDDE

El KIR-HD es un detector de temperatura fija inteligente, su objetivo es la de monitorear la temperatura del aire circundante y analiza los datos del sensor para determinar si se iniciara una alarma. La función de calor de temperatura fija detecta el fuego cuando la temperatura del aire cerca del detector supera el punto de alarma[13].

Figura 2-8 Detector térmico inteligente direccionable KIR HD Kidde.



Fuente: <http://kiddefx.kidde.com/Home/IntelligentInitiatingDevices>

Tabla 2-9 Especificaciones técnicas detector térmico direccionable[13].

KIR-HD KIDDE	ESPECIFICACIÓN	VALOR
	Rango de alarma de temperatura fija	135°F (57° C)
	Tasa de Temperatura de Aumento nominal	15°F (8.3° C)
	Voltaje de Operación	15.2 a 19.95VDC
	Corriente de funcionamiento normal	µA
	Corriente de alarma	µA
	Dispositivos por lazo	250
	Direccionamiento rotativo	Si
	Base para montaje	KI-SB

2.6.3 Detector de Humo inteligente direccionable óptico KIR-PD KIDDE

Dispositivo digital inteligente que utiliza una cámara de detección óptica para detectar humo, el detector analiza los datos recopilados por el sensor para determinar cuándo se inicia una alarma, la sensibilidad del equipo es ajustable. La serie KIR PD incorpora las siguientes características de fabricación:

- La cámara Óptica del detector de humo permite ser remplazada.
- EL Led bicolor indica el estado: Verde intermitente – normal, rojo intermitente activo – alarma.
- Compensación de cambios ambientales normales.
- Indica “detector en servicio” cuando requiere limpieza.
- Requiere base para su instalación [14].

Figura 2-9 Detector de humo inteligente direccionable KIR-PD Kidde [14].



Fuente: <http://kiddefx.kidde.com/Home/IntelligentInitiatingDevices>

Tabla 2-10 Especificaciones técnicas detector de humo fotoeléctrico direccionable [14].

KIR-PD KIDDE	ESPECIFICACIÓN	VALOR
	Voltaje de Operación	15.2 a 19.95 VDC
	Corriente de funcionamiento normal	51 μ A
	Corriente de alarma	68 μ A
	Rango de sensibilidad al humo	(1,7 a 12.35% / m)
	Nivel de vibración	– 35 Hz
	Velocidad del aire	a 20 m / seg
	Dispositivos por lazo	250
	Direccionamiento rotativo	Si
	Base para montaje	KI-SB

2.6.4 Base estándar KI-SB.

Montaje en cajas cuadradas de una sola pieza

Figura 2-10 Base para sensores fotoeléctricos Kidde.



Fuente: <http://kiddefx.kidde.com/Home/IntelligentInitiatingDevices>

2.6.5 Detector de Monóxido de Carbono 260-CO KIDDE

El detector de monóxido de carbono (CO) es un dispositivo preciso y confiable que alerta sobre los niveles potencialmente peligrosos de CO en el área protegida. El sensor electroquímico interno se comunica con un sofisticado microprocesador incorporado que realiza un seguimiento preciso de los niveles de CO en el tiempo[15].

Sin verse afectado por las variaciones de temperatura, el 260-CO se ajusta automáticamente a los cambios ambientales y opera de forma fiable en una amplia

variedad de condiciones. Monitorea sus propios rendimientos y compensa la deriva de la sensibilidad en todo el curso de su vida útil [15].

El sensor tiene una vida útil de 10 años, cuando se acerca a este punto, el temporizador de fin de vida del 260-CO automáticamente activa una advertencia que indica que el dispositivo debe recibir servicio. [15].

Figura 2-11 Detector de Monóxido de Carbono (CO) convencional 260-CO Kidde [15].



Fuente: <http://kiddefx.kidde.com/Home/IntelligentInitiatingDevices>

Tabla 2-11 Especificaciones técnicas detector de Monóxido de Carbono (CO) [15].

KIR-PD KIDDE	ESPECIFICACIÓN	VALOR
	Voltaje de entrada	12 o 24 VDC
	Corriente de funcionamiento normal	20 mA
	Corriente de alarma	40 mA
	Corriente en prueba	75 mA
	Relé de alarma	150 mA a 33 VDC
	Vida útil del sensor	10 años después de fabricación
	Sirena	85 dB
	Módulo de direccionamiento	FX-IDC1B
	Tamaño de cable	14 a 22 AWG
	Humedad relativa	4,4 a 37,8° C

2.6.6 Módulo de entrada única FX-IDC1B KIDDE

El mini módulo analógico de entrada única FX-IDC1B es un dispositivo direccionable utilizado para conectar una alarma, circuito de dispositivo de iniciación de contacto seco (IDC) de tipo supervisor o monitor para un panel de control. Este módulo está diseñado

para la operación de circuitos de Clase B. La dirección del dispositivo se establece mediante los dos interruptores giratorios ubicados en el frente del módulo. Se requiere una dirección de dispositivo. Cuando el contacto NA de un dispositivo iniciador está cerrado, una señal de alarma se envía al panel de control.

FX-IDC1B proporciona dos LED de estado. Los LED son visibles desde la parte posterior del módulo [16].

Figura 2-12 Modulo de entrada única FX-IDC1B Kidde [18].



Fuente: <http://kiddefx.kidde.com/Home/IntelligentInitiatingDevices>

Tabla 2-12 Especificaciones técnicas Modulo de entrada única FX-IDC1B [15].

KIR-PD KIDDE	ESPECIFICACIÓN	VALOR
	Voltaje de entrada Máx.	10 VDC
	Corriente de funcionamiento normal	350µA
	Corriente de alarma	500µA
	Impedancia de falla a tierra	10 KΩ
	Resistencia de fin de línea EOL	47KΩ
	Humedad relativa	0 a 49°C

2.6.7 Estación manual de doble acción direccionable FX-278 KIDDE

Estación de alarma contra incendios, no codificada, rotura de vidrio, plástico, acción simple, polo único, circuito abierto, terminal de tornillo, reinicio de llave.

Las estaciones manuales, son dispositivos de accionamiento simple, incorpora módulo direccionable montado en la parte posterior.

Figura 2-13 Estación manual direccionable. FX-278 Kidde[17].



Fuente: <http://kiddefx.kidde.com/Home/IntelligentInitiatingDevices>

2.6.8 Sirena estroboscópica de pared G4AVRF-SP-1 KIDDE

La serie Genesis LED EG1 utiliza ópticas de alta eficiencia, combinadas con electrónica patentada, para ofrecer un sistema altamente controlado y patrón de distribución de luz enfocado eficientemente para uso y operación del panel de control FX 1000 actuales. Las luces estroboscópicas cuentan con 15, 30, o 75 cd de salida de luz[18].

Figura 2-14 Sirena estroboscópica de pared G4AVRF-SP-1 Kidde.



Fuente: <http://kiddefx.kidde.com/Home/IntelligentInitiatingDevices>

Tabla 2-13 Especificaciones técnicas de Sirena estroboscópica G4AVRF-SP-1 [20].

KIR-PD KIDDE	ESPECIFICACIÓN	VALOR
	Voltaje de operación	16 a 33 VDC
	Emisión de luz	15,30 o 75 cd/las
	Velocidad de flash estroboscópico	1 fps
	Corriente de alarma	55 mA
	Humedad relativa	0 a 50°C

2.7 Direccionamiento

Los paneles de la serie FX1000 para sistemas de detección de incendio poseen direcciones de dispositivos validas que van desde 001 a 125 para dispositivos detectores y 201 a 325 para módulos como estaciones manuales. Con el fin de realizar un correcto direccionamiento del sistema es importante resaltar las siguientes recomendaciones:

- La dirección duplicada en 2 dispositivos genera un mensaje de problema en el teclado del panel de control.
- La dirección 000 genera problema
- Las direcciones pueden omitirse
- Direcciones establecidas a través de dos diales giratorios (Dial izquierdo decenas, Dial derecho unidades)

2.8 Mapa de asignación para dispositivos direccionables sistema de detección de incendio edificio Santa Mónica.

Tabla 2-14 Tabla de direccionamiento sistema de detección de incendio.

Ubicación	Tipo de Dispositivo	Ref.	Nombre HUB	Dirección
Sótano	Detector Térmico	KIR-HD	Sótano 01	001
			Sótano 01	002
			Sótano 01	003
			Sótano 01	004
			Sótano 01	005
			Sótano 01	006
			Sótano 01	007
			Sótano 01	008
		Detector de Monóxido	CO-1224T	Sótano 01

	Estación Manual	FX-278	P201	201
	Estroboscopio	G4AVRF-SP-1	LED0	L000
Piso 1	Detector Óptico Humo	KIR-PD	PARQ 01	101
			PARQ 01	102
			PARQ 01	103
	Estación manual	FX-278	P210	210
	Estroboscopio	G4AVRF-SP-1	LED1	L001
	Operador Remoto		OPR01	OPR01
	Estroboscopio	G4AVRF-SP-1	LED2	L002
Piso 2	Detector Óptico Humo	KIR-PD	APTO 201	201
			APTO 202	202
			APTO 203	203
			APTO 204	204
			APTO 205	205
			APTO 206	206
	Estación manual	FX-278	P220	220
	Estroboscopio	G4AVRF-SP-1	LED2	L002
	Estación manual	FX-278	P221	221
	Estroboscopio	G4AVRF-SP-1	LED3	L003
Piso 3	Detector Óptico Humo	KIR-PD	APTO 301	301
			APTO 302	302
			APTO 303	303
			APTO 304	304
			APTO 305	305
			APTO 306	306
	Estación manual	FX-278	P230	230
	Estroboscopio	G4AVRF-SP-1	LED4	L004
	Estación manual	FX-278	P231	231
	Estroboscopio	G4AVRF-SP-1	LED5	L005
Piso 4	Detector Óptico Humo	KIR-PD	APTO 401	401
			APTO 402	402
			APTO 403	403
			APTO 404	404
			APTO 405	405
			APTO 406	106
	Estación manual	FX-278	P240	240
	Estroboscopio	G4AVRF-SP-1	LED6	L006
	Estación manual	FX-278	P241	241
	Estroboscopio	G4AVRF-SP-1	LED7	L007
Piso 5	Detector Óptico Humo	KIR-PD	APTO 501	501
			APTO 502	502
			APTO 503	503
			APTO 504	504
			APTO 505	505
			APTO 506	506
	Estación manual	FX-278	P250	250
	Estroboscopio	G4AVRF-SP-1	LED8	L008
	Estación manual	FX-278	P251	251
	Estroboscopio	G4AVRF-SP-1	LED9	L009
Piso 6	Detector Óptico Humo	KIR-PD	APTO 601	601
			APTO 602	602
			APTO 603	603
			APTO 604	604
			APTO 605	605
			APTO 606	606
		Estación manual	FX-278	P260

	Estroboscopio	G4AVRF-SP-1	LED6	L006
	Estación manual	FX-278	P261	261
	Estroboscopio	G4AVRF-SP-1	LED7	L007
Piso 7	Detector Óptico Humo	KIR-PD	APTO 701	601
			APTO 702	602
			APTO 703	603
			APTO 704	604
			APTO 705	605
			APTO 706	606
	Estación manual	FX-278	P270	270
	Estroboscopio	G4AVRF-SP-1	LED8	L008
	Estación manual	FX-278	P271	271
	Estroboscopio	G4AVRF-SP-1	LED9	L009
Piso 8	Detector Óptico Humo	KIR-PD	APTO 801	801
			APTO 802	802
			APTO 803	803
			APTO 804	804
			APTO 805	805
			APTO 806	806
	Estación manual	FX-278	P280	280
	Estroboscopio	G4AVRF-SP-1	LED10	L010
	Estación manual	FX-278	P281	281
	Estroboscopio	G4AVRF-SP-1	LED11	L011

2.9 Diseño tipo para cálculos de longitud máxima del cable de un circuito de dispositivos de notificación en un sistema de detección de incendios.

El diseño de un sistema de detección de incendios, requiere realizar cálculos para determinar la longitud máxima del cable de un circuito de dispositivos de notificación (NAC) para un número determinado de dispositivos. El siguiente diseño garantiza que según las longitudes de cable todos los dispositivos de notificación conectados a la red de circuitos (NAC) funcionen en condiciones normales.

2.10 Hoja de cálculo para aplicaciones de circuitos de notificación.

El cálculo asegura que la tensión y la corriente de funcionamiento necesarias se suministren a todos los dispositivos de notificación, para hacer esto, asumimos estas dos condiciones del peor de los casos; el voltaje en los terminales NAC es el mínimo proporcionado por la fuente de alimentación, y los dispositivos de notificación están agrupados al final del cable NAC.

Los cálculos de diseño mostrados a continuación, muestra un método detallado que distribuye la carga del dispositivo a lo largo del cable NAC puede indicar que son posibles tramos de cable más largos. Para iniciar debemos tener en cuenta la siguiente información:

2.10.1 Valores de Equipos y cables

- El voltaje de operación mínimo requerido para los equipos.
- La corriente de funcionamiento máxima consumida por cada aparato
- La resistencia por unidad de longitud del uso del cable (Ω/ft).

Esta información se encuentra en las hojas de instalación del dispositivo y en la hoja de especificaciones del cable.

2.10.2 Valores de la fuente de alimentación

Algunos valores operativos fijos para la fuente de alimentación del sistema de control son:

- Fuente de voltaje = 20.4 V
- Factor de carga para panel FX1000= 0.24 V/A
- Tipo de potencia = FWR
- La tensión de origen es el funcionamiento teórico de la fuente de alimentación y se calcula como el 85% de los 24 voltios.

El factor de carga es una medida de cómo reacciona el voltaje de la fuente de alimentación cuando se aplica una carga, este factor determina la caída de voltaje por amperio de corriente consumida por la carga. El tipo de energía suministrada a los terminales de los NAC a un voltaje mínimo.

