

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**Tesis previa a la obtención del título de: INGENIERA ELECTRÓNICA E
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**TEMA:
ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN LAS BODEGAS DE LA
EMPRESA LICORERA IBEROAMERICANA ILSA S.A.**

**AUTORES:
DALILA VERÓNICA MARTÍNEZ BUSTAMANTE
LUIS XAVIER ZAGAL CABASCANGO**

**DIRECTOR:
VÍCTOR VINICIO TAPIA CALVOPÍÑA**

Quito, marzo de 2014

**DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO
DEL TRABAJO DE GRADO**

Nosotros Dalila Verónica Martínez Bustamante y Luis Xavier Zagal Cabascango autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de grado y su reproducción sin fines de lucro.

Además declaramos que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Dalila Verónica Martínez Bustamante

CC: 0503346330

Luis Xavier Zagal Cabascango

CC:1718640707

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis queridos padres por el apoyo incondicional, la confianza y por su respaldo durante estos años.

A mis hermanos que han estado siempre presentes y pendientes a lo largo de este objetivo en los buenos y malos momentos.

Dalila Verónica Martínez Bustamante

Dedico la realización de este proyecto a Dios, dueño de nuestras vidas, a mi madre, porque sin ella no hubiese logrado cumplir mis metas, por su trabajo incesante y su incansable fortaleza, a mi padre que me enseñó que nada es fácil en la vida, que se debe esforzar para cumplir los objetivos propuestos, a mis hermanos, sobrina, familiares y amigos, por todo el apoyo prestado durante esta etapa importante de mi vida.

Luis Xavier Zagal Cabascango

AGRADECIMIENTO

El más cordial agradecimiento a la Universidad Politécnica Salesiana, por la formación académica y sobre todo por la formación humana recibida, a los señores docentes, por su comprensión, paciencia, respeto, abnegación y formación, al Ingeniero Vinicio Tapia, por su gran colaboración durante el proceso de elaboración del tema, al Ingeniero Efrén Zambrano, por su ayuda desinteresada y por permitirnos realizar el proyecto en la empresa ILSA S.A.

Dalila Verónica Martínez Bustamante

Luis Xavier Zagal Cabascango

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	2
ANTECEDENTES.....	2
1.1 ILSA S.A.....	2
1.1.1 Historia.....	2
1.2 Sistemas de seguridad contra incendios	3
1.2.1 Sistemas de detección	3
1.2.2 Sistemas de alarma.....	3
1.2.3 Sistemas de extinción.....	4
1.2.4 Control y monitoreo	5
CAPÍTULO 2	7
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	7
2.1 Estado y ubicación de las naves de almacenamiento	7
2.2 Infraestructura bodegas Ilsa S.A.	7
2.2.1 Tipo de instalación	7
2.3 Material almacenado	8
2.4 Clasificación de zonas peligrosas.....	9
CAPÍTULO 3	11
ANÁLISIS NORMATIVO Y TEÓRICO.....	11
3.1 Fundamentos normativos	11
3.1.1 NFPA	11
3.1.2 Registro oficial 114.....	12
3.1.3 Normas UL.....	14
3.2 Sistema de detección de incendios	15
3.2.1 Tipos de sistemas de detección	15
3.2.2 Clases de detectores	19
3.2.3 Consideraciones para ubicación de detectores.....	23
3.3 Sistema de alarma de incendios.....	27
3.3.1 Tipos de sistemas de alarma.....	27
3.3.2 Tipos de dispositivos de notificación.....	29
3.3.3 Consideración para ubicación de alarmas	31
3.4 Sistema de extinción de incendios.....	35

3.4.1	Extinción de incendios	35
3.4.2	Consideración para ubicación de extintores.....	38
CAPÍTULO 4		40
DISEÑO Y DESARROLLO.....		40
4.1	Sistema de protección contra incendios ILSA S.A.	40
4.1.1	Sistema de detección	40
4.1.2	Sistema de alarma	52
4.1.3	Sistema de control.....	57
4.1.4	Sistema de monitoreo.....	69
4.1.5	Listas de dispositivos implementados.....	88
4.2	Análisis de resultados técnicos.....	91
4.2.1	Verificación de alimentación	91
4.2.2	Pruebas realizadas	91
CAPÍTULO 5		99
ANÁLISIS FINANCIERO		99
5.1	Estadísticas	99
5.1.1	Proyección de los siguientes 5 años.....	100
5.2	Comparación de costos antes y después.....	101
5.3	Análisis de costos (costos de dispositivos y materiales).....	105
5.4	Análisis comparativo costo beneficio.....	105
CONCLUSIONES		107
RECOMENDACIONES		109
LISTA DE REFERENCIAS		111
ANEXOS DIGITALES.....		115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Infraestructura bodegas.....	8
Figura 2: Rombo NFPA para alcohol Etílico.....	9
Figura 3: Estilo de conexiones NFPA 4 Y 6 (estilos A y B).....	18
Figura 4: Tipos de detectores según la propagación de incendio.....	20
Figura 5: Funcionamiento detector de humo por dispersión de luz.....	21
Figura 6: Funcionamiento detector de humo por oscurecimiento.....	22
Figura 7: Área cobertura detector radial.....	24
Figura 8: Área cobertura detectores lineal haz de luz.....	25
Figura 9: Área extensa, varios dispositivos.....	26
Figura 10: Unión de sistemas detección lineal.....	26
Figura 11: Reducción del nivel de sonido.....	32
Figura 12: Cobertura fuentes luminosas.....	34
Figura 13: Descripción Extintor contra incendios.....	37
Figura 14: Descripción boca de incendios BIES.....	38
Figura 15: Dimensiones de ubicación sobre pared de extintor portátil.....	39
Figura 16: Interrupción de señal sensores infrarrojos.....	41
Figura 17: Detector D 7050 TH.....	42
Figura 18: Base D 7050-B6 detector D 7050 TH.....	43
Figura 19: Módulo D 7039.....	44
Figura 20: Estación manual FMM 7045.....	45
Figura 21: Plano de distribución de detectores.....	46
Figura 22: Plano distribución de estaciones manuales.....	47
Figura 23: Cableado en serie y tipo T.....	49
Figura 24: Selección de dirección detector D7050.....	50
Figura 25: Perillas asignación de dirección FMM7045.....	50
Figura 26: Conexión FMM 7045 al bus de comunicación.....	51
Figura 27: Diagrama eléctrico de conexiones dispositivos accionadores.....	52
Figura 28: Sirena D117.....	53
Figura 29: Luz estroboscópica W-HS.....	54
Figura 30: Gabinete de central contra incendios.....	58
Figura 31: Placa de elementos FPD 7024.....	58
Figura 32: Diagrama placa de control D7024.....	59
Figura 33: Teclado incorporado panel D7024.....	61
Figura 34: Árbol de programador FPD 7024.....	62
Figura 35: Diagrama de flujo programación FPD 7024.....	65
Figura 36: Gabinete central contra incendios FPD 7024.....	67
Figura 37: Soporte instalación placa D 70234.....	68
Figura 38: PLC S7 1200 CPU 1212C AC/DC/Rly.....	70
Figura 39: Pantalla Touch KTP 600 basic mono PN.....	72
Figura 40.- Propiedades de conexión de área local, protocolo TCP/IP.....	73
Figura 41.- Asignación dirección IP PLC.....	74
Figura 42.- Asignación dirección IP KTP 600.....	75