El consumo actual de dispositivos de notificación puede variar sustancialmente con el tipo de energía suministrado: rectificado de onda completa (VFWR) o DC regulado y filtrado (R&F). Es importante conocer el tipo de potencia a un voltaje terminal mínimo.

Se debe calcular los siguientes valores relacionados con la fuente de alimentación y con la corriente del circuito NAC.

- Voltaje mínimo
- Caída de voltaje

El voltaje mínimo es el voltaje más bajo medido en los terminales del NAC cuando la fuente de alimentación está por debajo de la carga máxima para ese circuito, es decir, para los aparatos que componen el NAC.

La caída de voltaje es la diferencia entre el voltaje mínimo y 18.4 V

2.11 Ecuación para cálculo de voltaje y corriente de operación del sistema

Los dispositivos de notificación regulados tienen un rango de funcionamiento según la hoja técnica del dispositivo del fabricante de 16 V a 33 V. Utilizamos 16 V como voltaje mínimo de operación del dispositivo de notificación regulada.

El requerimiento de corriente total para los aparatos es la suma de la corriente máxima individual multiplicada por el número de aparatos cuando se usa energía FWR. Se utiliza la corriente máxima para el aparato en el rango de 16 V a 33 V.

Si todos los aparatos consumen la misma corriente máxima, la corriente total es la corriente máxima multiplicada por el número de aparatos. Si diferentes tipos de aparatos tienen una corriente máxima diferente, la corriente total es la suma de la corriente máxima para cada tipo de aparato multiplicada por el número de aparatos de ese tipo.

2.11.1 Resistencia del cable

Al realizar estos cálculos, se debe consultar siempre la documentación del proveedor de cable real y se emplea el Ω/ft . o (Ω/m) real para el cable que se está utilizando.

2.12 Cálculos para longitud del cable.

2.12.1 Calculo de consumo de corriente total para dispositivos NAC

Se calcula la corriente total ($ltot$) como la suma de las corrientes máximas de funcionamiento de todos los dispositivos de notificación.

$$ltot = \sum la \quad (2.1)$$

Donde

$$\sum la = \text{suma de todo} \quad (2.2)$$

$$la = \text{maxima corriente aplicada} \quad (2.3)$$

Según la hoja técnica de instalación del dispositivo de notificación para la , se utiliza la corriente de funcionamiento máxima especificada para la potencia FWR.

2.12.2 Calculo del voltaje mínimo (Vm).

$$Vm = Vs - (ltot \times k) \text{ donde:} \quad (2.4)$$

$$Vs = \text{Fuente de Voltage}$$

$$ltot = \text{Corriente total (desde arriba)}$$

$$k = \text{Factor de carga}$$

FX 1000 Pane = Para una fuente de poder, Vs es 20.4 V y K es 0.24 V/A

2.12.3 Calculo de caída de voltaje permitido en un circuito NAC para dispositivos de notificación.

Se calcula la caída de voltaje permitida (Vd) entre la fuente de alimentación y los dispositivos.

$$Vd = Vm - Va \text{ donde:} \quad (2.5)$$

$$Vm = \text{Voltage minimo(Desde arriba)}$$

$$Va = \text{Voltage minimo aplicado}$$

Para aplicaciones de notificación reguladas, V_a es 16 V. Para aplicaciones de notificación especiales, V_a es el voltaje de funcionamiento más bajo especificado en la ficha de instalación del dispositivo.

2.12.4 Resistencia máxima (R_{max}) para el cable

Calculo de la resistencia máxima (R_{max}) para el cable.

$$R_{max} = V_d / I_{tot} \text{ donde:} \quad (2.6)$$

V_d = Caída de Voltage

I_{tot} = Corriente total

Se calcula la distancia máxima del cable (L_c), basado en la resistencia máxima permitida, la resistencia del cable y el número de alambres en el cable (dos).

$$L_c = \frac{(R_{max}/R_w)}{2} \text{ donde:} \quad (2.7)$$

R_{max} = Maxima resistencia

R_w = Factor de resistencia del cable

2.13 Diseño tipo para dispositivos (NACS) circuitos de notificación edificio Santa Mónica.

Usando aplicaciones de notificación reguladas, se asume la máxima corriente de operación para cada aplicación es 100 mA para FWP, y se conectaran 20 dispositivos de notificación en el NAC. El cable es 14 AGW de diámetro con un factor de resistencia según las especificaciones del cable es de 0.005 Ω / ft.

▪ Corriente total I_{tot}

$$\begin{aligned} I_{tot} &= \sum I_a \\ &= 20 \times 0.1 A \\ &= 2 A \end{aligned} \quad (2.8)$$

▪ Voltaje mínimo V_m

$$\begin{aligned} V_m &= V_r - (I_{tot} \times K) \\ &= 20.4 V - (2 A \times 0.20 V/A) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 20.4 V - 0.40 V \\ &= 20 V \end{aligned} \tag{2.9}$$

- **Caída de voltaje permitida Vd**

$$\begin{aligned} Vd &= Vm - Va \\ &= 20 V - 16 V \\ &= 4 V \end{aligned} \tag{2.10}$$

- **Resistencia máxima para el cable $Rmax$**

$$\begin{aligned} Rmax &= Vd / Itot \\ &= 4.0 V / 2.0 A \\ &= 2.0 \Omega \end{aligned} \tag{2.11}$$

- **Distancia Máxima del cable Lc**

$$\begin{aligned} lc &= \frac{(Rmax / Rw)}{2} \\ &= \frac{2.0 \Omega / 0.005 \frac{\Omega}{ft}}{2} \\ &= \frac{(400 ft)}{2} \\ &= 200 ft \end{aligned} \tag{2.12}$$

Por lo tanto, la longitud máxima del cable para este NAC sería de 200 pies (redondeando hacia abajo por seguridad).

2.13.1 Hoja de cálculo de caída de voltaje del dispositivo de notificación.

Se emplea la siguiente hoja de trabajo de cálculo de caída de voltaje de los dispositivos de notificación para calcular la caída de voltaje de un circuito NAC sobre la distancia del cable. El panel de control FX1000 dispone de 4 salidas para conexión de circuitos de notificación NAC, por lo tanto, se deben analizar las caídas de tensión en cada NAC según la cantidad de dispositivos de notificación conectados a cada circuito. Para este caso específico se conecta 20 dispositivos G4AVRF-SP-1 de notificación en cada salida del NAC.

Tabla 2-15 Hoja de cálculo de caídas de voltaje para circuito NAC 1.

NAC 1 Calculo de caída de voltaje					
Longitud del circuito	Corriente total del circuito [2]	Resistencia del cable para 1000 ft [1] = 0.005 Ω/ft * 1000	Caída de Voltaje		
200 ft.	× 2A	× 5 Ω	÷ 1000 =	2 V	
Voltaje del panel	Caída de Voltaje	Voltaje de fin de Línea	Caída de Voltaje	Voltaje del Panel	% de Caída de Voltaje
19.8 V	- 2 V =	17.8	2 V ÷	19.8 V =	10%

Tabla 2-16 Hoja de cálculo de caídas de voltaje para circuito NAC 2.

NAC 2 Calculo de caída de voltaje					
Longitud del circuito	Corriente total del circuito [2]	Resistencia del cable para 1000 ft [1] = 0.005 Ω/ft * 1000	Caída de Voltaje		
200 ft.	× 2A	× 5 Ω	÷ 1000 =	2 V	

2.14 Diseño tipo para cálculo de longitud máxima de cable para lazos de dispositivos direccionables.

La longitud máxima del cable se compone de dos componentes: la cantidad total de cable y la ruta más larga del circuito.

2.14.1 Cable Total

Para calcular la cantidad total de cable que se puede usar para construir un bucle de dispositivos direccionables para un lazo, la cantidad total de cable se basa en la capacidad nominal por pie del fabricante del cable. En ningún caso la cantidad total de cable excederá los valores enumerados en tabla 2-17.

$$\begin{array}{rcl}
 & & 500,000 \text{ pF} \\
 \text{Capacitancia del cable} & \div & 22.8 \text{ pF/ft} \\
 \text{Cable total} & & 21929 \text{ ft} \\
 & & 6683 \text{ m} \qquad (2.13)
 \end{array}$$

Tabla 2-17 Longitud máxima de cable para el lazo

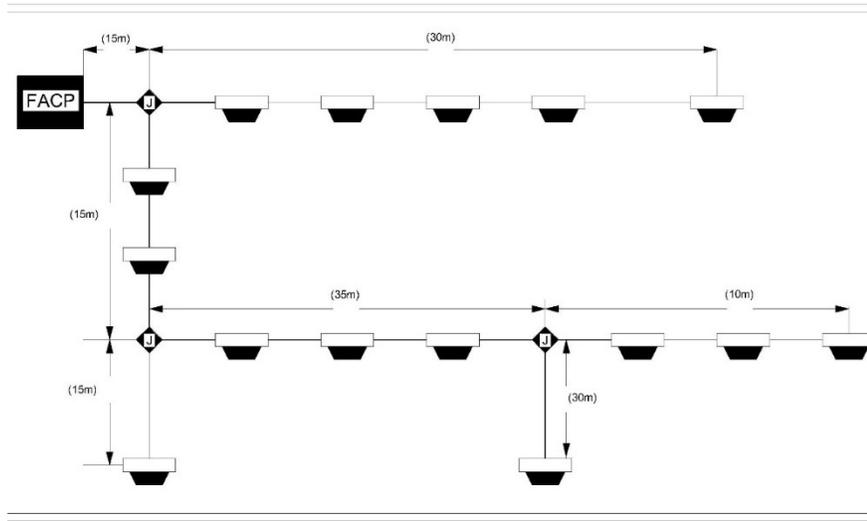
Tipo de cable	18 AWAG ó 0.75	16 AWAG ó 0.75	14 AWAG ó 0.75
	mm ²	mm ²	mm ²
Par trenzado, no blindado	20000 ft	13888 ft	13157 ft
23,36,38 pF	(6096 m)	(4233 m)	(4010 m)
Par trenzado, blindado	8621 ft	6098 ft	5952 ft
58,82,84 pF	(2628 m)	(1859 m)	(181417 cm)
Par no trenzado, blindado	20000 ft	20000 ft	20000 ft
58,82,84 pF	(6096 m)	(6096 m)	(6096 m)

2.14.2 Ruta más largo

Las tablas siguientes se emplean para determinar la ruta más larga del bucle de dispositivos del sistema. La ruta más larga del circuito se basa en el tamaño y tipo de cable y en la cantidad de detectores instalados en el lazo.

En la siguiente figura, se muestra la ruta del circuito más larga para uno de los lazos implementados en el sistema (mostrada en líneas en negrita) es de 378 m (1240 pies). La cantidad total de cable que comprende el bucle es de 500 m (1,640 pies).

Figura 2-15 Diagrama de distancias de dispositivos direccionables edificio Santa Mónica.



Fuente Autor

Tabla 2-18 Blindado trenzado y blindado no trenzado (blindado distribuido uniformemente).

Número de detectores	Numero de Módulos (1 o 2 canales)	Distancia máxima permitida del cable utilizando pares de cables trenzados blindados y no trenzados blindados (blindados distribuidos uniformemente)					
		18 AWG		16 AWG		14 AWG	
		ft.	m.	ft.	m.	ft.	m.
1 a 25	0 a 75	5172	1577	6098	1859	5952	1815
26 a 50	0 a 75	5172	1577	6098	1859	5952	1815
51 a 75	0 a 75	5172	1577	6098	1859	5952	1815
76 a 100	0 a 75	5172	1577	6098	1859	5952	1815
101 a 125	0 a 75	5172	1577	6098	1859	5952	1815

2.15 Calculo de Baterías para el Panel de Control FX1000

Teniendo en cuenta el manual técnico el panel de control KIDDE FX1000, para establecer la capacidad de Amperios mínima de refuerzo tanto en modo normal como en modo de alarma, usamos la siguiente hoja de cálculo [19] :

Tabla 2-19 Hoja de cálculo de baterías del paneles de control FX1000

Modulo	Stand by Corriente (mA)	Alarma Corriente (mA)
Panel de control (Use información tabla 2.8)	460	655
Fuente de poder de humo auxiliar		
NAC 1 (tabla especificaciones técnicas dispositivos notificación)	330	390
NAC 2 (tabla especificaciones técnicas dispositivos notificación)	330	390
NAC 3		
NAC 4		
Corriente total	1120	1435
Tiempo requerido Operación	× 2 h	× 2 h
		2870 mA/h
	2240 mA/h	+ 2870 mA/h = 5110 mA/h
Factor de aumento de Carga debido a perdidas.		× 1.2
		6132 mA
		÷ 1,000
Batería Requerida		6.2 A

Las hojas de instalación de cada dispositivo de notificación incluyen los requisitos de corriente de funcionamiento. Se requiere de una batería de 6.2 A para un respaldo de energía de 2 horas tanto en modo normal como en modo de alarma. El sistema tiene un consumo más alto en modo de alarma, debido a que debe suministrar adicional a dispositivos de notificación y a los módulos de comunicación.

Los cálculos realizados se emplean para el funcionamiento del sistema en condiciones normales a temperatura ambiente, establecidos por el fabricante.

En la figura 2-16 se muestra la evidencia del sistema interrumpido de energía y las condiciones de falla del panel de control cuando se usan las baterías de respaldo.

Figura 2-16 Evidencia de sistema interrumpido de energía.



Fuente Autor

Los valores que aparecen en blanco en las tablas de diseño hacen referencia a los circuitos que no se conectan al panel de control y por lo tanto no generan consumos de corriente en el sistema.

2.15.1 Corriente de Carga de panel de control FX100

Para un óptimo funcionamiento del sistema de detección de incendios, el panel de control FX 1000 debe mantener los niveles de corriente de carga para suministrar a cada una de

las tarjetas o módulos interconectados a la tarjeta principal. A continuación, se especifica el valor de corriente total que debe proveer la batería según el consumo de cada tarjeta.