Figura 43.- Configuración subred PN/IE_1	75
Figura 44: Conexión LAN física entre PLC y KTP 600	76
Figura 45: Interfaz de programador TIA PORTAL V11.0	76
Figura 46: Ventana creación de proyecto.....	77
Figura 47: Seleccionar dispositivo a configurar.....	77
Figura 48: Dispositivos Simatic Basic Panel	78
Figura 49: Árbol de proyecto Basic Panel KTP 600 PN.....	78
Figura 50: Pantallas Carátula y Principal.....	79
Figura 51: Pantallas Estado del sistema y Evacuación	80
Figura 52: Ejemplo animación objetos	80
Figura 53: Diagrama de flujo programa KTP 600	81
Figura 54: Árbol de programa PLC S7 1200	82
Figura 55: Plataforma de programación lenguaje KOP	83
Figura 56: Diagrama de flujo Programación PLC S7 1200.....	84
Figura 57: Programación KOP bloque de función bodega_1	85
Figura 58: Llamada a FC1 bodega_1 desde MAIN	86
Figura 59: Activación marca alarma.....	86
Figura 60: Diagrama físico conexión panel de control	87
Figura 61: Diagrama eléctrico panel de monitoreo.....	87
Figura 62: PLC S7 1200 y KTP 600 instalados.....	88
Figura 63: Pantalla principal estado normal.....	92
Figura 64: Pantalla estado del sistema (normal)	92
Figura 65: Secuencia rutas de evacuación.....	93
Figura 66: Pantalla principal estado alarma bodega 1	94
Figura 67: Estado alarma área 1	94
Figura 68: Estado alarma área 2.....	95
Figura 69: Pantalla principal estado alarma bodega 2.....	95
Figura 70: Estado alarma área 3	96
Figura 71: Estado alarma área 4.....	96
Figura 72: Pantalla principal estado alarma bodega 3	97
Figura 73: Estado alarma área 5	97
Figura 74: Estado alarma área 6.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Riesgos en la estructura	8
Tabla 2: Material peligroso (inflamable)	8
Tabla 3: Cálculo de la carga combustible	9
Tabla 4: Clasificación de áreas peligrosas	9
Tabla 5: Subdivisión de clases según IEC y NEC	10
Tabla 6: Dimensiones áreas de cobertura detector radial.....	24
Tabla 7: Dimensiones áreas e cobertura detector lineal haz de luz.....	25
Tabla 8: Reducción del nivel de sonido	32
Tabla 9: Cobertura fuentes de luminosas	34
Tabla 10: Eficacia de la intensidad de fuente luminosa según color de lente.....	34
Tabla 11: Especificaciones técnicas D 7050 TH.....	42
Tabla 12: Especificaciones Técnicas D 7050-B6.....	43
Tabla 13: Especificaciones técnicas D 7039	44
Tabla 14: Especificaciones técnicas FMM 7045	46
Tabla 15: Distribución de áreas y dispositivos	51
Tabla 16: Especificaciones técnicas.....	54
Tabla 17: Especificaciones técnicas Luz estroboscópica W-HS.....	55
Tabla 18: Alimentación para 12 y 24 VDC	55
Tabla 19: Descripción placa de control D7024.....	59
Tabla 20: Especificaciones técnicas D7024.....	60
Tabla 21: Descripción teclado alfanumérico D7024.....	61
Tabla 22: Activación de dispositivos de control según áreas.	66
Tabla 23: Descripción gabinete para FPD 7024	67
Tabla 24: Descripción soportes placa D 7024	68
Tabla 25: Especificaciones técnicas PLC S7 1200	71
Tabla 26: Especificaciones técnicas KTP 600	72
Tabla 27: Activación de marcas según estados de relés y NAC'S	83
Tabla 28: Listado dispositivos implementados.....	88
Tabla 29: Listado de cables.....	89
Tabla 30: Listado de direcciones.....	89
Tabla 31: Costos productos almacenados	99
Tabla 32: Perdida mensual por incendio primer año	100
Tabla 33: Perdida por incendio mensual de cada año	101
Tabla 34: Pérdida por incendio acumulada por cada año.	101
Tabla 35: Activos fijos	102
Tabla 36: Gasto inicial	103
Tabla 37: Gastos administrativos	104
Tabla 38: Índices de evaluación.....	104
Tabla 39: Costos comparativos	105

RESUMEN

El proyecto muestra información del monitoreo del sistema de detección de incendios de las bodegas de ILSA S.A.

Capítulo 1.- Información general de la empresa así como de los sistemas a implementar en el presente proyecto.

Capítulo 2.- Se analiza el estado de la infraestructura y el tipo del material almacenado.

Capítulo 3.- Se detalla los sistemas existentes en materia de detección y protección contra incendios, tipos de dispositivos involucrados, las normas requeridas, especificaciones técnicas para la instalación de los diversos componentes y se describe el diseño y desarrollo de la instalación de la red de detección y monitoreo así como las características principales de los elementos y materiales instalados.

Capítulo 4.- Se presenta el informe económico de la compra de materiales y dispositivos presentes en la instalación de los sistemas, análisis comparativo antes y después de la implementación del sistema de detección y el beneficio adquirido una vez puesto en marcha el proyecto.

ABSTRACT

This project shows information system monitoring fire detection holds ILSA SA

Chapter 1.- Company Overview and implement systems in this project.

Chapter 2 .- It analyzes the state of the infrastructure and the type of material stored.

Chapter 3.- Existing systems is detailed in detection and fire protection, types of devices involved, the required standards, technical specifications for the installation of the various components and describes the design and development of network installation detection and monitoring as well as the main characteristics of the elements and materials installed.

Chapter 4.- Financial report is presented in the purchase of materials and devices on the installation of systems, comparative analysis before and after implementation of the detection system and the benefit gained when the project started.

INTRODUCCIÓN

Debido al alto grado de peligro que representa una bodega de licores, es de suma importancia que estas posean un sistema de detección y alarma de incendios, ya que en el posible caso de suscitarse uno y no detectarse a tiempo se puede dar lamentables pérdidas humanas, materiales y económicas, además de provocar un fuerte impacto ambiental y social en la zona. Las bodegas de la empresa licorera ILSA S.A, ubicadas en el sector sur de la ciudad de Quito con un área de aproximadamente 4500m², no cuentan con la seguridad necesaria de detección y alarma contra incendios, lo que figura un gran riesgo ya que en ellas se encuentran productos inflamables y de rápida combustión como barricas de licor, paletas de carga, cartones, botellas y maquinaria. Por esta razón es indispensable el desarrollo e implementación de un sistema de detección y alarma de incendios, además de ser un requisito fundamental para el funcionamiento de las bodegas de acuerdo con El Registro Oficial N°114 que en el capítulo uno, artículo uno en el reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendio menciona que se debe aplicar este reglamento a toda actividad que presente riesgo de siniestro.

En el caso de las instalaciones de almacenamiento de la empresa ILSA es importante también tomar en cuenta el escaso personal que se encuentra en las instalaciones y lo extensas que son, por lo que es indispensable la implementación de un sistema de detección y alarma automática que sea controlado por un módulo inteligente que tenga la capacidad de registrar dispositivos direccionables, identificar zonas de detección y de expandirse en un futuro, por tal motivo se utilizará un Panel de Incendio Inteligente Direccionable, también es importante que exista un control amigable con el usuario para el monitoreo del sistema, por ello se diseñará un interfaz hombre máquina (HMI). La realización de este proyecto debe regirse a las Normas Técnicas Ecuatorianas INEN, Código Eléctrico Ecuatoriano, NFPA (National Fire Protection Association), y a las recomendaciones del cuerpo de bomberos del Distrito Metropolitano de Quito. Los dispositivos y materiales a utilizarse en la implementación del sistema serán aquellos que posterior al estudio cumplan con las normas y especificaciones técnicas del diseño.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

1.1 ILSA S.A.

Empresa licorera ecuatoriana, posee el más alto nivel de calidad en la producción de bebidas alcohólicas. Cuenta con la certificación ISO 9001:200 para el proceso de producción.

Industria Licorera Iberoamericana ILSA S.A. bodegas, empresa dedicada al almacenamiento de materiales, insumos y materia prima para el proceso de embotellado en la planta principal ubicadas en el sector sur de la ciudad de Quito, en la parroquia San Cristóbal de Guajaló.

1.1.1 Historia

En el año 1983 se constituye la industria licorera Hispanoamericana “ILSA” con la participación de la empresa española Larios, Philip Morris de Suiza y cinco accionistas nacionales. En el mismo año inaugura la planta industrial con una línea de embotellado de 18 unidades por minuto.

En 1989 adquiere un terreno en el sector de La Ecuatoriana para la instalación de la Bodega Sur, al año siguiente se construye dos naves de 1500 m² cada una para la actividad de almacenaje de materia prima y producto terminado.

La tercera nave de almacenamiento se construye en 1992, destinada para materiales de embotellado. Tres años después en 1995 es edificada una cuarta nave la cual se destina para la instalación de la planta lavadora de botellas.

En la actualidad la línea de producción es de 85 botellas por minuto reemplazando a la de 1983 que era tan solo de 18 unidades. La cuarta nave lavadora de botellas no está en operación pues representa un gasto innecesario y por lo tanto es más rentable adquirir botellas procesadas y listas para el embotellamiento.

1.2 Sistemas de seguridad contra incendios

Son sistemas definidos específicamente para incurrir en el desarrollo de un flagelo, desde la detección, alarma y extinción, también se los conoce como sistemas de protección contra incendios, pues es la unión de varios elementos que ayudan a determinar la presencia de peligro por riesgo de incendio, se puede nombrar al sistema de señalización, que no solo requiere la presencia de la ubicación de los elementos extintores sino también de las rutas de escape, puntos seguros y demás elementos que simbolizan la seguridad del personal existente.

1.2.1 Sistemas de detección

Este tipo de sistema consiste en detectar y dar aviso que se ha producido un siniestro en una determinada zona o lugar. En la actualidad la prevención de un incendio es un factor muy importante en las empresas, pues es uno de los mayores peligros a los que se puede enfrentar cuando se almacenan productos de rápida inflamación teniendo como resultado pérdidas incalculables. Es por eso que este sistema tiene como objetivos principales salvar vidas y proteger los bienes ubicados en las bodegas de la empresa ILSA S.A.

Para poder dar una alarma temprana, el diseño del sistema debe garantizar eficacia y rapidez para lo cual es indispensable cubrir la mayor área de almacenamiento con los dispositivos de operación necesarios, dar aviso inmediato a la central de bomberos por medio de la red telefónica, cortar el suministro de energía, enviar señales para activar luces estroboscópicas y alarmas audibles.

1.2.2 Sistemas de alarma

El objetivo fundamental de un sistema de alarmas es dar aviso a las personas que se encuentren en las instalaciones de almacenamiento que ha ocurrido un siniestro, las normas internacionales indican instalar alarmas de tipo visual y audible.

Las luces estroboscópicas¹ dan la señal de alerta a las personas con problemas auditivos y las sirenas comunican a las personas con problemas visuales, para el sistema estudiado se implementarán dos tipos de dispositivos: luces y sirenas. Los dispositivos de alarma se accionarán cuando el sistema de detección se haya activado.