Tabla 2-20 Hoja de cálculo de corriente de carga el panel de control FX1000

DISPOSITIVO	QTY	STAND BY CORRIENTE (mA)	ALARMA CORRIENTE (mA)	QTY * STANDBY CORRIENTE (mA)	QTY * ALARMA CORRIENTE (mA)
Panel de control	1	172	267	172	267
Primer Lazo en 1° tarjeta SLC (Lazo cargado)	1	55	80	55	80
Segundo Lazo en 1° tarjeta SLC(Lazocargado)	1	45	70	45	70
Primer Lazo en 2° tarjeta SLC(Lazo cargado)	1	55	80	55	80
Segundo Lazo en 2° tarjeta SLC(Lazo cargado)	1	45	70	45	70
Tarjeta SA-CLA Clase A	0	3	60		
Tarjeta SA-232	1	13	13	13	13
Módulo SA-DACT Marcación	1	41	41	41	41
Tarjeta de red SA-ETH	1	34	34	34	34
Total (mA)				460	655
Transferir totales a la hoja de cálculo de la batería					

2.16 Planos de zonas de detección

Según la norma NFPA72 en el capítulo 7, sección 7.2 “documentación requerida”, el cual hace referencia a la disposición de los planos de plantas en los que se muestren la ubicación de todos los dispositivos, equipos de control y equipos de estación de

supervisión, es requisito indispensable realizar los planos de distribución de los dispositivos electrónicos que conforman el sistema de detección de incendios en cada uno de los pisos de áreas del edificio Santa Mónica. Los planos deben incluir esquemas gráficos claros donde estén identificados elementos como gabinetes de piso, red de dispersión entre pisos, canalización redistribución, canalización interna de usuario, cajas de terminación de red y cajas de paso para fijación de dispositivos.

En la sección de anexos de este documento se incluyen los planos de cada una de las plantas del edificio Santa Mónica, los cuales se encuentran referenciados a continuación

- Anexo D: Plano de distribución de dispositivos y líneas de comunicación Sótano Edificio Santa Mónica.
- Anexo E: Plano de distribución de dispositivos y líneas de comunicación primer piso Edificio Santa Mónica.
- Anexo F: Plano de distribución de dispositivos y líneas de comunicación Segundo a Octavo piso Edificio Santa Mónica.
- Anexo G: Plano de distribución de dispositivos y líneas de comunicación Noveno piso Edificio Santa Mónica.
- Anexo H: Plano de distribución de dispositivos y líneas de comunicación Décimo piso Edificio Santa Mónica.

3. Implementación del sistema

3.1 Instalación de ductería, gabinetes de control y cajas de comunicaciones.

Los ductos de comunicación que conducen los medios de transmisión del sistema de detección de incendios hasta el cuarto de control, fue realizado por el equipo de técnicos electricistas de la obra quienes bajo la supervisión del estudiante de X semestre de ingeniera electrónica se cerciora de la correcta instalación y de este modo se garantiza que la instalación quede de acuerdo al diseño de los planos de comunicaciones para los dispositivos que componen el sistema en cada uno de los pisos.

3.2 Instalación de cableado para conexión de dispositivos.

EL siguiente paso después realizar el proceso de instalación de ductería, mampostería, estuco y pintura de las áreas del edificio, es el de realizar el proceso de cableado para cada uno de los dispositivos del sistema. Este trabajo se realiza empleando sondas metálicas que permiten guiar el cable en cada uno de los tramos del cableado, realizar la rotulación con el nombre de la zona a la que corresponde cada dispositivo. En la figura 3-1 se muestra el proceso realizado para el cableado de los dispositivos en cada una de las áreas del edificio Santa Mónica.

Figura 3-1 Proceso de cableado del sistema de detección de incendio con cable rojo.



Fuente: Autor

3.3 Montaje de panel de control

La implementación del panel de control FX 1000 inicia con la instalación del gabinete de conexiones realizando su incrustación en el lugar definido para su instalación, en este caso el cuarto de control del primer piso del edificio, hasta este punto debe llegar el cableado de los dispositivos direccionables, estaciones manuales y operadores remotos. En la figura 3-2 se observa la instalación del gabinete del panel con su tarjeta de control.

Figura 3-2 Incrustación de Panel de control FX 1000 .



Fuente: Autor

3.4 Conexión del panel de control FX 1000

3.4.1 Cable de alimentación AC

El módulo de alimentación AC del panel de control FX 1000 que permite conectar el cableado de alimentación AC al terminal de entrada de potencia se muestra en la figura 3-3 y su respectivo diagrama de conexión.

Figura 3-3 Conector del módulo de alimentación del panel FX 1000 con su porta fusible.



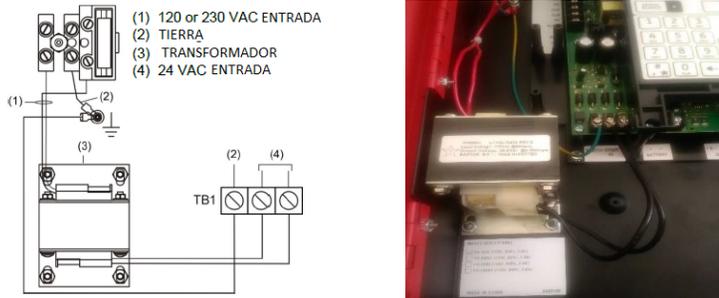
Fuente Autor

El circuito principal de alimentación del panel de control FX 1000 maneja un fusible independiente para la red de alimentación de incendio que viene de la caja de distribución eléctrica principal del edificio, y es exclusivo para el panel de incendio, cuenta con protección eléctrica correspondiente antes de llegar al panel de control.

3.4.2 Transformador de entrada

Los circuitos de datos, señales o comunicaciones manejan niveles de entrada de bajo voltaje y son de potencia limitada, los cuales trabajan a niveles de voltaje inferiores al proporcionado por los circuitos primario y secundario. Para reducir el voltaje la energía que pasa a través de un transformador como se muestra en la figura 3-4.

Figura 3-4 Diagrama de conexión del transformador del panel de control.

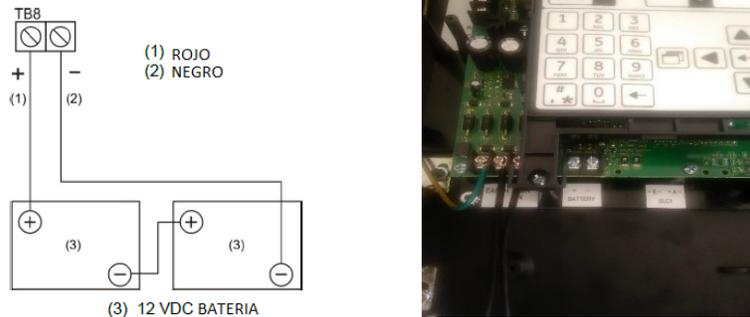


Fuente: Manual de referencia técnica FX 1000 [20].

3.4.3 Cableado de las baterías de reserva

El panel de control tiene un circuito de baterías el cual funciona como fuente de energía de reserva para el panel, en la figura 3-5 se muestra el diagrama de conexiones que se realizó. El panel de control es capaz de cargar hasta 2 baterías de plomo, ácido, libre de mantenimiento recargable de 12VDC y 26 A.

Figura 3-5 Diagrama de conexión y cableado de baterías.



Fuente: Manual de referencia técnica FX 1000 [20].

3.4.4 Cableado de circuitos de dispositivos de notificación.

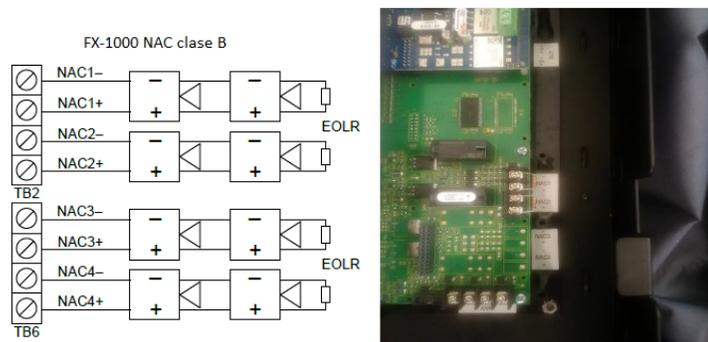
El panel de control FX 1000 cuenta con 4 circuitos de notificación NAC y a cada circuito se realiza su correspondiente configuración según el requerimiento de la matriz de causa y

efecto de los detectores, las zonas y los grupos asignados a los dispositivos. En el grafico 3-6 se muestra el diagrama de conexión del circuito NAC clase B que se empleó en la conexión de los dispositivos de notificación del edificio Santa Mónica y en la tabla 2-1 se encuentran las especificaciones técnicas de los circuitos NACs para el panel FX 1000.

Tabla 3-1 Tabla Características de los circuitos de notificaciones NAC 1 / 4

Característica	Especificación
Circuito	Clase A ó Clase B
Voltaje del circuito	24 VFWR, regulado
Corriente del circuito	6.0A Total, 2.5 A máx. por circuito. A 120/230 VAC 60 Hz por voltaje de entrada. 5.0A Total, 2.5 A máx. por circuito. A 120/230 VAC 50 Hz por voltaje de entrada.
Resistencia máx.	26 Ω TOTAL
Capacidad máx.	0.35 μF
EOLR	15 KΩ, ½ W.
Sincronización	Sincronización para cableado Clase A o Clase B

Figura 3-6 Diagrama de conexión para circuitos NACs 1/4.



Fuente: Manual de referencia técnica FX 1000 [20].

3.4.5 Dispositivos direccionables de Lazo

El panel Fx1000 incorpora circuitos para conexión de dispositivos direccionables tales como detectores y módulos, con capacidad de hasta 250 dispositivos distribuidos en (150

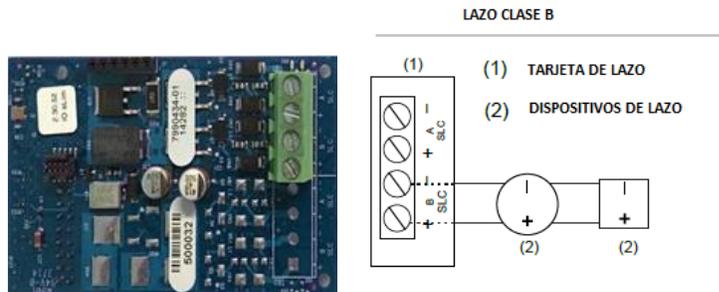
detectores y 125 módulos). Las tarjetas de lazo están encargadas de suministrar y mantener constante el voltaje de alimentación a los detectores direccionables en rangos de 20.6 Voltios pico a pico.

En la figura 3-9 se muestra el módulo de lazo direccionable de la tarjeta y la forma como se debe realizar la conexión, de la misma forma en la tabla 3-2 se relaciona la asignación de direcciones según el grupo al que pertenece:

Tabla 3-2 Disponibilidad de direcciones para tipo de dispositivo.

Tipos de dispositivo	Direcciones disponibles
Detectores	Direcciones desde 001 hasta 150
Módulos	Direcciones desde 201 hasta 325

Figura 3-7 Tarjetas de Lazo y diagrama de conexión.

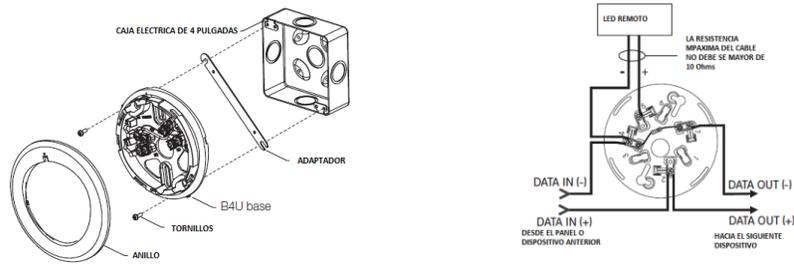


Fuente: Manual de referencia técnica FX 1000 [20].

3.5 Montaje de detectores de iniciación

Los dispositivos de iniciación se instalan en el techo de cada una de las áreas de cobertura asegurando la base de instalación con tornillos de fijación a las cajas 5800 metálicas que previamente se han incrustado en el techo; la base donde se dirigen todas las conexiones de lazo desde el panel de control hacia cada sensor corresponde a la base KI-SB y es la misma para cada tipo de detector tanto FX-PD, FX-HD, FXPHD. En la figura 3-8 nos muestra el diagrama de instalación y conexión para un sensor de humo o térmico de techo.

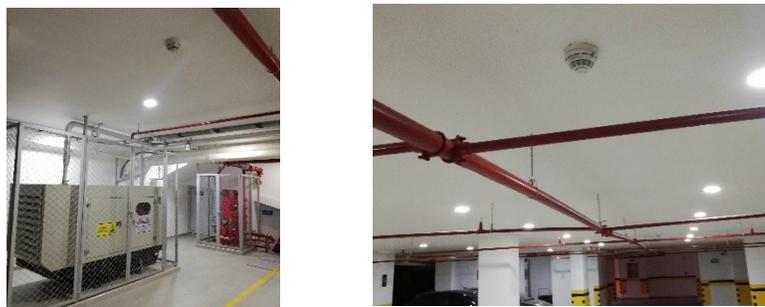
Figura 3-8 Diagrama de instalación mecánica y eléctrica del KI-SB.



Fuente: Manual de referencia técnica FX 1000 [20].

En la figura 3-9, se muestra la implementación del detector térmico instalado en las áreas de planta eléctrica, cuarto de bombas y parqueaderos del edificio Santa Mónica.

Figura 3-9 Sensor Térmico instalado en subestación, planta eléctrica, cuarto de bombas y parqueaderos.



Fuente: Autor

Según las áreas de distribución del plano diseñado para el proyecto se muestran en la figura 3-10 los detectores de humo fotoeléctrico instalados en el cuarto de control y áreas comunes del edificio Santa Mónica.

Figura 3-10 Sensor fotoeléctrico de humo instalado en cuarto de control, pasillos y áreas comunes.



Fuente: Autor

En la figura 3-11, se muestra la instalación del detector de humo instalado en las áreas sociales de los apartamentos del edificio Santa Mónica.

Figura 3-11 Sensor fotoeléctrico de humo instalado en pasillos y áreas comunes.

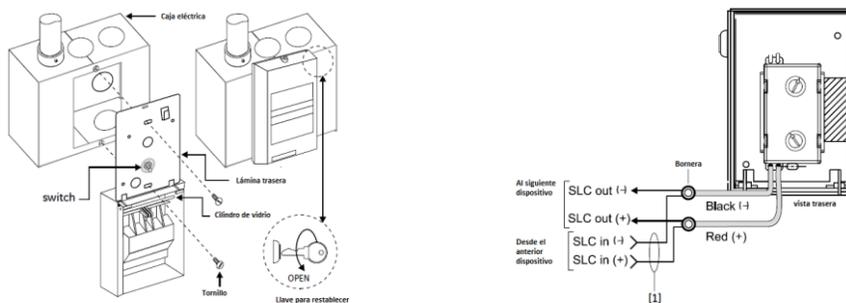


Fuente: Auto

3.6 Montaje de Estaciones manuales.

Las estaciones de notificación manual se instalan en la pared teniendo en cuenta la normatividad en cuanto a altura y distanciamiento entre ellas previamente supervisado para la incrustación de las cajas 5800 metálicas en cada una de las áreas de cobertura, asegurando la base de instalación con tornillos de fijación a las cajas en la pared de cada piso. En la figura 3-12 se muestra el diagrama de instalación mecánica y eléctrica empleado en la conexión de la estación manual, y en la figura 3-13 se muestra la terminación final en las áreas del edificio.

Figura 3-12 Diagrama de instalación mecánica y eléctrica de la estación manual FX-278.



Fuente: Manual de referencia técnica FX 1000 [20].

Figura 3-13 Estación manual instalado en área.

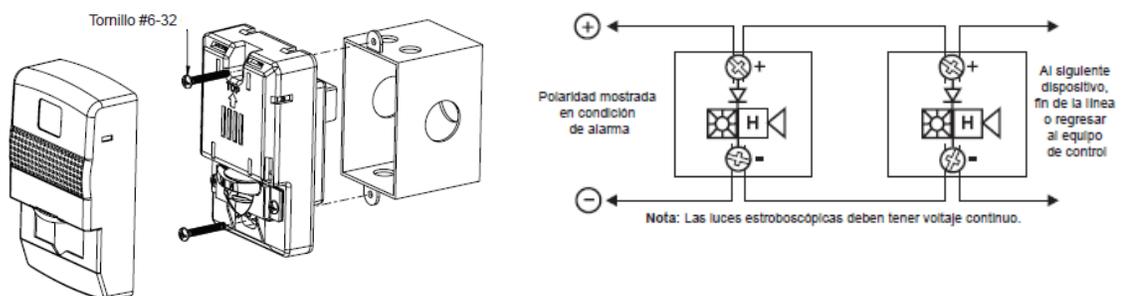


Fuente: Autor

3.7 Montaje de dispositivos de Notificación G4AVRF-SP1

Los dispositivos de notificación audible se instalan en la pared teniendo en cuenta la normatividad en cuanto a altura y distanciamiento entre ellos previamente supervisado para la incrustación de las cajas 5800 metálicas en cada una de las áreas de cobertura, asegurando la base de instalación con tornillos de fijación a las cajas en la pared de cada piso. En la figura 3-14 se muestra el diagrama de instalación mecánica y eléctrica empleado en la conexión de la estación manual, y en la figura 3-14 se muestra la terminación final en áreas del edificio Santa Mónica.

Figura 3-14 Diagrama de instalación mecánica y eléctrica de dispositivos de Notificación G4AVRF-SP1



Fuente: Manual de referencia técnica FX 1000 [20].

Figura 3-15 Dispositivos de Notificación en área.

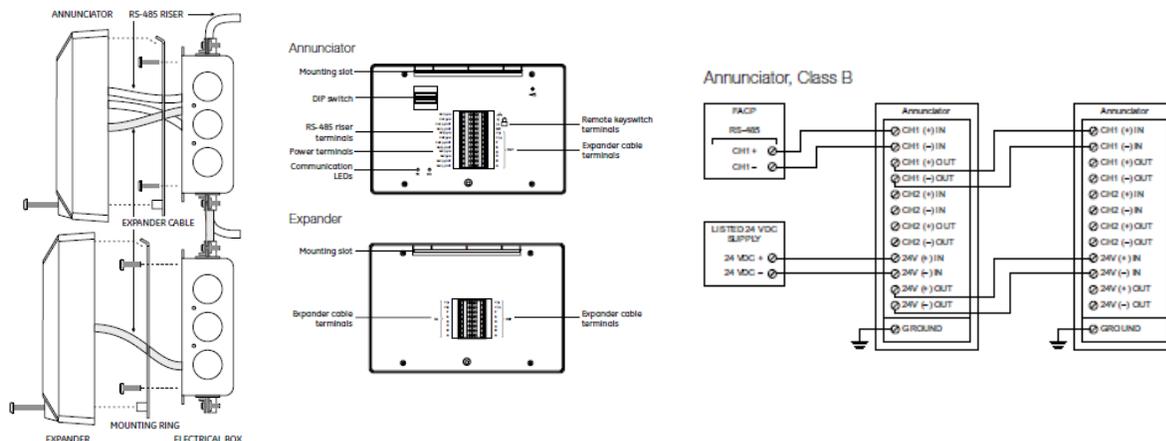


Fuente: Autor

3.8 Implementación de operadores remotos.

Los anunciadores operadores remotos se encuentran ubicados en el primer piso en la zona de recepción del edificio, este dispositivo se instala en la pared teniendo en cuenta la normatividad en cuanto a altura previamente supervisado para la incrustación de las cajas 5800 metálicas, asegurando la base de instalación con tornillos de fijación a las cajas en la pared de cada piso. En la figura 3-16 se muestra el diagrama de instalación mecánica y eléctrica empleado en la conexión del operador, y en la figura 3-17 se muestra la implementación final en área del edificio.

Figura 3-16 Diagrama de instalación mecánica y eléctrica del operador remoto [21].



Fuente <http://kiddefx.kidde.com/Home/ControlPanels>

Figura 3-17 Instalación operador remoto en área.



Fuente: Autor

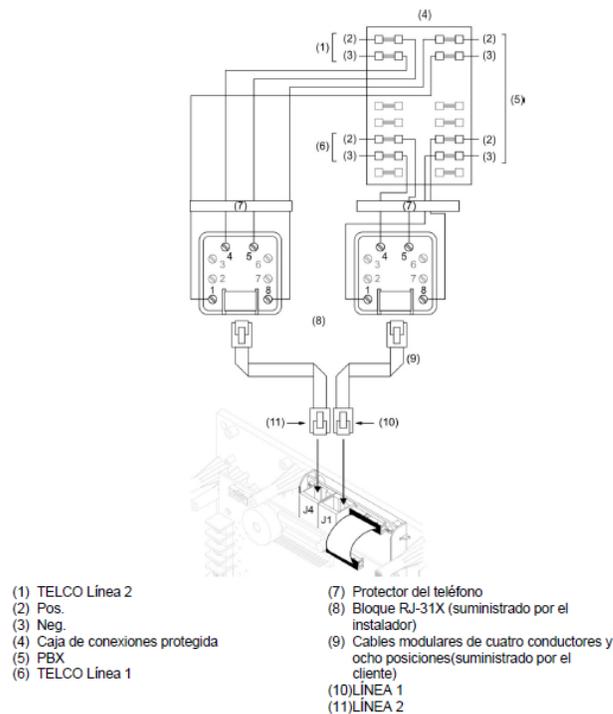
3.9 Módulos de comunicaciones del panel FX1000.

El panel de control FX1000, incorpora módulos o tarjetas encargadas de establecer la comunicación con el objetivo de transmitir eventos, realizar reportes de estado del sistema y supervisión; ya sea por medio de la línea telefónica, un enlace ethernet o a través del puerto serial RS232.

3.9.1 Cableado del módulo SA-DACT

El módulo SA-DACT se muestra en la figura 3-18 y su función es la de establecer y transmitir la comunicación entre el panel y una estación de vigilancia centralizada (CMS) como por ejemplo la Sur-Gard MLR2000 a través de un sistema de línea telefónica empleando formato de comunicación CONTACT ID. Este formato establece el envío de eventos de marcación de un código de eventos de ID establecido, el cual es decodificado por medio de un software en la central, con el fin de tomar medidas preventivas [22].

Figura 3-18 Instalación y cableado del módulo SA-DACT.



Fuente: Manual de configuración PANEL FX1000

Para conectar la línea telefónica al módulo de comunicaciones DACT del panel de control, se debe emplear un conector telefónico secundario entre la red telefónica y la tarjeta. El conector J1 recibe la línea telefónica 1 y el conector J4 recibe la línea telefónica de apoyo. El módulo SA-DACT incorpora para su instalación 2 cables modulares de 4 conductores y ocho posiciones, se debe conectar un extremo del cable a los conectores J1 y J4. El otro extremo del cable modular se conecta por medio de un conector telefónico RJ-31 ó RJ-38.

El servicio de monitoreo a los sistemas de seguridad generan un costo adicional mensual por este servicio y el edificio Santa Mónica no cuenta actualmente con una central de monitoreo que preste el servicio de apoyo al edificio, los reportes se realizan por medio de una llamada telefónica a la central de bomberos. En la sección 3.11 se muestra en detalle los pasos a seguir para la configuración del módulo de comunicaciones del panel FX1000.

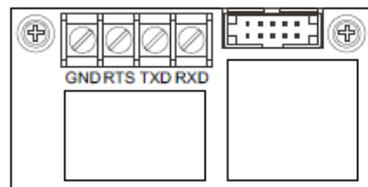
3.10 Cable SA-232

La tarjeta SA-232 permite conectar una impresora al sistema para imprimir eventos, algunas especificaciones de este circuito se muestran en la figura 3-19 y se mencionan a continuación:

3.10.1 Comunicaciones seriales.

- Longitud máxima del cable 1524 cm máx.
- Voltaje de señal 10Vdc
- Corriente de funcionamiento (modo espera /alarma): 13 mA nominal, 20 mA máx.
- Velocidad de comunicación de la impresora 9600 baudios

Figura 3-19 Terminales del cable RS-232 para conexión de impresora.

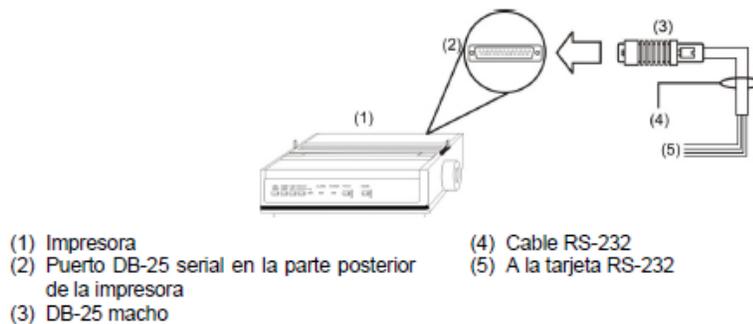


Fuente: Manual de configuración PANEL FX1000

3.10.2 Especificaciones de la impresora.

- La impresora debe estar configurada mediante programación para tener un funcionamiento adecuado.
- Algunas impresoras ya no incorporan un puerto serial y es necesario hacer uso de un convertor de USB a serial para este procedimiento como está identificado en la figura 3-20.

Figura 3-20 Conexión de impresora.

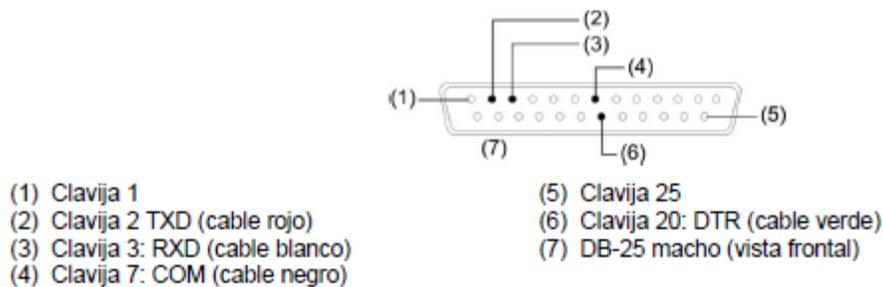


Fuente: Manual de configuración PANEL FX1000

3.10.3 Para realizar la conexión de la impresora

- Ubicar el puerto serial en la parte trasera de la impresora
- Conectar el extremo DB-25 del cable RS-232 al puerto serial de la impresora, figura 3-21.
- Conectar el otro extremo del cable a la tarjeta del panel de control.

Figura 3-21 Conexión de impresora.



Fuente: Manual de configuración PANEL FX1000

3.10.4 Cableado para descargar en PC

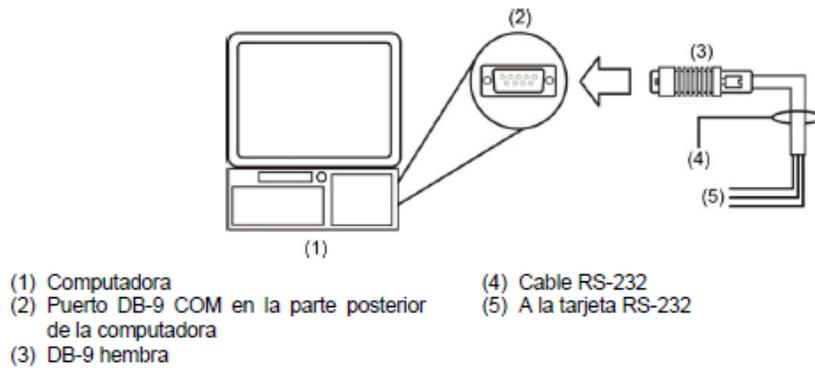
En la figura 3-22 se muestra el procedimiento para realizar la conexión a un equipo:

- Si hay una impresora conectada se debe desconectar.
- Ubicar el puerto serial (puerto COM) en la parte trasera del equipo

Nota. Es posible que sea necesario utilizar un conversor de USB a DB9, dado que la mayoría de las computadoras ya no incluyen puertos seriales.