1.2.3 Sistemas de extinción

El sistema de extinción contra incendios se refiere al conjunto de medidas que se toman en un determinado lugar para evitar o minimizar el riesgo de un flagelo, se fundamenta en normas de referencia mundial que incluyen parámetros para la elección de dispositivos y materiales para crear el sistema.

En el sistema de extinción contra incendios se debe desarrollar el análisis detallado de la operación que realiza la empresa en un área determinada donde se evaluará los riesgos de incendio para determinar los principales requerimientos como:

1.2.3.1 Iluminación De Emergencia Para Los Medios De Egreso

La iluminación de emergencia debe estar continuamente en funcionamiento o funcionar de forma repetida y automática sin intervención manual, en caso de corte de energía eléctrica, para una evacuación fácil y segura.

1.2.3.2 Señalización De Emergencia

Los indicativos deben mostrar de modo permanente la ubicación de los medios de protección contra incendios como: las rutas de evacuación, puertas principales y salidas de emergencia durante la evacuación.

1.2.3.3 Extintores Portátiles Contra Incendios

En todo establecimiento donde se almacene material por largos períodos deben contar con extintores de incendio del tipo adecuado para los materiales almacenados y para la clase de riesgo que representan.

¹ Fuente luminosa que emite una serie de destellos muy breves en rápida sucesión.

1.2.3.4 Boca De Incendio Equipada

Debe estar equipada con: manguera de incendios, pitón² y gabinete de incendio.

Para la adecuación de los diferentes medios de prevención es necesario la clasificación de actividades y productos de la empresa para elegir las normativas sobre protección de incendios adecuadas para la clasificación del riesgo que presenta según sus características.

1.2.4 Control y monitoreo

El Control y monitoreo, de los sistemas a diseñar es de suma importancia debido a que por medio de estos se puede conocer el estado de cada uno de los dispositivos y de las variables que los activan. Para estos propósitos existe software que permite procesar la información del proceso y presentarla de forma amigable en una pantalla.

1.2.4.1 Interfaz humano máquina (HMI)

HMI son las siglas en inglés de “Human Machine Interface” cuya traducción es Interfaz Hombre Máquina. Consiste en la supervisión y control de procesos en un panel de operador mediante pantallas animadas.

Los sistemas HMI son utilizados para el monitoreo, control y supervisión. Las señales del procesos son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en la PC, PLC's (Programador Lógico Programable), RTU (Unidades Terminales Remotas), o DRIVE's (Variadores de velocidad de motores). Todos estos dispositivos deben tener una comunicación compatible con el dispositivo HMI.

El sistema HMI cuenta con funciones como:

² Válvula de acople entre hidrante y manguera

Monitoreo.- Se emplea para obtener y mostrar datos del proceso en tiempo real, estos datos pueden mostrarse de diferentes formas de tal manera que la lectura se interprete con facilidad, pueden ser números, gráficos o texto.

Supervisión.- Función que permite ajustar condiciones de trabajo en el proceso desde donde se está monitoreando.

Alarma.- Capacidad para registrar condiciones particulares que son reportados en el panel de control.

Control.- Capacidad de ajustar parámetros en el proceso y controlar variables.

Histórico.- Capacidad para almacenar datos del proceso y mostrarlos.

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Estado y ubicación de las naves de almacenamiento

En la actualidad las instalaciones de las bodegas están conformadas por tres naves para almacenamiento y una nave para embotellado, las cuales no cuentan con ningún tipo de sistema de detección y alarma contra incendios, son de construcción plana mixta, se encuentra emplazado en un entorno urbano, ocupando la parte esquinera de la manzana, con tráfico vehicular alto por un lado de la manzana (HuayanaiÑan) y tráfico vehicular bajo, por la calle oriental (OtoyaÑan).

Debido al alto grado de peligro que representa una bodega de licores es de suma importancia que estas cuenten con un sistema de detección de incendios para prevenir, controlar y estar preparada para evitar cualquier desastre, que podría ocasionar pérdidas humanas, daños materiales, discontinuidad en sus labores, contaminación del medio ambiente o poner en riesgo a la comunidad.

En todo lugar de trabajo del establecimiento se deberá tomar medidas de prevención, diseñar una estrategia para la elaboración y puesta en marcha de medidas de seguridad y así disminuir riesgos laborales.

2.2 Infraestructura bodegas Ilsa S.A.

La superficie total del terreno comprende 22500 m², la cual está dividida en diferentes áreas como: garita de guardianía, bodegas, lavadora de botellas, construcción de área social, jardines, entre otras.

Cada bodega tiene un área aproximada de 1500 m², el espacio de parqueo 800 m², el área de jardines 14500 m².

2.2.1 Tipo de instalación

Las instalaciones son de construcción mixta esto es: columnas y base del techo de estructura metálica, paredes de ladrillo y bloque y cobertura para techo de tipo Eternit.

Figura 1: Infraestructura bodegas



Imagen: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal.

Riesgos sobre la estructura del edificio:

Tabla 1: Riesgos en la estructura

Fenómeno o indicador	Posibles riesgos	Situación de peligrosidad
Aparecimiento de fisuras	Debilitamiento de las paredes	Caída, desprendimientos
Deformaciones	Debilitamiento de la estructura	Caída, desprendimientos
Filtraciones	Debilitamiento de las paredes	Caída, desprendimientos, contaminaciones
Anomalías en el funcionamiento de los desagües	Debilitamiento de la estructura y filtraciones	Contaminaciones, inundaciones, peligro biológico

Fuente: (Zambrano, 2013)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

2.3 Material almacenado

Por ser una bodega de almacenamiento se tiene materiales e insumos para su proceso en ILSA S.A. Planta. Se presenta los niveles de los agentes que intervienen en el inicio del fuego con respecto a la materia prima almacenada.

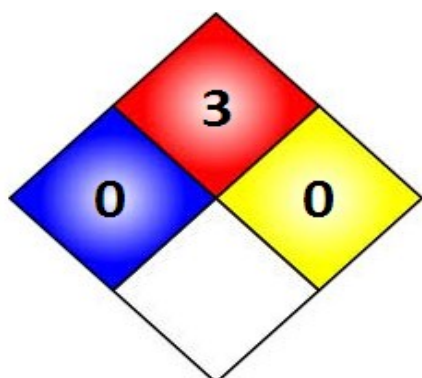
Tabla 2: Material peligroso (inflamable)

Material	Cantidad	Frecuencia de uso	Flamabilidad	Toxicidad	Reactividad
Alcohol	1530000	Semestral	3	0	0

Fuente: (Zambrano, 2013)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Figura 2: Rombo NFPA para alcohol Etilico



Fuente: (NFPA, 2007)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

El potencial calorífico de los materiales almacenados se calcula a partir de las variables ccl que representa el calor de combustión expresado en Kilo calorías sobre Kilogramo (kcal/kg) y Mgl es el peso de cada producto expresado en Kilogramos (Kg).

Tabla 3: Cálculo de la carga combustible

POTENCIAL CALORÍFICO POR UNIDAD DE ÁREA CALCULO DE LA CARGA COMBUSTIBLE			
Tipo de producto	Cantidad de producto	Tamaño/ área	
Material	cc1: calor de combustión en Kcal/Kg	Mg1: Peso de cada producto en Kg.	cc1 * Mg1
Madera, barriles	4.500	1107382	4983219000
Cartón. Papel,	4.000	12893	51572000
Plásticos	10.600	2945	31217000
Alcohol	7102	736748	5232384296
		Suman	10298392296

Fuente: (Zambrano, 2013)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal.

2.4 Clasificación de zonas peligrosas

Para la seguridad tanto del personal laboral como de los equipos, los espacios de trabajo se clasifican según el tipo de sustancia almacenada:

Tabla 4: Clasificación de áreas peligrosas

TIPO	SUSTANCIA
Clase I	Gases, vapores y líquidos inflamables
Clase II	Polvo inflamable
Clase III	Fibras Volátiles

Fuente: (Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2009), (Techno-Ind, 2011)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

A su vez, cada clase se subdivide de acuerdo a la probabilidad de presencia de ambiente inflamable en: zonas según el IEC (International Electrotechnical Commission) o en divisiones según NEC (Código Eléctrico Nacional).

Tabla 5: Subdivisión de clases según IEC y NEC

CLASE	MATERIAL PELIGROSO	IEC	NEC
Clase I	Gases o vapor	Zona 0 Zona 1 Zona 2	División 1 División 2
Clase II	Polvo	Zona 1-0 Zona 2-0	División 1
		Zona 1-1 Zona 2-1 Zona 2-2	División 2
Clase III	Fibra	Zona 1-0 Zona 2-0	División 1
		Zona 1-1 Zona 2-1 Zona 2-2	División 2

Fuente: (Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2009), (Techno-Ind, 2011)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

- Zona 0: Presencia permanente o durante largos períodos.
- Zona 1: Susceptible de formarse en condiciones normales de trabajo (incluido mantenimiento).
- Zona 2: Presencia poco probable, y pocos períodos.
- División 1: Puede producirse gases o vapores inflamables cuando se este efectuando una reparación, se presente una avería o un funcionamiento defectuoso.
- División 2: Situaciones en las que existen líquidos inflamables o pueden producirse gases y vapores también inflamables, por lo general en un ambiente cerrado prevista por una ventilación mecánica positiva.

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS NORMATIVO Y TEÓRICO

3.1 Fundamentos normativos

En el documento se cita las principales normas vigentes tanto internacionales como locales, si bien el registro oficial número 114 es un compendio de NFPA, INEN y otras normas, la reglamentación UL indica que los dispositivos están probados en un laboratorio y tienen certificación.

3.1.1 NFPA

La NFPA “National Fire Protection Association” es una organización internacional sin fines de lucro, dedicada a fomentar la seguridad pública, reconocida como principal organismo en la prevención de incendios a nivel mundial, en nuestro país los códigos de seguridad en el ámbito de sistemas contra incendios son un compendio de las normas sobre seguridad industrial de la NFPA.

NFPA 72

NFPA 72 abarca habitaciones, pasillos, áreas de almacenamiento, sótanos, altillos, entresijos y espacios sobre el cielo raso tales como áreas de circulación de aire utilizadas como parte de sistemas de aire acondicionado, calefacción y ventilación. Esto también considera closets, columnas de ascensores, espacios cerrados de escaleras, montacargas de servicio, tolvas y otras divisiones y/o espacios confinados accesibles.

La NFPA 72 código internacional de diseño de sistemas de detección y alarmas de incendio, presenta los requerimientos mínimos para las instalaciones de sistemas de alarmas de incendios cubriendo también con la inspección y mantenimiento.

NFPA 72 3-8.6.1.2: Limita el número de dispositivos de iniciación a veinte (20) en una sola zona.

NFPA 72 Apéndice A-1-5.7.1: Sugiere que el máximo número de metros cuadrados en una sola zona debe estar limitado a no más de 1858 m².

NFPA 4-5.3 y sub. 1996. Compensación de deriva (dirty slope) / Alerta de mantenimiento (3-8.4 NFPA72)

NFPA 72 5-3.3.2 Sensibilidad ajustable por detector.

NFPA 72 7-3.2.1 1996. La sensibilidad del sensor será probada dentro de 1 año después de la instalación y a partir de allí una vez cada dos años. (NFPA, 2007)

NFPA 72 establece también que los dispositivos de notificación de alarma (incluso detectores de humo con señal sonora) generen tono temporal de 3 pulsos como señal de evacuación, como se describe en la norma ANSI S3.41 (Señales sonoras para evacuación de emergencia).

3.1.2 Registro oficial 114.

En el Ecuador, el ente regulador para la instalación de sistemas de protección contra el fuego es el Cuerpo de bomberos, el cual adopta el reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios, en el registro oficial edición especial número 114, emitida el día jueves 2 de abril del 2009 que está basado en normas internacionales NFPA y en normas técnicas ecuatorianas.

Capítulo 1

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

Adicionalmente esta norma se aplicará a aquellas actividades que por razones imprevistas, no consten en el reglamento, en cuyo caso se someterán al criterio técnico profesional del cuerpo de bomberos.

Capítulo 2

Artículo 22.- El sistema de iluminación de emergencia debe disponerse para proporcionar automáticamente la iluminación requerida en los siguientes casos:

Corte del suministro de energía eléctrica, apertura del disyuntor interruptor de circuito o fusible y cualquier acto manual, incluyendo la apertura de un conmutador que controla las instalaciones de iluminación manual.

Artículo 23.- La iluminación de emergencia debe proporcionar un periodo mínimo de sesenta minutos en el caso de corte de energía.

Artículo 24.- El sistema de iluminación de emergencia debe estar continuamente en funcionamiento o funcionar de forma repetida y automática sin intervención manual.

Artículo 29.- Todo establecimiento de trabajo, comercio, prestación de servicios, alojamiento, concentración de público, parqueaderos, industrias, transporte, instituciones públicas y privadas, hospitalarios, almacenamiento, expendio de combustibles, explosivos, manejo de productos químicos peligrosos y de toda actividad que represente riesgo de incendios; debe contar con extintores de incendio del tipo adecuado a los materiales usados y a la clase de riesgo.

Artículo 223.- Detección y alarma de incendios

Sistema que tiene como función activar una instalación de respuesta ante la iniciación de un incendio o avisar a las personas posiblemente afectadas. Todo sistema de detección y alarma de incendios debe estar instalado

cumpliendo lo especificado en las normas NFPA 70 Y 72, Debe estar compuesta por:

- a) Central de detección y alarma, donde se reflejará la zona afectada, provista de señales ópticas y acústicas (para cada una de las zonas que se proyecten), capaces de transmitir la activación de cualquier componente de la instalación;
- b) De no encontrarse permanentemente vigilada debe situarse en zona o sector de riesgo nulo y transmitir una alarma audible a la totalidad del edificio;
- c) Los puestos de control de los sistemas fijos contra incendios deben estar conectados con la central de alarma, si hubiere;
- d) Los detectores deben ser del tipo que se requiera en cada caso, estos deben estar certificados por organismos oficialmente reconocidos para ello;
- e) Fuente secundaria de suministro de energía eléctrica que garantice, por lo menos, 24 horas en estado de vigilancia más 30 minutos en estado de alarma; y
- f) Cuando una instalación de pulsadores de alarma de incendios esté conectada a la central de detección y alarma, esta debe permitir diferenciar la procedencia de la señal de ambas instalaciones. (Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2009)

3.1.3 Normas UL.

UL “Underwriters Laboratories”, Fundada hace más de 110 años, es una empresa independiente la cual se dedica a la ciencia de la seguridad, promociona entornos de trabajo seguros.

“UL cuenta actualmente con más de 6,000 empleados, más de 1200 normas de producto desarrolladas y más de 21,000 millones de productos certificados en todo el mundo”. (UnderWriters Laboratories, 2013)

UL certifica, valida, ensaya, audita, asesora y capacita, la cadena de suministros en cuestiones reglamentarias y de cumplimiento, En cualquier parte del mundo, socios comerciales, distribuidores, consumidores y gobiernos confían en UL para adquirir y utilizar productos y servicios con la marca UL, la cual es sinónimo de elevados estándares de seguridad, rendimiento y calidad.

3.2 Sistema de detección de incendios

Son sistemas capaces de detectar una condición de siniestro, de vital importancia en una edificación pues indican la presencia de riesgo por la presencia de fuego en una infraestructura, ayudan a dar aviso de peligro y a controlar el incendio suscitado.

3.2.1 Tipos de sistemas de detección

Existen tres formas de detectar un incendio:

- Humana.
- Automática.
- Mixta.

3.2.1.1 Detección humana

Permite la detección de un incendio y su respectiva alarma de forma personalizada por medio de personal capacitado que accionan las estaciones manuales las cuales no necesariamente tienen que estar conectadas a un panel, simplemente son interruptores que activan una sirena, este sistema es muy limitado ya que requiere de vigilancia constante en las diferentes zonas de una edificación.

3.2.1.2 Detección automática

El funcionamiento de este sistema permite la detección, localización y puesta en marcha del plan de emergencia programado, accionando los dispositivos fijos de alarma y extinción.

En la actualidad para la detección de incendios automática podemos encontrar tres alternativas tecnológicas:

➤ **Convencional**

Este sistema es uno de los más utilizados en medianas y pequeñas construcciones por su facilidad de manejo, máxima duración y mínimo mantenimiento.

Los paneles desarrollados para este tipo de sistemas trabajan por zonas, que van desde 1 hasta 100, determinada por el fabricante y un número de 20 dispositivos asociados por zona.

Una zona consiste básicamente en los dispositivos de iniciación de acción o de control pertenecientes a un área específica de cada edificación, los elementos de iniciación informan al panel de control una situación de siniestro, por ejemplo: pulsador de emergencia, diferentes tipos de detectores.

Los dispositivos son de dos estados: encendido y apagado, cada uno con un nivel de sensibilidad determinado de fábrica.

Este sistema tiene la capacidad de expandirse utilizando módulos expansores³ diseñados por cada fabricante.

➤ **Convencional direccionable⁴**

Este tipo de sistema surge a partir de la necesidad de identificar el área específica en la cual se ha producido un incendio, logrando así mejorar el sistema convencional que solo informa el estado de los dispositivos asociados a una determinada zona.

Para lograr este avance los fabricantes desarrollaron una tecnología que se basa en comunicación de tipo serie, logrando establecer un canal de datos entre los dispositivos de detección y actuación, esta comunicación se la denomina SLC (signal

³ Dispositivos electrónicos que aumentan la capacidad de un sistema

⁴ Sistema capaz de dar dirección única a los dispositivos asociados

line circuit), la cual incorpora un mayor número de elementos en un lazo o bucle que reemplaza a las denominadas zonas de un sistema convencional.

Un SLC (Circuito de línea de señales *traducción al idioma español*) es precisamente un circuito en el cual se conectan todos los elementos asociados a un lazo, llamados puntos, capaces de informar al panel de control de una situación de iniciación (alarma de fuego), el panel es capaz de obtener niveles de información de un punto específico, desde su activación con la ubicación exacta hasta los datos de operación, actuación y funcionamiento. Cada circuito SLC suministra potencia, supervisión y comunicación a cada elemento perteneciente al lazo.