Conecte el extremo DB-9 del cable 232 al puerto COM que se encuentra en la parte trasera del equipo como se muestra en la figura 3-23, el conector debe estar armado según las especificaciones de la tabla 3-3.

Figura 3-22 Cableado para descarga en PC.



Fuente: Manual de configuración PANEL FX1000

Figura 3-23 Identificación de clavija DB-9



Fuente Manual de configuración PANEL FX1000

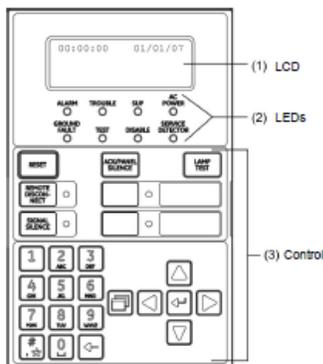
Tabla 3-3 Conexión DB-9 de la tarjeta 232 al equipo

Tarjeta SA-232	DB-9	Descripción
Tierra	COM	Cable Negro (Conexión a Tierra)
RTS	-	No se Utiliza
TXD	RXD	Cable Blanco (Comunicación)
RXD	TXD	Cable Rojo (Comunicación)

3.11 Programación de panel de control y módulos de comunicación

La programación del panel de control FX 1000 se puede realizar a través de la herramienta FX-CU y además por medio del panel frontal en su teclado LCD, como se muestra en la figura 3-24.

Figura 3-24 Teclado del panel frontal y pantalla LCD.



Fuente: Manual de referencia técnica FX 1000 [20].

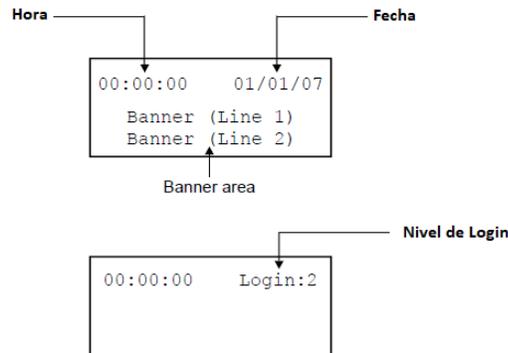
Cuando se termina el proceso de cableado e instalación de todos los dispositivos que conforman el sistema de detección de incendios, el panel de control puede trabajar en dos estados:

- Estado modo Normal
- Estado fuera de modo Normal o de (alarma)

3.11.1 Modo normal.

Se dice que el panel se encuentra en modo normal cuando no existe presencia ni visualización de una alarma, un problema en el sistema, evento de supervisión o monitoreo. El panel está en modo de supervisión y monitoreo general de todos los dispositivos de iniciación del sistema, y en la pantalla LCD del panel de control principal y de los anunciadores se muestra la hora y el letrero inicial del sistema, como se muestra en la figura 3-25.

Figura 3-25 Visualización de pantalla LCD del panel de control.



Fuente: Manual de referencia técnica FX 1000 [20].

- Hora: Muestra la actualización de la hora
- Fecha: Muestra la actualización de la fecha en formato mes / día / año.
- Inicio de sesión: Cuando haya iniciado sesión la pantalla LCD muestra "inicio de sesión:" y el nivel de contraseña en la parte superior derecha de la pantalla, alternando con la fecha y el letrero de inicio.

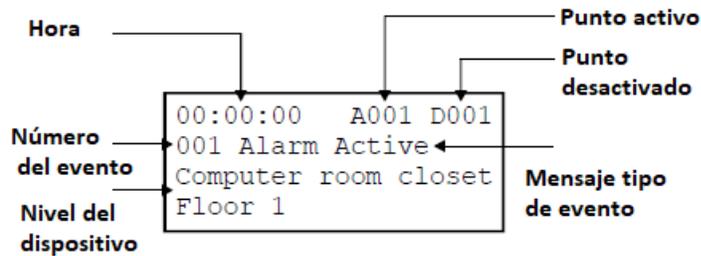
3.11.2 Modo fuera de modo normal (alarma).

Cada vez que se introduce una señal en el sistema, el panel de control muestra los siguientes eventos:

- Cambia las posiciones de contacto en los relés.
- Activa salidas de alarma, (solo para eventos de alarma).
- Enciende los Leds pertinentes y el zumbador del panel.
- Ejecuta en respuesta la salida programada de acuerdo con la entrada que causó el evento.
- Comunica información de eventos a la pantalla LCD y al anunciador remoto.
- Envía un registro del evento al anunciador remoto y al registro histórico del panel de control.
- Transmite mensajes de eventos a una estación de monitoreo central según lo programado.
- Imprime información de eventos en la impresora si hay una conectada al panel.

Cuando ocurre un evento que pone el panel en fuera de modo normal, una alarma, supervisión, monitoreo, problema, la pantalla LCD cambia para mostrar información importante sobre dicho evento como se muestra en la figura 3-26.

Figura 3-26 Pantalla LCD fuera de modo normal.



Fuente: Manual de referencia técnica FX 1000 [20].

- Hora: Muestra la hora actual
- Puntos Activos: Indica el número de puntos activos en el sistema. Incrementa y disminuye a medida que los dispositivos se activan y restauran.
- Puntos deshabilitados: Indica el número de puntos deshabilitados en el sistema.
- Número de Evento: El número de evento para el evento activo que se muestra.
- Mensaje sobre el tipo de evento: El mensaje sobre el evento que tiene lugar, ejemplo (alarma, activo, flujo de agua, problema, supervisión, monitor)
- Etiqueta del dispositivo: La etiqueta del dispositivo, ya sea la etiqueta predeterminada (loop # # device ###) o una etiqueta personalizada con hasta cuarenta caracteres.

3.11.3 Programación.

La programación del panel FX 1000 se realiza a través de los botones del panel frontal o utilizando la aplicación Configuración Utility FX-CU instalada en un PC. Existen tres tipos de programación: programación automática, programación Incremental, programación avanzada.

El método de programación automática del sistema permite realizar una programación básica del panel de control con el que se puede iniciar el proceso de supervisión general

a todo sistema. En el anexo I podemos encontrar en forma detallada la programación automática para un panel de control de incendios el cual servirá como manual de apoyo a cualquier sistema de incendios.

La programación que se realiza al panel de control FX 1000 está fundamentada en los siguientes conceptos:

- Zona: Corresponde a un área protegida en la cual existen instalados dispositivos direccionables tales como detectores y módulos, los cuales operando en conjunto se tratan como un solo evento de inicialización. De esta manera se reducen el número de mensajes de eventos procesados por el sistema; las zonas son definidas por ejemplo según el plan de evacuación.
- Grupos de correlación. Se define como un conjunto de entradas que activan un conjunto de salidas. Podemos correlacionar por ejemplo dispositivos de entrada, detectores, zonas y eventos con NACs y otros dispositivos de salida.

3.11.4 Programación automática.

La programación automática se utilizó en la implementación del proyecto para configurar el panel de control principal utilizando el panel frontal y los anunciadores remotos. El panel inicialmente detecta de forma automática todos los dispositivos direccionables que se encuentran conectados en cada uno de los lazos del sistema. La programación automática es el primer paso que se realizó el cual le seguirá una programación avanzada de acuerdo al diseño establecido.

La programación automática permite seleccionar:

- Asignación automática de zonas.
- Notificación de eventos a utilizar.
- Etiquetado manual o automático de dispositivos y zonas.
- La opción "follow" utilizada para Replay y Bases sonoras.
- Opciones de configuración de parámetros de centrales de monitoreo CMS, configuraciones de red y marcación (network y el dialer).

3.12 Software de Simulación FX-CU.

El software FX-CU es una herramienta especializada que permite realizar funciones de programación avanzada al panel de control, asignar direcciones, realizar pruebas de direccionamiento, zonas, grupos de correlación, revisar el estado de carga y monitoreo de voltaje de entrada al sistema.

Se instala en un computador y su conexión con la tarjeta principal del panel de control se realiza por medio del puerto serial RS-232, este puerto permite cargar en el software el estado actual del sistema y aplicar los cambios que se requieran. En el anexo del libro H se muestran los parámetros de simulación desarrollados en el software FX-CU.

3.13 Instrucciones de operación y recomendaciones periódicas para sistema de detección de incendio

En el anexo J se incluye el manual de operación para el personal de seguridad del edificio Santa Mónica y corresponde al instructivo de manejo y supervisión del sistema en caso emergencia.

En el anexo K se describe en detalle las recomendaciones periódicas para el correcto funcionamiento, es importante realizarlo cada tres meses después de un año de garantía y correcto funcionamiento del sistema.

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

- El proyecto realizado, abarca los parámetros de diseño de un sistema de detección de incendio para proyectos de construcción en Colombia mixtos, tanto comerciales como residenciales y alcanza los estándares para la certificación requeridos por la norma NFPA-72.
- Es importante realizar a las constructoras de proyectos de vivienda un estricto seguimiento en el cumplimiento de las normas NFPA-72 y NSR-10 con el fin de minimizar los riesgos a los que se exponen los usuarios.
- Aunque existe un código nacional de incendio y señalización NFPA-72 en Colombia que establece los parámetros de diseño, instalación, funcionalidad y mantenimiento de los sistemas de detección de incendio, aún no está definido un ente de supervisión de la norma, lo cual dificulta que se exija el cumplimiento a todos los proyectos de vivienda.
- Para un adecuado análisis de las variables que intervienen en la estabilidad de un sistema de detección de incendios, es importante analizar detenidamente los factores de riesgo en el comportamiento de la matriz de causa y efecto, identificando las posibles fuentes de conflagración en cada una de las áreas cobertura y siguiendo las recomendaciones de la norma NFPA 72.
- Para una adecuada selección de los dispositivos que conforman la arquitectura de un sistema de detección de incendios es indispensable que cuenten con la aprobación y certificación de la UL (Reglamento encargado de certificar la seguridad de un equipo para operar en condiciones normales), determinar el entorno de trabajo de cada dispositivo, adoptar la normativa vigente del sistema a implementar en cada país.

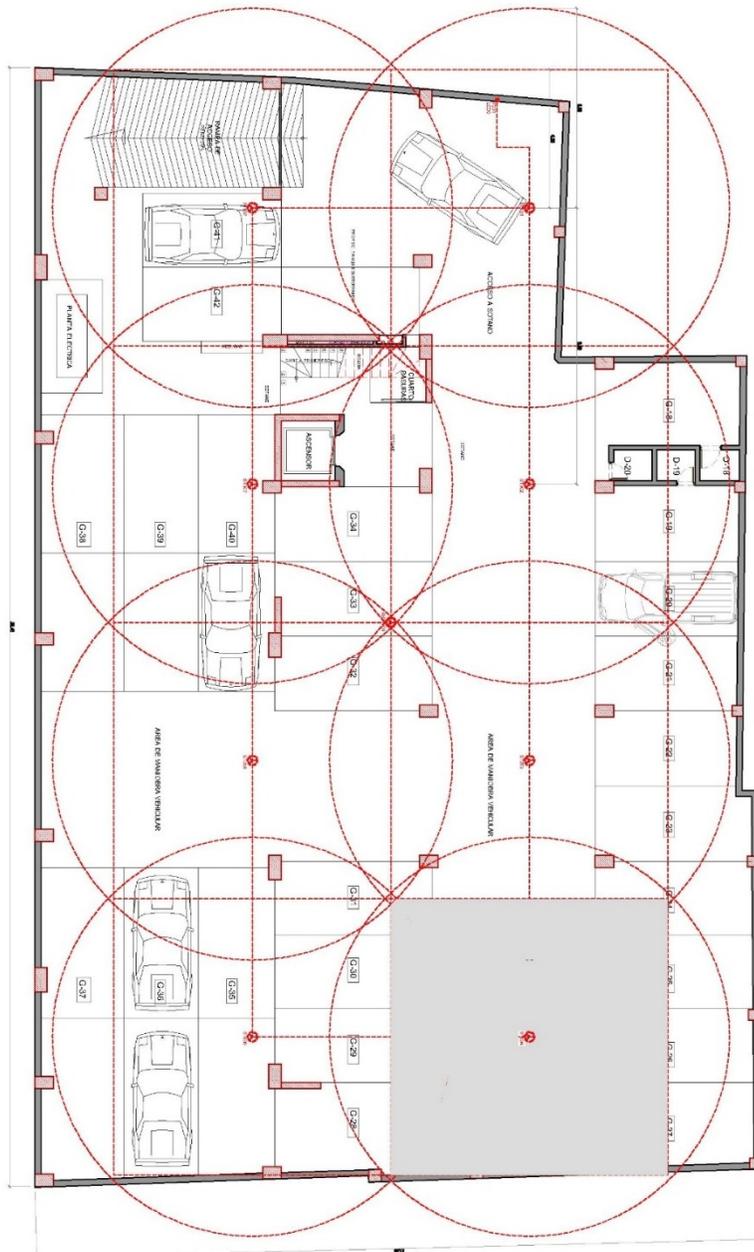
- Los costos de inversión en equipos tecnológicos para el sistema de detección de incendios que se realizó en el edificio Santa Mónica tiene un valor aproximado de \$16'000,000, este valor no incluye los costos de ingeniería del proyecto. Los costos de ingeniería se calculan en un 30% del valor de los equipos necesarios para su implementación.