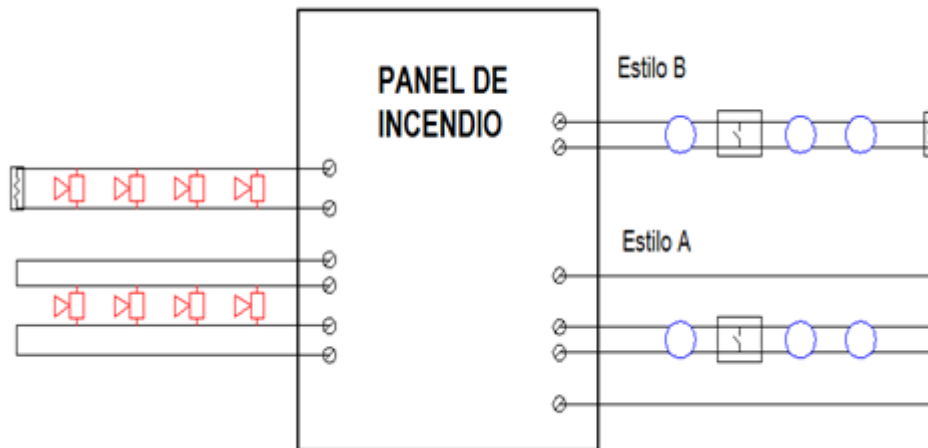
Un punto es un componente del sistema convencional direccionable que puede ser de iniciación o de control, cada elemento posee identificación, llamada dirección, la cual se utiliza para controlar otras funciones, un punto de iniciación son los dispositivos asociados a la detección y alarma de un incendio, un detector, una palanca de aviso o una válvula de flujo, en cambio un punto de control es aquel que por medio del panel de control realiza una acción asociada con el plan de emergencia como abrir puertas, activar una sirena, u otras acciones.

En la actualidad existen dos tipos de conexión para un SLC que son de tipo A y de tipo B.

Conexión tipo A.- Se lo conoce como estilo 6 según la norma NFPA, necesita de 4 hilos, dos de salida y dos de retorno, formando un canal de comunicación en lazo cerrado, no permite ramificación tipo T (ver **figura 23**), el ramal no debe exceder los 50 ohms.

Conexión tipo B.- También conocido como estilo 4 en la norma NFPA, posee dos hilos de comunicación con resistencia terminadora, permite ramificación en T y puede existir varias ramas pero limitándose a la distancia y la resistencia del lazo, la resistencia total de cada rama no debe exceder los 50 ohms.

Figura 3: Estilo de conexiones NFPA 4 Y 6 (estilos A y B)



Fuente: (NFPA, 2007)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

La capacidad de un sistema convencional direccionable está establecido por la cantidad de lazos que posea, en este caso también está determinada por los diferentes fabricantes, existen paneles con más de dos lazos y cada lazo supera los 100 dispositivos direccionables asociados.

➤ **Análoga direccionable**

El problema fundamental de los sistemas de detección de incendios es la generación de falsas alarmas. En la actualidad los fabricantes de dispositivos para este sistema han desarrollado tecnologías que permiten mejorar la velocidad de detección, evitando la activación innecesaria del sistema de alarma.

Se facilita la integración con otros sistemas de seguridad de una edificación como iluminación, calefacción, movimiento, mejorando notablemente la conectividad.

A diferencia del sistema convencional direccionable, el sistema analógico utiliza sensores en vez de detectores, logrando no solo detectar un incendio o enviar su dirección sino también tiene la capacidad de informar a la central los parámetros en cantidad de temperatura o cantidad de humo en niveles predeterminados, el sensor análogo direccionable es un dispositivo iniciador que informa los niveles de condición de las variables físicas medidas.

El panel análogo direccionable de control es capaz de realizar tareas de compensación a la deriva y sensibilidad ajustable por sensor.

Compensación a la deriva.- Los factores contaminantes del medio ambiente son las principales causas de iniciación de falsas alarmas, el polvo en especial genera suciedad en los dispositivos, la compensación a la deriva ajusta automáticamente al sensor para mantener una sensibilidad constante, compensando el nivel del umbral establecido por el programador, el límite de compensación se lo denomina “alerta de mantenimiento”, dependiendo del fabricante este límite se lo considera como una alarma o se señala la condición y el sistema sigue funcionando, pero el sensor puede no reportar los datos correctos.

Sensibilidad ajustable por sensor.- Para lograr una detección temprana, los sistemas con mayor tecnología ofrece la posibilidad de cambiar la sensibilidad de los sensores dentro de una gama establecida, el programador establece el umbral en el rango de los parámetros pre-establecidos, el nivel de sensibilidad es una cifra más exacta medida en porcentaje o en valores análogos.

El panel reconoce los valores programados de umbral y datos análogos y se encarga de tomar la decisión de dar aviso o alarma según las condiciones.

3.2.1.3 Detección mixta

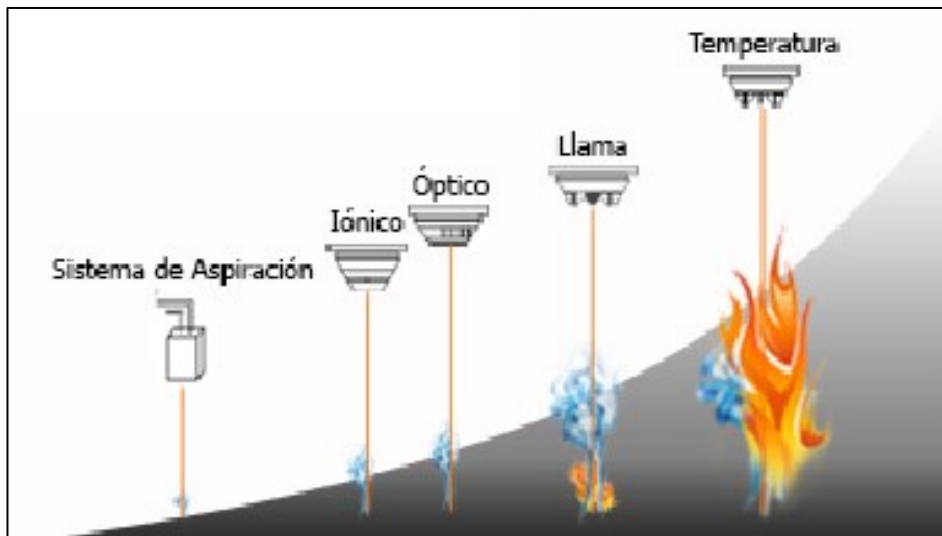
Este tipo de sistema combina la detección humana y la detección automática, los sistemas electrónicos de detección poseen dispositivos de activación manual, el personal de vigilancia puede accionar el iniciador en el momento de riesgo de incendio que no haya sido registrado por el sistema automático.

3.2.2 Clases de detectores

La presencia de fuego se manifiesta a través de algunos fenómenos como: gases, humo, temperaturas elevadas, radiación sea; infrarroja, uv (ultra violeta) o visible.

A partir de la sucesión en las que los fenómenos van apareciendo se puede realizar la clasificación de los tipos de dispositivos.

Figura 4: Tipos de detectores según la propagación de incendio



Fuente: (Fire Safety & Security, 2013)

3.2.2.1 Detector de gases

Detectan gases de combustión, es decir partículas visibles o invisibles liberadas en un incendio.

➤ Detector de gases por ionización

Se los denomina iónicos o de ionización pues poseen dos placas cargadas positiva y negativamente, además cuenta con un material radioactivo para ionizar el aire, estas partículas de aire chocan con las placas generando una corriente, denominada intensidad de funcionamiento. Las partículas de combustión son más grandes que las partículas de aire ionizadas, cuando las partículas de combustión y las del aire ionizado colisionan, se genera un decremento en la intensidad de funcionamiento y cuando ésta sea inferior al valor preestablecido, se produce una señal de alarma.

3.2.2.2 Detectores de humo fotoeléctricos

La característica principal y apreciable al ojo humano, de la presencia de fuego es el humo.

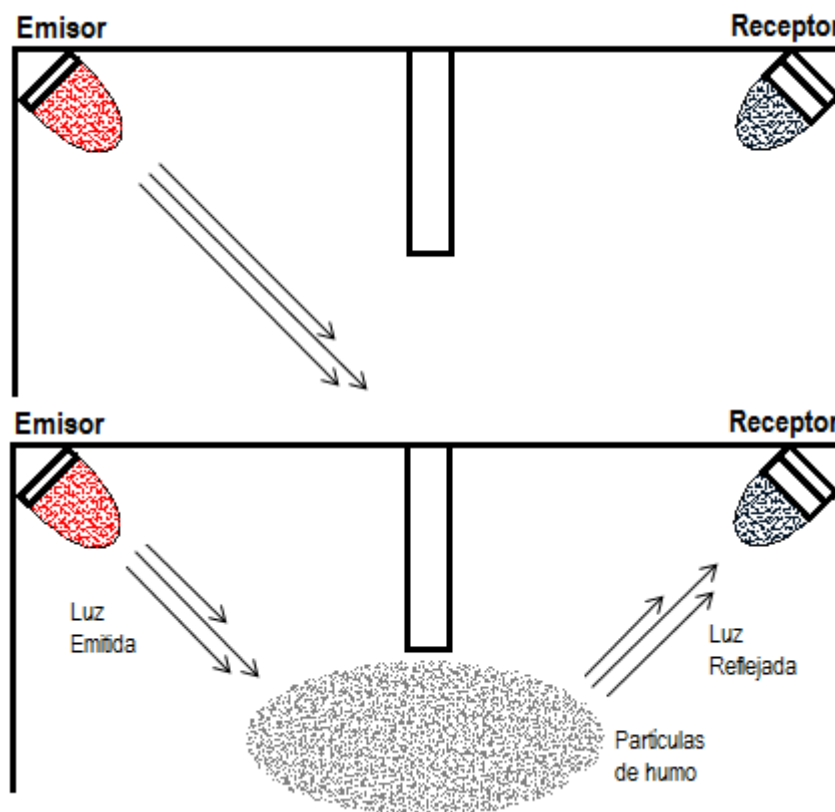
Estos dispositivos son fotoeléctricos pues su funcionamiento se basa en la emisión de luz desde un receptor a un emisor, el humo oscurece o bloquea completamente el

medio en el que se transmite la luz visible, además el humo tiene la capacidad de dispersar la luz cuando las moléculas de luz se refractan en las moléculas de humo.

➤ **Detector de humo por dispersión de luz**

Este tipo de detector fotoeléctrico tiene cobertura puntual indirecta, que es incidir un haz de luz desde un foto emisor, sobre un área que no esté en el rango normal de captación del foto receptor respectivamente, por lo general emisor y receptor son fotodiodos. Su principio de funcionamiento se basa en incidir el haz de luz del emisor sobre las partículas de humo, éstas se refractan y se reflejan sobre el receptor, se genera una señal eléctrica la cual es amplificada y utilizada para dar alarma de incendio.

Figura 5: Funcionamiento detector de humo por dispersión de luz



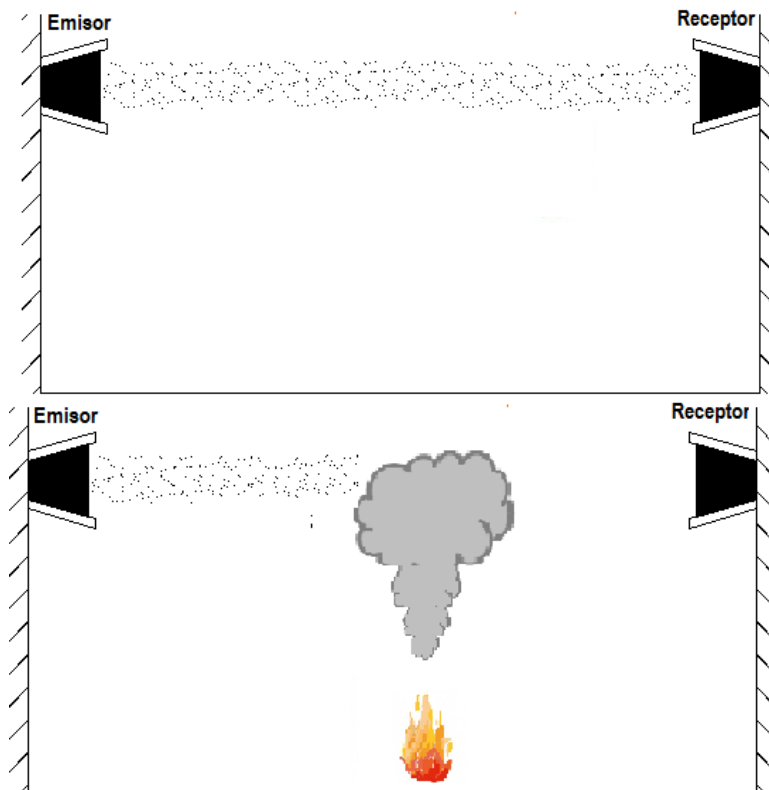
Fuente: (RNDS, 2013)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

➤ **Detector de humo por oscurecimiento**

Este tipo de dispositivo posee cobertura puntual directa o localizada, es decir, el haz de luz incide directamente desde el emisor al receptor, en línea recta, cubriendo un área mucho más grande, mejorando así al detector por dispersión de luz que cubre solo un área puntual o específica. Cuando las partículas de humo bloquean total o parcialmente el haz de luz se genera una corriente, que comparada con el valor predeterminado, se genera la señal de alarma. Por lo general este tipo de dispositivos barre el área a proteger con el haz de luz generado por el foto-emisor.

Figura 6: Funcionamiento detector de humo por oscurecimiento



Fuente:(RNDS, 2013)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

3.2.2.3 Detectores térmicos

Conocidos también con el nombre de detectores de temperatura, se los utiliza en áreas que exista concentración de humos o polvo en suspensión, diferentes vapores generados por calderas, en las cuales no se puede instalar detectores de humo.

El detector térmico se activa con el incremento de la temperatura en una unidad de tiempo o cuando supera el umbral establecido por el programador.

El detector térmico se instala en lugares en los que se prevea un incendio de categoría rápida, en los cuales los detectores de humo generan falsas alarmas

3.2.3 Consideraciones para ubicación de detectores

Las normas NFPA hacen referencia a la instalación de detectores, mas no a la distribución de los mismos, pues las consideraciones se rigen a las normas UL propias de cada dispositivo.

Las pruebas realizadas por UL, han fijado los requerimientos mínimos en cuestión de cantidad, ubicación y distribución de dispositivos por superficie a cubrir, dichas normas deben asegurar la invulnerabilidad de las personas que se encuentren en un área en la cual corre el riesgo de inicio de incendio.

Consideraciones generales

- Leer los manuales de los dispositivos a instalar y verificar que cuenten con certificación UL
- Los detectores de incendios se deben colocar en lugares estratégicos en los cuales se pueda generar un siniestro.
- Los detectores no deben instalarse en espacios de aire muerto, cerca de salidas de ventilación o aire acondicionado.
- Para instalaciones en pared se debe montar a una distancia entre 10 y 30 centímetros desde el borde superior del dispositivo al techo.

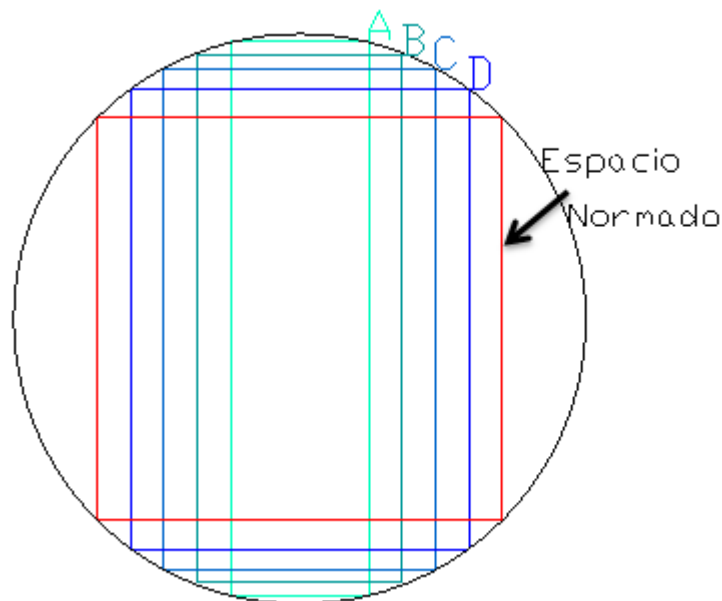
3.2.3.1 Área de cobertura

Cada dispositivo presenta su rango de operatividad normado por UL, estas características son esenciales al momento de instalar más de dos componentes en una misma edificación.

➤ **Detectores de acción radial**

Los detectores de humo fotoeléctricos o iónicos, también presentan esta característica, existen dispositivos con un área a proteger de 12.87 metros de diámetro. Sin embargo se presenta un área de cobertura normada por UL para instalaciones de más de un dispositivo.

Figura 7: Área cobertura detector radial



Fuente: (UnderWriters Laboratories, 2013)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Tabla 6: Dimensiones áreas de cobertura detector radial

	LARGO	ANCHO	ÁREA TOTAL
A	3.1m	12.5m	38.1m ²
B	4.6m	11.9m	54.3m ²
C	6.1m	11.3m	68.8 m ²
D	7.6m	10.4m	78.9m ²
Espacio normado	9.1m	9.1m	83.6m ²

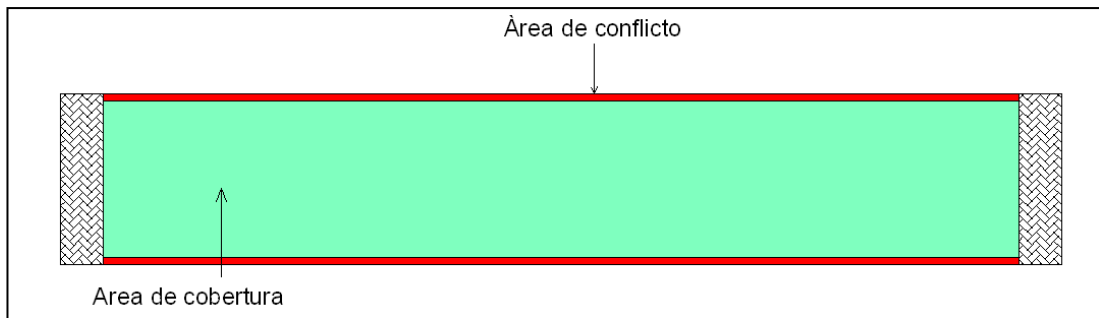
Fuente: (UnderWriters Laboratories, 2013)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

➤ **Detectores de acción lineal**

El alcance de los detectores lineales de haz de luz, va desde 9.2 a 106.8 metros entre emisor y receptor, dependiendo del fabricante y un espaciado entre dispositivos de hasta 20 metros, de igual forma UL norma una separación de 18.3 metros entre sistemas.