4.2 Recomendaciones

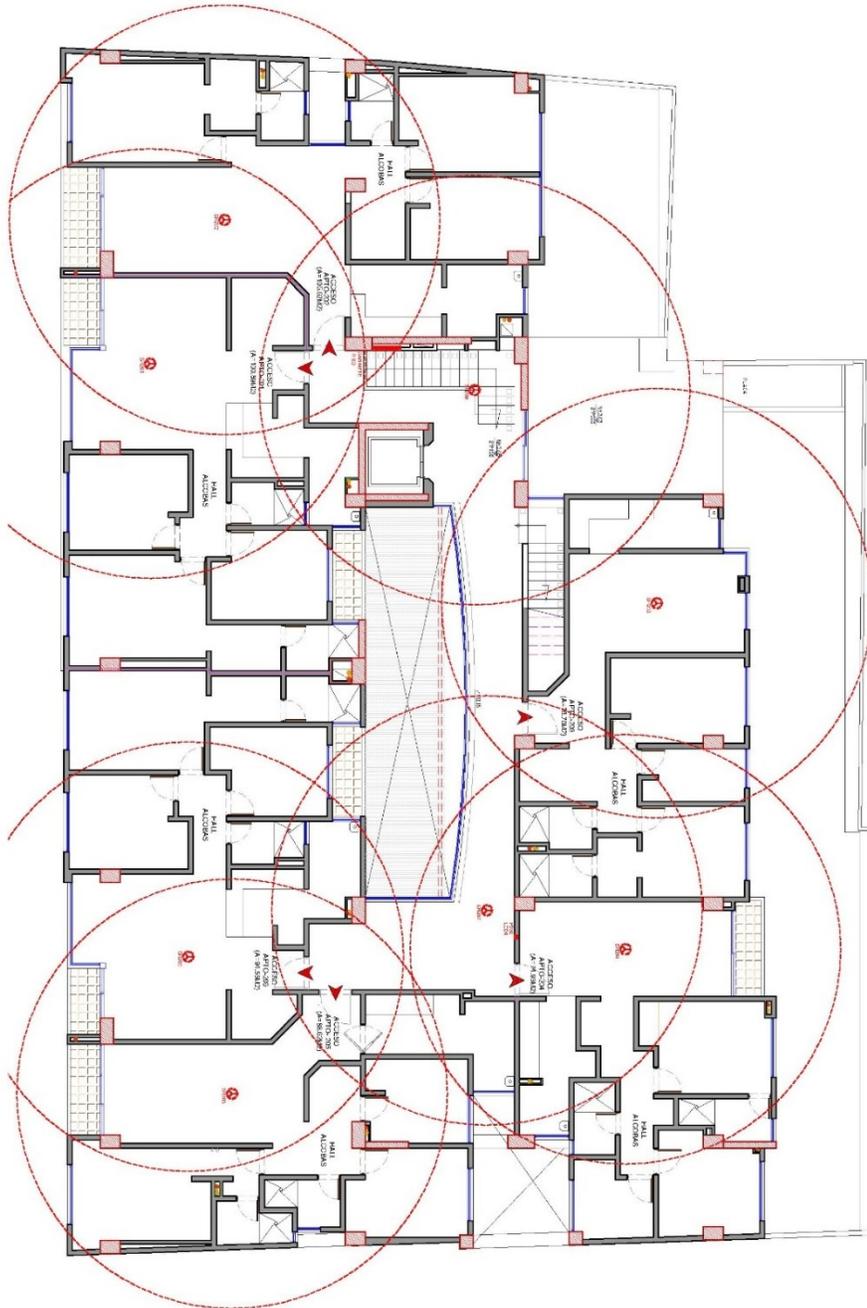
- Toda edificación debe cumplir con los requisitos mínimos de protección, con el fin de reducir el riesgo de incendios, evitar la propagación del fuego, facilitar las tareas de evacuación de los ocupantes, así como minimizar los riesgos de colapso de la estructura durante las labores de evacuación y extinción.
- Es importante realizar pruebas periódicas de funcionamiento al sistema de incendio en el operador remoto, de esta forma es posible identificar y minimizar las posibles fallas que pueda tener el sistema en caso de una eventual causa de conflagración de incendio en el edificio.
- El comando Recalibrar restablece la competencia ambiental y el nivel de suciedad del detector. Se puede usar este comando después de la limpieza para ver de inmediato si el dispositivo se limpió correctamente. Permitir que el panel reconozca el dispositivo que se ha limpiado y recalibrarlo automáticamente lleva mucho más tiempo.
- EL proceso de certificación de un sistema de detección de incendio debe ser supervisado y firmado empleando la documentación que incorpora la norma NFPA 72 en el capítulo de documentación donde se encuentran los formatos por el cual se debe regir el profesional en ingeniería electrónica o de comunicaciones que se acredite con certificación vigente del RITEL y de la NFPA.

Anexo.

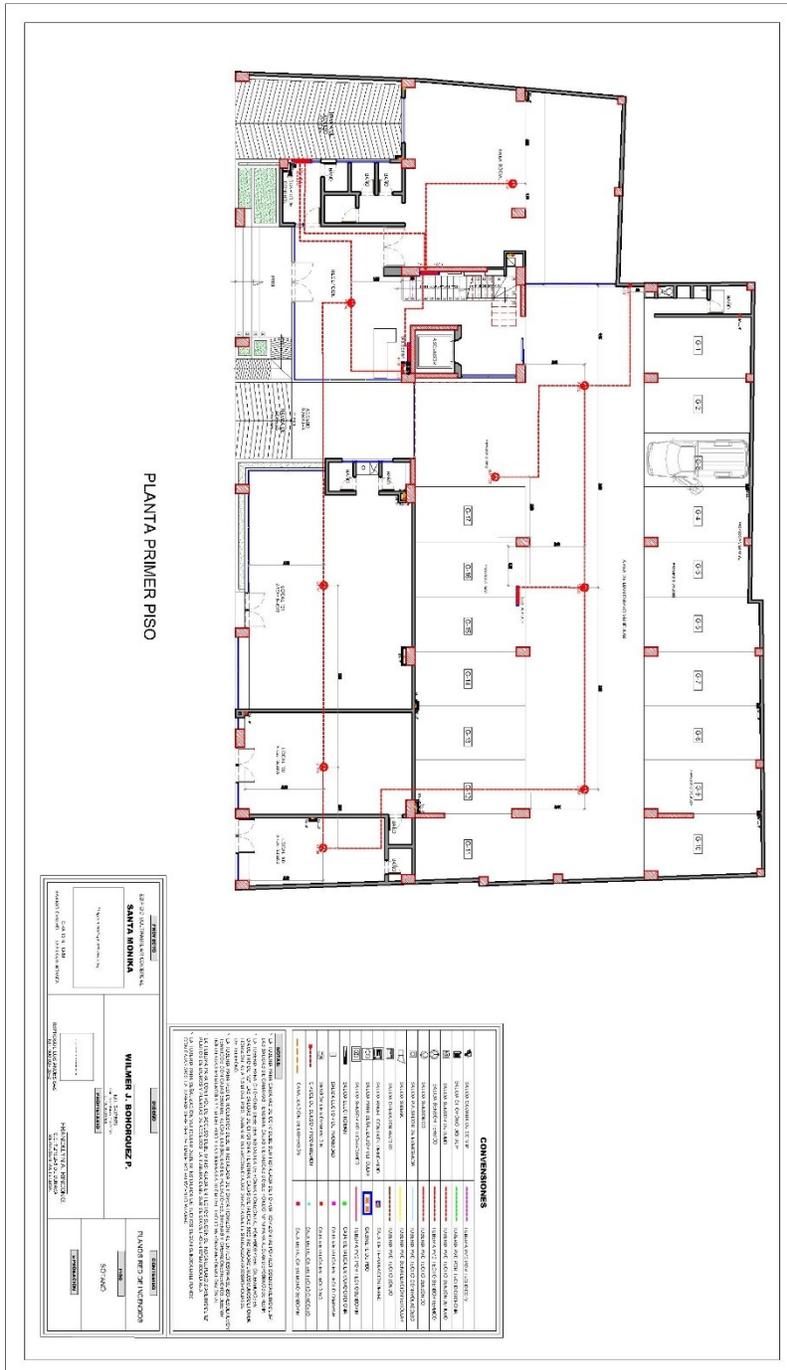
A. Anexo: Áreas de cobertura sensores Térmicos para el Sótano Edificio Santa Mónica.



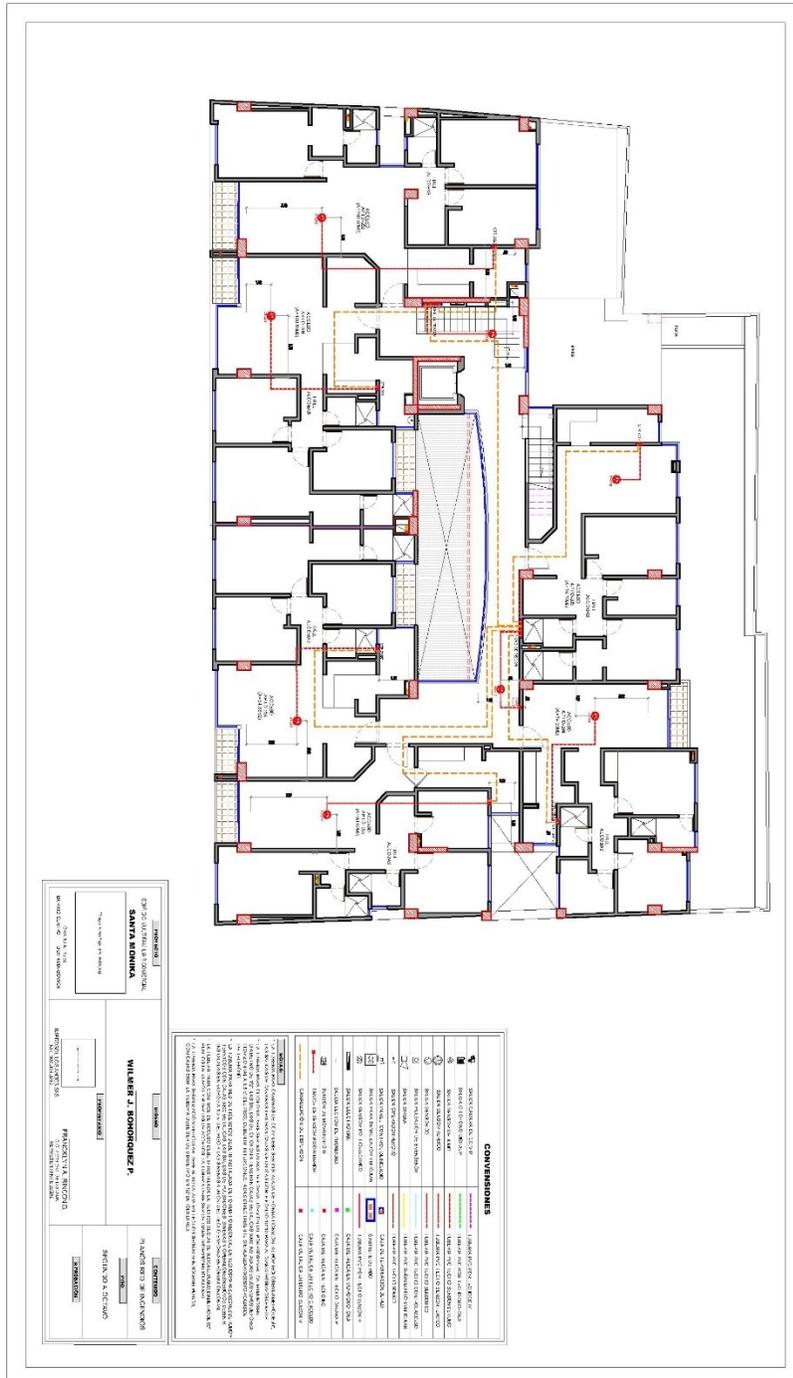
C. Anexo: Áreas de cobertura sensores de humo para planta tipo 2°-8° piso Edificio Santa Mónica.