Figura 8: Área cobertura detectores lineal haz de luz



Fuente: (UnderWriters Laboratories, 2013)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Tabla 7: Dimensiones áreas e cobertura detector lineal haz de luz

	LARGO	ANCHO	ÁREA TOTAL
ALCANCE CORTO	9.2m	20m	184m ²
ALCANCE LARGO	106.8m	20m	2136m ²
NORMADO CORTO	9.2m	18.3m	168.36m ²
NORMADO LARGO	106.8m	18.3m	2942.64m ²

Fuente: (UnderWriters Laboratories, 2013)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

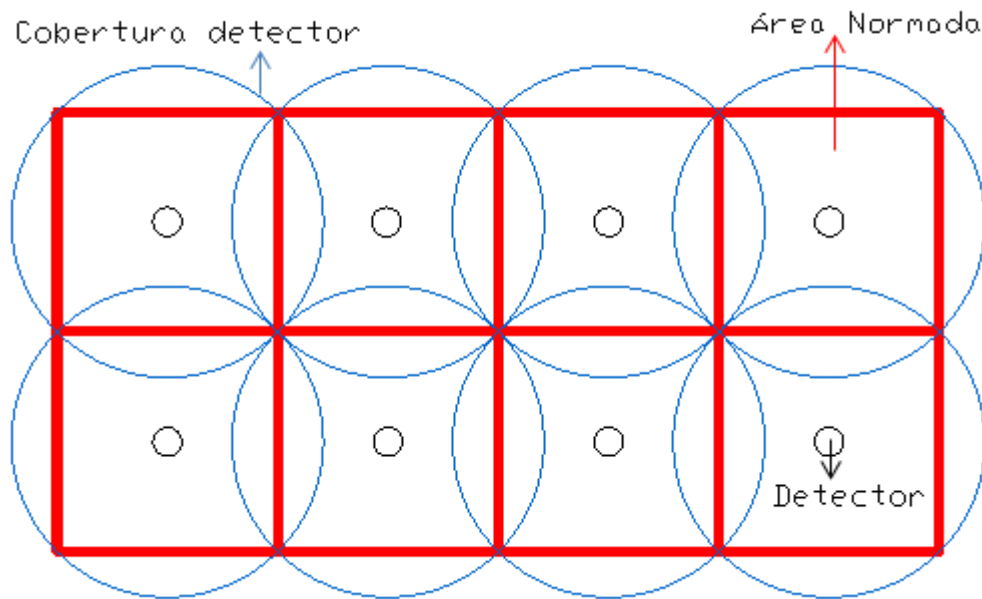
3.2.3.2 Consideraciones en Instalación

La ubicación y espaciamiento entre detectores es primordial en el diseño de un sistema de detección de incendios.

➤ **Detectores de acción radial**

Se presenta la norma en un área extensa donde se necesita instalar más de un dispositivo.

Figura 9: Área extensa, varios dispositivos

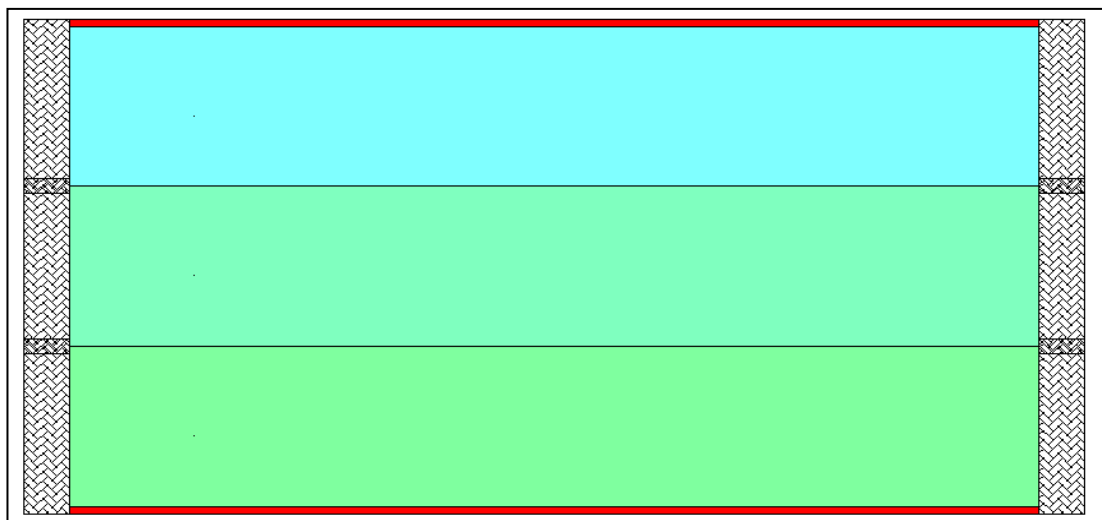


Fuente: (UnderWriters Laboratories, 2013)
Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

➤ **Detectores de acción lineal**

Se muestra la separación normada y propia entre sistemas

Figura 10: Unión de sistemas detección lineal



Fuente: (UnderWriters Laboratories, 2013)
Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

3.3 Sistema de alarma de incendios

Este sistema debe procesar las señales recibidas y/o fallas detectadas, generando alertas de forma audible y visual.

3.3.1 Tipos de sistemas de alarma

Los sistemas de alarmas se van a clasificar de acuerdo a diferentes consideraciones como:

- Por su respuesta
- Por su instalación eléctrica
- Por su aplicación

3.3.1.1 Por su respuesta:

Son tres y se basan en la forma en que proveen su información.

➤ Alarmas conectadas a una central de monitoreo

Provee de un servicio de monitoreo del sistema de alarma adicional al panel de control, que corresponde a compañías de seguridad.

La central de monitoreo está vigilante del sistema de manera permanente, permitiéndole saber el estado del mismo, tanto de los dispositivos de detección como de notificación o acción, de esta manera puede estar al tanto de una acción determinada y tomar las medidas correspondientes después de haber verificado la información recibida, evitando posibles falsas alarmas.

➤ Alarmas sin conexión a una central

Actualmente los sistemas de alarma sin conexión a una central prestan las mismas utilidades que una que está conectada a una central receptora, ya que puede obtener la información detallada del estado del sistema sin intermediarios.

➤ **Alarmas GSM**

Es un sistema de alarma que mediante la tecnología GSM (*groupe spécial mobile*), (Sumiseran S.L, 2013) informa a un dispositivo móvil cuando sucede algo inesperado. Se puede instalar en cualquier lugar, aunque el lugar de instalación no disponga de línea telefónica fija. Su avanzada tecnología permite realizar avisos a receptores tanto de telefonía fija como móvil, o si se lo requiere a una Central Receptora.

3.3.1.2 Por su instalación eléctrica:

Estas dependerán especialmente del tipo de construcción donde se vaya a instalar y se diferencia por el tipo de comunicación entre los dispositivos y el panel.

➤ **Alarmas cableadas**

Este tipo de alarmas son menos costosas pero requiere mucho más tiempo para su instalación.

Al igual que el sistema de detección requiere de un circuito eléctrico de dos hilos o cuatro hilos que va conectado a cada dispositivo y estos al panel de control. (Ver sistema direccionable, página 17)

➤ **Alarmas inalámbricas**

El sistema de alarmas inalámbrico requiere de una frecuencia de radio para comunicarse con los dispositivos de notificación.

Utilizan un sistema redundante bidireccional que permite la comunicación entre el panel de control y los dispositivos detectores y de alarma.

3.3.1.3 Por su aplicación:

Se basan en la magnitud de la infraestructura a instalar y en la robustez de los dispositivos utilizados.

➤ **Alarmas residenciales**

Las alarmas residenciales usualmente son básicas y el sistema de notificación viene incluido en cada dispositivo detector. Al activarse el sensor emite una señal sonora que alerta a las personas incluso en caso que estén dormidas.

➤ **Alarmas industriales**

De acuerdo a las características de la empresa y de la actividad que realiza se determina los dispositivos a utilizar.

El sistema de alarma debe contar con un panel de control que reporte los eventos de los diferentes dispositivos detectores, y de acuerdo a estos realizar las acciones correspondientes como activar alarmas sonoras y lumínicas que cubran toda el área donde exista personal. Por lo que los dispositivos de notificación son de mayor tamaño y existen en mayor cantidad.

3.3.2 Tipos de dispositivos de notificación

Se refieren a los elementos del sistema de alarma, que generan las señales correspondientes de aviso, después que el panel de control ha detectado la activación de un sensor, la falla de algún dispositivo o irregularidad en el sistema.

Los dispositivos notificación pueden ser:

- Sonoros
- Lumínicos
- Mixtos

3.3.2.1 Dispositivos de notificación sonora

Los dispositivos de notificación sonora tienen un nivel acústico muy fuerte que usualmente va entre los 100 y 130 dβ, ya que deben ser capaces de alertar a una persona sin que el ruido ambiental interfiera o despertarla en el caso que esté dormida, pero sin causar daños en el sistema auditivo.