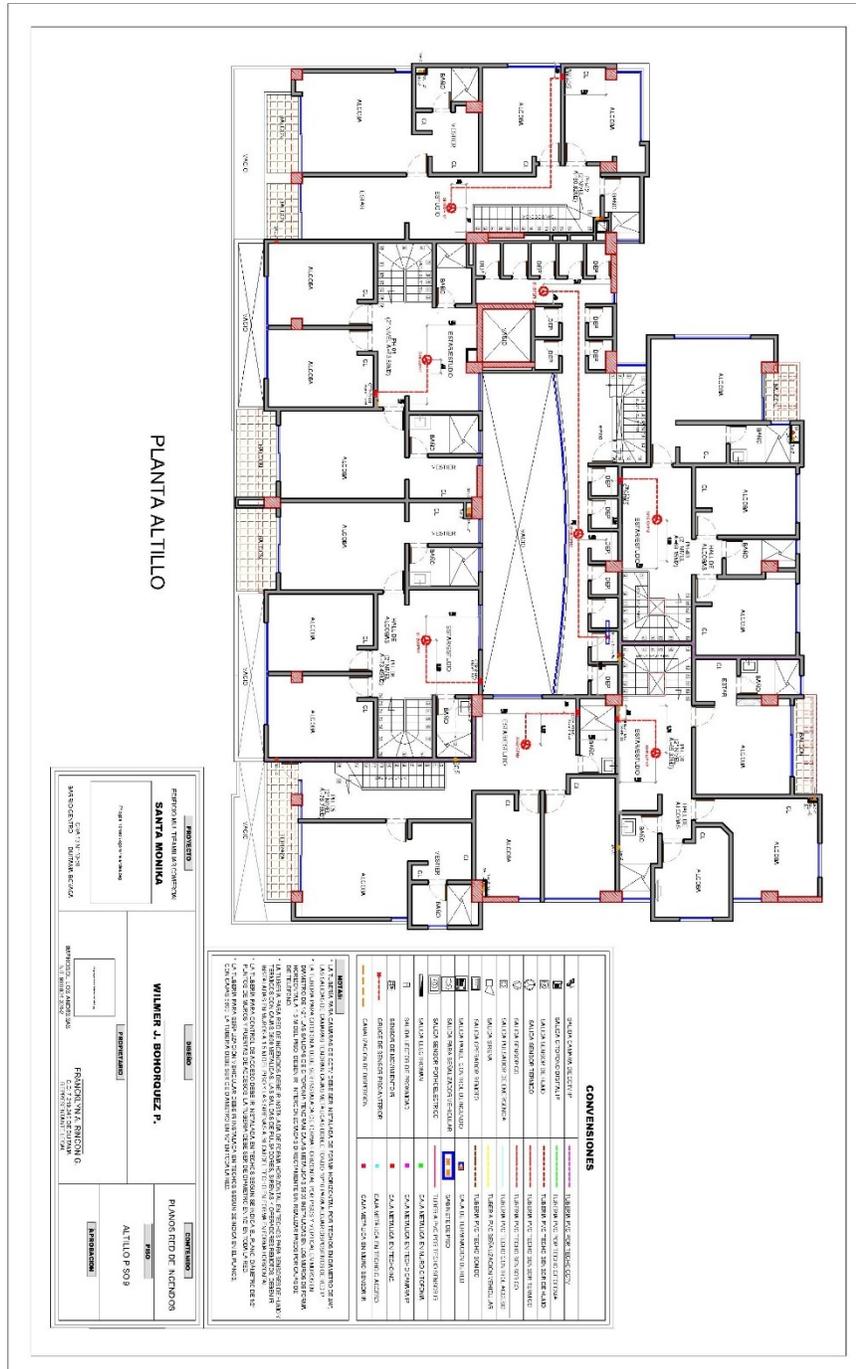
E. Anexo: Plano de distribución de dispositivos y líneas de comunicación primer piso Edificio Santa Mónica.



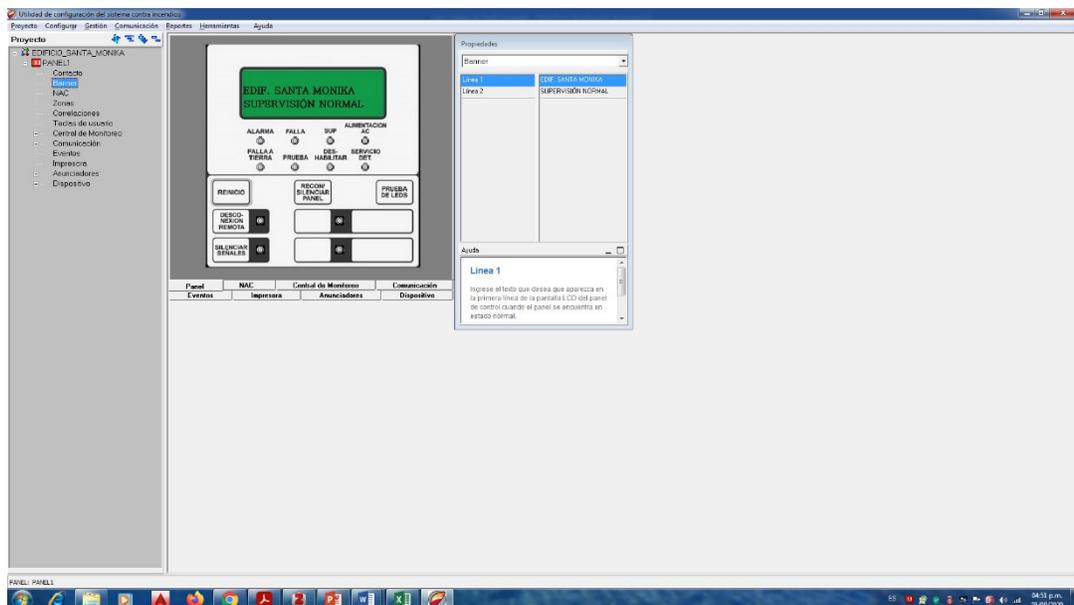
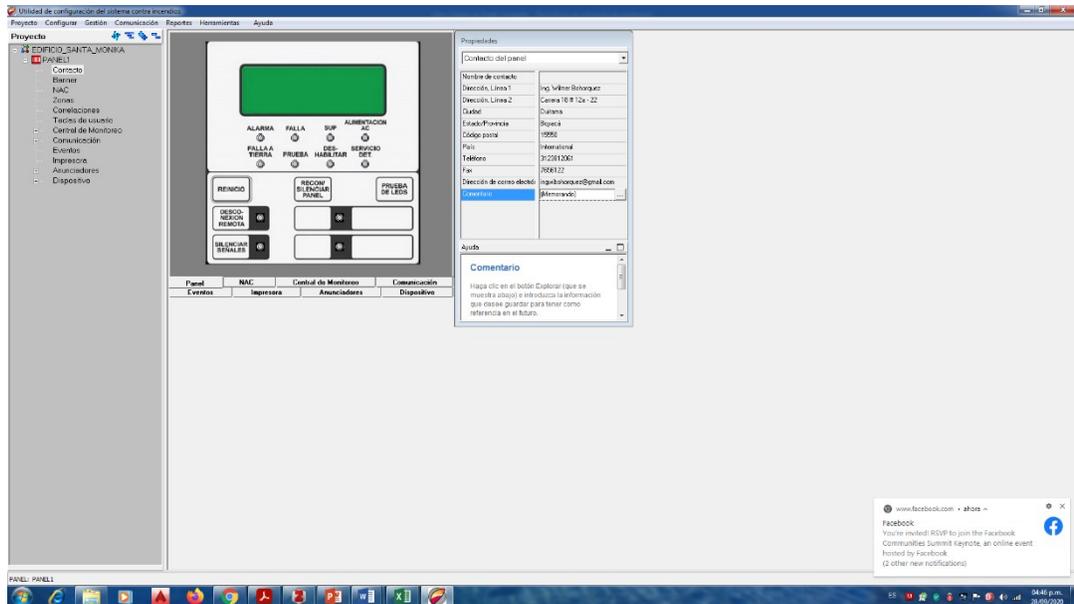
F. Anexo: Plano de distribución de dispositivos y líneas de comunicación Segundo a Octavo piso Edificio Santa Mónica.

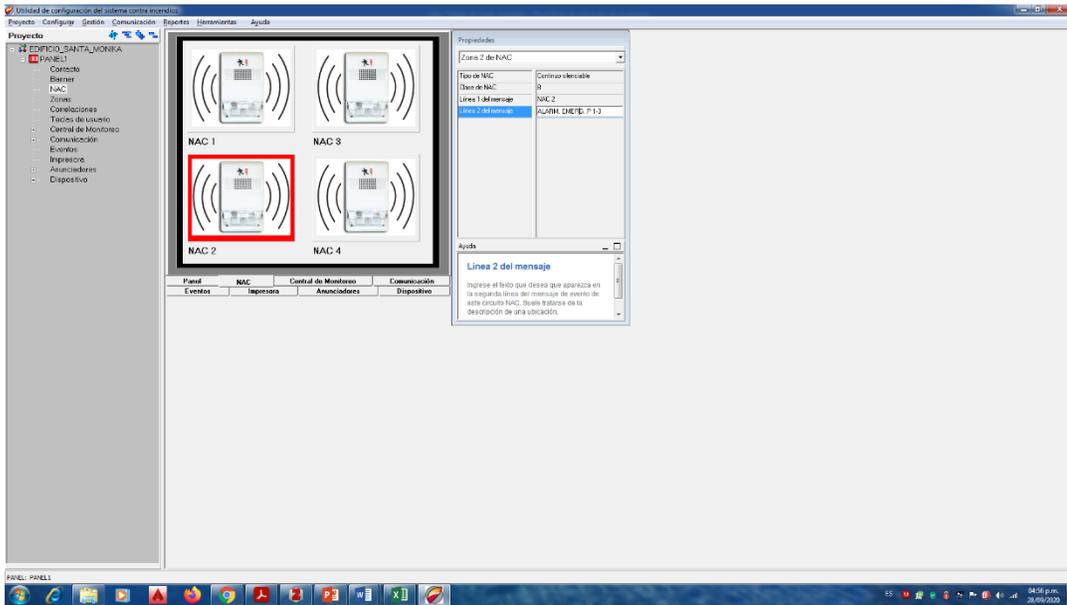
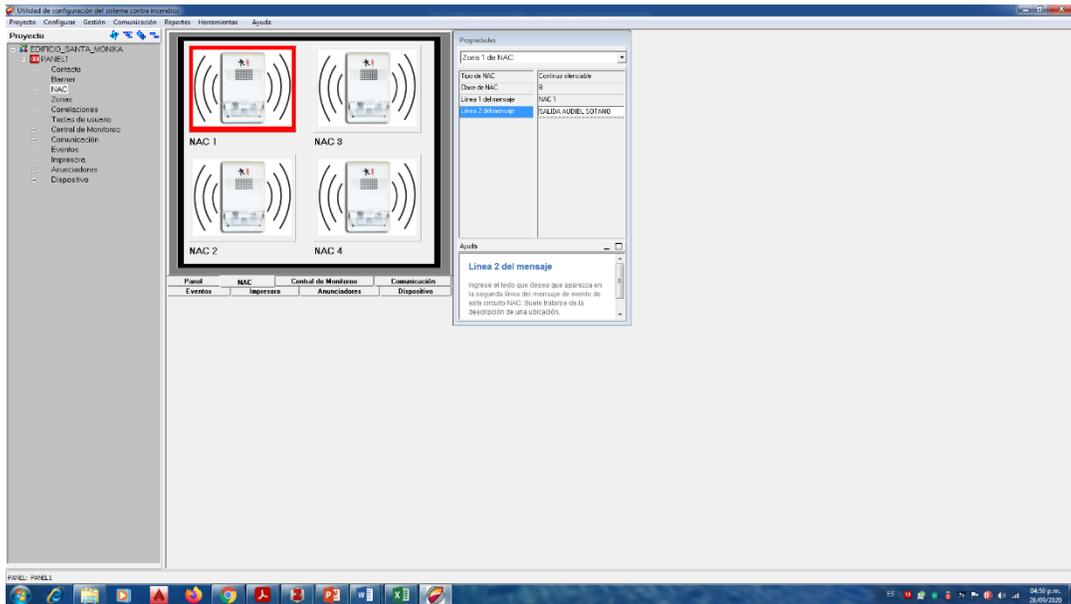


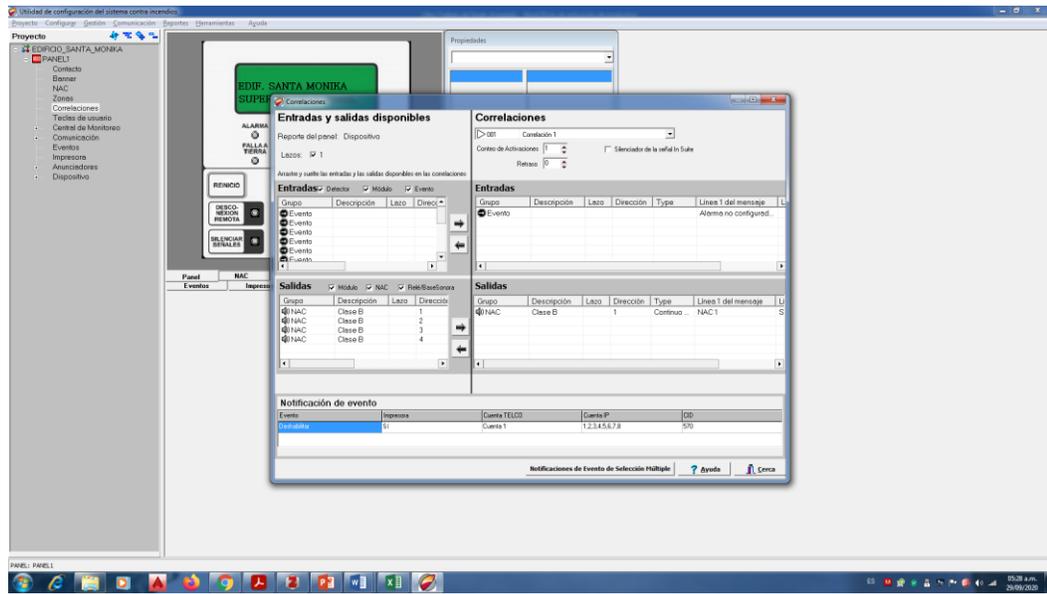
G. Anexo: Plano de distribución de dispositivos y líneas de comunicación Atillo Edificio Santa Mónica.



H. Anexo: Simulación y configuración avanzada utilizando Software FX-CU.







I. Anexo: Procedimiento de programación automática panel FX 1000:

- Presione el botón “Menú” del panel de control y seleccione la opción “Program”.
- Seleccione la opción auto programación” Auto Program”.
- Ingrese la clave de nivel dos “Enter Password” (2222)
- Aparece un mensaje de advertencia que informa que la configuración actual del panel se perderá en el display LCD. “Current Config ”
- Selecciones Continuar para ir a Auto programación.
- Seleccione las opciones de auto programación.
- Cuando finalice presiona Enter. El panel comienza la programación automática y muestra el número de dispositivos en el sistema.
- Se presiona Enter para continuar.

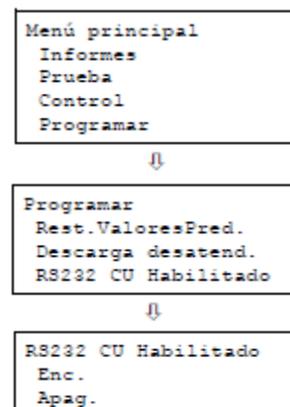
1. Para habilitar la comunicación mediante RS-232

El comando “RS232 CU Habilitado” permite conectar un equipo al panel de control mediante la tarjeta RS-232 opcional. De esa manera, puede usarse la utilidad de configuración (CU) para programar el panel y cargar datos de configuración del mismo.

Nota. El comando “RS232 CU Habilitado” se desactiva (se apaga) después de 4 minutos de inactividad.

2. Para habilitar la comunicación mediante RS-232:

- Si se está usando una impresora, desconecte el cable de la impresora de la tarjeta RS-232.
- Conecte el equipo con la utilidad de configuración a la tarjeta RS-232.
- Presione el botón “Menú” y seleccione “programar”.
- Seleccione “RS232 CU Habilitado”.
- Aparece la pantalla “RS232 CU Habilitado”.
- Seleccione encendido.
- El panel puede ahora comunicarse con la CU



(Utilidad de configuración).

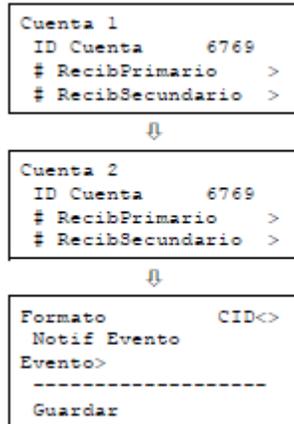
- Cuando haya finalizado, desconecte el equipo de la tarjeta RS-232.
- Desactive la opción “RS232 CU Habilitado”
- Vuelva a conectar el cable de la impresora a la tarjeta si es necesario.

3. Programación del marcador DACT

En la tabla 3-4 se describen las opciones que se utilizan para configurar el marcador:

Tabla 3-1 Opciones del marcador 1.

Opción	Descripción
Cuenta	ID de cuenta: Ingrese el código ID de cuatro dígitos para la cuenta 1
1 y 2	Numero de recibidor primario: Ingrese el número de la cuenta del recibidor primario. Hasta 20 dígitos (0-9, *, # y,).



Numero de recibidor secundario: Ingrese el número de la cuenta del recibidor primario. Hasta 20 dígitos (0-9, *, # y,).

CID: “ID de contacto” (CID) es el formato de alarma que recibirá a la estación de monitoreo. Ejemplo: Alarma Activa Código (110)

Notificación de evento: Configura la notificación de evento (informe de evento).

Dispositivo: Solo se envía o transmite la información del dispositivo no la información de la zona.

Zona: Cuando un dispositivo es miembro de una zona solo se envía la información de la zona.

Evento: Solo se envía o transmite la información del evento (alarma, supervisión, falla, etc.) no la información de zona ni de dispositivo.

4. Programación de Red

La tabla 3-5 describe las opciones de red que se utilizan para configurar la tarjeta Ethernet.

Tabla 3-2 Opciones de red.

Opción	Descripción
Id de Cuenta	Introduzca el código de 6 dígitos correspondientes a la cuenta de estación de vigilancia centralizada (CMS).
IP	Introduzca la dirección IP de la estación CMS
Notificación de Evento	Configura la notificación de evento (Informe de evento): Dispositivo: Solo se envía o transmite la información del dispositivo no la información de la zona. Zona: Cuando un dispositivo es miembro de una zona solo se envía la información de la zona. Evento: Solo se envía o transmite la información del evento (alarma, supervisión, falla, etc.) no la información de zona ni de dispositivo.
Número del receptor	Introduzca el número de la línea del receptor CMS. Corresponde al número que se desea mostrar en el mensaje que se envía al receptor.
Número de línea	Introduzca el número de línea del receptor CMS. Corresponde al número de línea que se desea mostrar en el mensaje que se envía al receptor.

```
Red
ID Cuenta  676968
IP  000.000.000.000
Notif Evento
Evento>
```

```
Red
# Recibidor
000
# Línea
000
Guardar
```

J. Anexo: Instrucciones de operación sistema de detección de incendio.

Respuestas a señales de alarma:

1. Evacue el área
2. Notifique a las autoridades correspondientes de inmediato e indique la naturaleza y ubicación de la emergencia.
3. Esté preparado para proporcionar instrucciones a los bomberos cuando lleguen.

Silenciar notificaciones de señales de alarma:

1. ¡Advertencia! Las señales de notificación de alarma no deben ser silenciadas antes de que los ocupantes hayan sido evacuados.
2. Presione Signal Silence en el Teclado de Operaciones o en el panel de control del sistema.
3. Ingrese clave de nivel tres "3333".
4. El LED de señal silenciada se enciende y todos los circuitos de notificación audibles se apagan. Los nuevos eventos de alarma activan nuevamente el circuito de notificación.
5. Nota. La programación del panel puede retrasar el silencio de la alarma hasta por un minuto, puede evitar el silenciamiento de la alarma cuando el agua fluye a través del sistema de rociadores y no puede apagar los circuitos de notificación visibles.

Para devolver el sistema a la normalidad después de una alarma o evento de supervisión:

1. Asegúrese de que todos los detectores de humo estén libres de humo y que todas las estaciones de extracción se reinicien.
2. Presione Reset.
3. Nota: La programación del panel puede retrasar el reinicio del panel hasta un minuto después de que se enciendan los circuitos de notificación de alarma.

Para iniciar un simulacro de incendio

1. Presione el botón de Menú
2. Elige Control
3. Ingrese su clave (3333)
4. Elige Drill.
5. Todos los circuitos de notificación se prenden.

Para realizar una prueba de lámpara (panel y anunciador remoto)

1. Presione el botón de prueba de la lámpara para comenzar
2. Presione el botón de prueba de la lámpara para finalizar

Respondiendo a las señales de problemas

1. Silenciar el buzzer del panel de control.
2. Investigue la causa del problema y notifique la falla al personal autorizado inmediatamente.

Silenciar buzzer del panel.

1. Presione Silenciar panel.
2. El buzzer del panel se apaga. Cualquier evento nuevo vuelve a encender el timbre. Las condiciones de falla no resueltas resuenan el timbre después de un tiempo predeterminado.
3. ¡Advertencia! Las condiciones de problemas pueden afectar la capacidad del panel para proporcionar detección temprana e indicación de un incendio. Despeje las condiciones del problema de inmediato.
4. Respuesta a las señales de supervisión.
5. Silencie el Buzzer del panel.
6. Investigue la causa de la supervisión de la señal y notifique al servicio de personal autorizado inmediatamente.

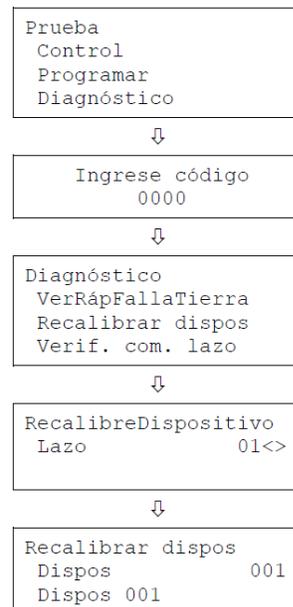
K. Anexo: Recomendaciones de pruebas periódicas.

Recalibrar dispositivos:

1. El comando Recalibrar restablece la competencia ambiental y el nivel de suciedad del detector. Puede usar este comando después de la limpieza para ver de inmediato si el dispositivo se limpió correctamente. Permitir que el panel reconozca el dispositivo que se ha limpiado y recalibrarlo automáticamente lleva mucho más tiempo.
2. Volverá un problema del dispositivo, lo que indica que se requiere más limpieza. Si se limpia el dispositivo, el problema correspondiente del dispositivo desaparecerá.

3. Presione el botón de menú e ingrese a diagnósticos.

- Ingrese la clave 2222
- Elija Recalibrar dispositivo
- Elija el bucle en el que se encuentra el dispositivo.
- Elija el dispositivo que va a recalibrar.
- Presione enter



Encender Led de Dispositivo

La opción “Encender LED de disp” se utiliza como ayuda para en la resolución de problemas para ubicar un dispositivo en un lazo al hacer que se encienda el diodo LED del dispositivo (los detectores tienen LED rojos y módulos verdes). Por ejemplo, si no se

conoce ubicación de un dispositivo en un lazo, se puede hacer parpadear el diodo LED correspondiente a la dirección de ese dispositivo. Eso hará que el Led parpadee por lo que será más fácil ubicar el dispositivo.

1. Para encender y apagar el Led de un dispositivo:

- Presione el botón “Menú” y seleccione “Diagnósticos”
- Introduzca un código de nivel dos “2222”
- Seleccione encender “LED de disp”
- Seleccione el Lazo en el que se encuentra el dispositivo.
- Seleccione el número correspondiente al dispositivo.
- Seleccione “inicio” para encender el LED del dispositivo o seleccione “Fin” para apagar el LED.

```
Prueba
Control
Programar
Diagnóstico
```

```
  Ingrese código
      0000
```

↓

```
Diagnóstico
Verif. rápida falla a
tierra
RecalibrarDispositivo
Encender LED de disp
```

↓

```
Encender LED de disp
Lazo
01<>
```

↓

```
Encender LED de disp
Dispos          001
Dispos 001
```

↓

```
Dispos
Inicio
Fin
```

Prueba de panel de control

Antes de comenzar la prueba, notifique a todas las áreas donde suena la alarma y aquellas ubicaciones fuera del edificio que reciben transmisiones de alarma y de falla para estén informadas de que se está realizando la prueba.

Los registros de todas las áreas de prueba y mantenimiento se deben conservar según lo exijan las autoridades que tengan jurisdicción.

1. Herramientas necesarias:

- Aerosol detector de humo aprobado (fotodetector).
- Gas detector de monóxido de carbono.
- Pistola de calor (detector de calor).

- Destornillador con ranura aislado.
- Multímetro digital.
- Llave de estaciones de emergencia
- Llave de panel de control.

Realizar comprobación de funcionamiento de los dispositivos instalados en el lugar según lo establecido por la norma NFPA-72, esto incluye todos los dispositivos que conforman el sistema y que puedan generar alarma y eventos de supervisión.

Se debe verificar el funcionamiento del panel en modo en los modos de alarma, falla y supervisión.

A fin de asegurar que el panel puede funcionar correctamente en caso de que se corte la alimentación principal, se debe inspeccionar y probar las baterías periódicamente. Las baterías se deben cambiar como mínimo una vez cada cuatro años.

Realizar una prueba de lámpara

Una prueba de lámpara enciende todos los anunciadores LED del panel y el anunciador LED. También comprueba la pantalla LCD para que se pueda verificar que funciona correctamente. Los indicadores LED permanecerán encendidos durante 15 segundos.

Para realizar una prueba de lámpara:

- Presione el botón “Menú” y seleccione “Prueba”.
- Seleccione “Prueba de Lámparas”
- Presione “Intro”
- Verifique el correcto funcionamiento de todos los LED del panel, de la pantalla LCD y del anunciador LED.

```
Menú principal
Informes
Prueba
Control
Programar
```



```
Prueba
Prueba de fuego
DACT
Prueba lámpara
```

Bibliografía

- [1] *Conceptos Básicos en Sistemas de Detección de Incendio*. .
- [2] «10titulo-j-nsr-100.pdf». Accedido: feb. 26, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/10titulo-j-nsr-100.pdf>.
- [3] «NFPA 72®: National Fire Alarm and Signaling Code®». <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=72> (accedido sep. 02, 2020).
- [4] *Introducción a la norma NFPA*. 2015.
- [5] *Conceptos básicos de los sistemas de detección de incendio 1*. .
- [6] «Kidde | Sistemas de ingeniería - Serie FX». <http://kiddefx.kidde.com/Home/ControlPanels> (accedido ago. 26, 2020).
- [7] *Detectores Iónicos, humo, termicos, termovelocimetricos y barreras de humo*. 2011.
- [8] H. D. Herrera, «¿Cuál es la diferencia entre un detector de humo iónico y uno fotoeléctrico?» <https://www.tecnoseguro.com/tutoriales/pro/cual-es-la-diferencia-entre-un-detector-de-humo-ionico-y-uno-fotoelectrico> (accedido ago. 26, 2020).
- [9] M. C. Valentín, «2.3. Sistemas de detección y alarma», n.º 0, p. 39.
- [10] *Honeywell Fire - Diseño Basado en Código NFPA 72 Sesión:1 2020/03/31*. 2011.
- [11] «Sistemas-de-Detección-y-Alarma-Contra-Incendios.pdf». Accedido: may 01, 2020. [En línea]. Disponible en: <http://anraci.org/wp-content/uploads/2019/11/Sistemas-de-Detecci%C3%B3n-y-Alarma-Contra-Incendios.pdf>.
- [12] «SYSCOM Colombia: 41071104-1000-HONEYWELL-HOME-RESIDEO - Bobina de alambre de 305 metros , de 2 pares calibre 18, color rojo, tipo, FPL- CL2 para aplicaciones en sistemas de detección de incendio y sistemas de evacuación.» <https://www.syscomcolombia.com/producto/41071104-1000-HONEYWELL-HOME-RESIDEO-153429.html> (accedido sep. 12, 2020).
- [13] «Intelligent Heat Detector, Rotary-Addressed.pdf». .

- [14] «Intelligent Smoke Detector, Rotary-Addressed.pdf». .
- [15] «Carbon Monoxide Detector.pdf». .
- [16] V. Slater, «FX-IDC1B Analog Single Input Mini Module Installation Sheet», p. 2.
- [17] «R01 N.O. SP & DP FAS Installation Sheet.pdf». .
- [18] «Genesis LED EG1 Series Compact Notification Devices.pdf». .
- [19] «Manual tecnico.pdf». .
- [20] «FX-64 and FX-1000 Technical Reference Manual», p. 244.
- [21] «K85005-0128 -- R-Series Remote Annunciators.pdf». .
- [22] «Manual de referencias técnicas de VS1 y VS4», p. 312.