➤ Fuentes sonoras

Los dispositivos de notificación sonora pueden tener diferentes fuentes de emisión como:

Campana.- La campana electrónica o timbre electrónico es capaz de provocar una señal acústica al circular corriente por un electroimán que controla una terminación en forma de martillo que golpea una campana.

Sirena.- Se refiere a la sirena electrónica, que posee una unidad de control, la cual almacena en su interior la secuencia de tonos de alerta correspondiente, generalmente estos dispositivos funcionan con un circuito integrado NE556 conectado a altavoces.

Bocina.- Este dispositivo es un transductor electromecánico, que reproduce sonidos a partir de señales eléctricas, es decir convierte los impulsos eléctricos en movimientos mecánicos y a estos los convierte en ondas sonoras.

3.3.2.2 Dispositivos de notificación lumínicos

Los dispositivos de notificación lumínicos o visuales son las llamadas también luces estroboscópicas, estas dan alerta de siniestro especialmente a personas que tienen problemas auditivos, además son una guía cuando las vías de evacuación se encuentran sin luz ya sea por falta de energía eléctrica o por que el flagelo ha provocado demasiado humo.

➤ Fuentes luminosas

Los dispositivos de alarma visuales pueden tener tres tipos de fuentes luminosas:

Incandescente.- Esta consta de una lámpara incandescente convencional que produce luz mediante el calentamiento de un filamento metálico y se lo combina adicionalmente con un circuito llamado estroboscopio que estabiliza su intensidad y parpadeo, para maximizar su rendimiento se utiliza un denominado lente Fresnel que

concentra la luz de la lámpara en un punto y aumenta de manera exponencial su densidad energética.

Xenón.- Esta fuente emplea un tubo lleno de gas de xenón que emite luz al recibir una descarga eléctrica, funciona con alto voltaje, para lo que utiliza un circuito inversor y al igual que la fuente incandescente mejora su densidad energética utilizando un lente Fresnel, además utiliza también el mismo circuito que estabiliza su intensidad y parpadeo.

LED.- utiliza un diodo emisor de luz (Light-Emitting Diode) que libera energía en forma de fotones al polarizarlo en forma directa, este dispositivo para generar luz necesita muy poca corriente sin embargo su potencia de iluminación es baja comparada con las anteriores fuentes por los que es mejor utilizarla como indicador en el panel.

3.3.2.3 Dispositivos de notificación mixtos

Este tipo de dispositivos de notificación son los más utilizados ya que unen las características de los dispositivos de alarma sonora y lumínico.

Ambos dispositivos pueden ser utilizados para dar aviso de diferentes niveles de alarma.

3.3.3 Consideración para ubicación de alarmas

Las principales consideraciones que debemos tener en cuenta para ubicación de alarmas son las características de los dispositivos y las características del área que se pretende cubrir.

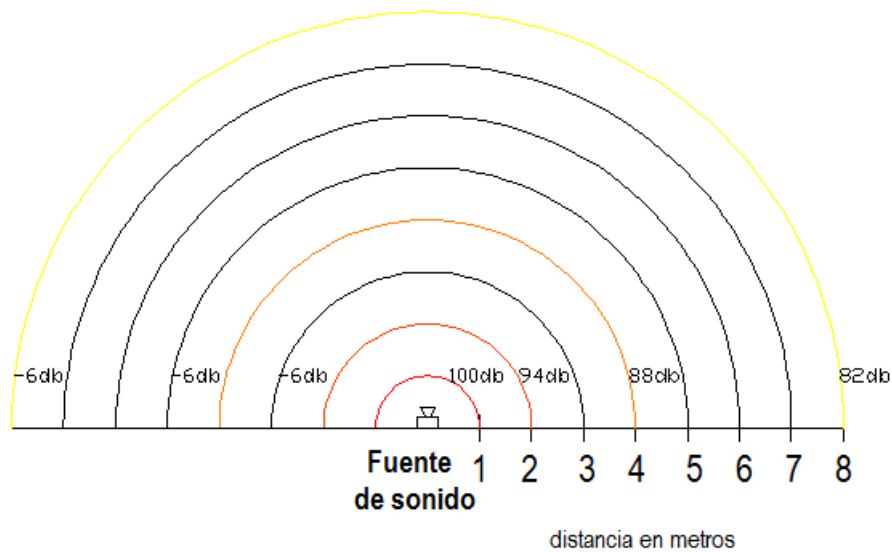
3.3.3.1 Eficacia y alcance de dispositivos sonoros

Para que exista una mayor eficacia y alcance de los dispositivos de notificación hay que tener en cuenta cuatro factores:

➤ **La distancia de alcance**

Los fabricantes detallan el nivel de sonido que produce cada dispositivo en Decibeles (dB), este nivel de sonido es medido a 1 m de distancia de la fuente sonora. Los dispositivos disminuyen su intensidad acústica en 6 dB al ser escuchados al doble de la distancia de donde se encuentran.

Figura 11: Reducción del nivel de sonido



Fuente: (e2S, 2010)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Tabla 8: Reducción del nivel de sonido

Distancia (m)	Reducción (dB)
1	0
2	-6
4	-12
8	-18
16	-24
32	-30
64	-36
128	-42
256	-48
512	-54

Fuente: (e2S, 2010)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

➤ **El área a cubrir**

Se debe establecer la zona que se quiere cubrir para determinar los decibeles de alarma a utilizar así como también la cantidad de dispositivos para optimizar recursos y evitar posibles daños por exceso de ruido.

Se recomienda realizar la ubicación de los dispositivos cada 15m para lograr tener un nivel de sonido uniforme en toda la instalación.

➤ **El ruido ambiental**

Se debe considerar que el dispositivo de notificación acústico tiene que superar al ruido ambiente de 5 a 15 dβ.

➤ **Las frecuencias del tono**

Este factor es muy importante de considerar sobre todo en ambientes industriales ya que las frecuencias altas en sitios industriales tienden a atenuarse drásticamente en comparación de las frecuencias más bajas.

3.3.3.2 Eficacia y alcance de dispositivos lumínicos

Los factores a tomarse en cuenta para que exista una mayor eficacia de los dispositivos lumínicos son cuatro:

➤ **El área a cubrir**

De acuerdo al área de distribución de cada zona a iluminar, se necesitan diferentes intensidades de las señales visuales, muchas de estas permiten seleccionar la intensidad requerida para una zona determinada. Se debe proporcionar una intensidad efectiva en el punto más lejano de 0,4037 lúmenes/m². La cantidad de luz que proporciona cada dispositivo lumínico se puede regular dependiendo de los requerimientos de la instalación.

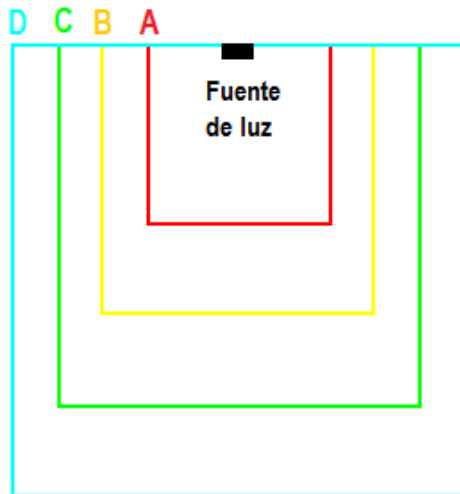
Tabla 9: Cobertura fuentes de luminosas

	Intensidad Efectiva (cd)	Cobertura máxima (m)
A	15	6.1x6.1
B	30	9.1x9.1
C	75	12.2x12.2
D	110	15.2x15.2

Fuente: (e2S, 2010)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Figura 12: Cobertura fuentes luminosas



Fuente: (e2S, 2010)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Se recomienda instalar los dispositivos visuales cada 13m y a 2.4 m del piso, para una mejor distribución y visualización.

➤ **El color del lente**

La eficacia y alcance de los dispositivos de alarma visuales van a depender especialmente del color de la señal visual, ya que el color del lente puede modificar la intensidad de la fuente luminosa como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 10: Eficacia de la intensidad de fuente luminosa según color de lente

FUENTE LUMINOSA	COLOR DEL LENTE					
	Transparente	Amarillo	Ámbar	Rojo	Azul	Verde
Xenón	100%	93%	70%	23%	24%	25%
Incandescente	100%	95%	70%	17%	17%	12%

Fuente: (e2S, 2010)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

➤ **La distancia de alcance**

Generalmente el flujo luminoso que es emitido por una baliza se reduce en 1/4 cada vez que se duplica la distancia de observación, esto se debe tomar en cuenta también para determinar la eficacia y alcance de los dispositivos.

➤ **La sincronización**

Las señales visuales se deben sincronizar unas con otras para lograr un mayor efecto de luz y evitar flashes sin control. Es importante tener en cuenta esta consideración ya que el producir señales luminosas descontroladas puede causar convulsiones en las personas propensas a esta.

3.4 Sistema de extinción de incendios

El sistema de extinción de incendios se basa en la forma con la cual se puede anticipar a una situación de peligro, sea de forma gráfica mediante señales, o con diferentes formas de combatir situaciones de un siniestro. En la actualidad existen sistemas de extinción autónomos que utilizan sprinklers⁵ también conocidos como rociadores automáticos como dispositivos accionadores⁶ y de control, puesto que son capaces de detectar un incendio y controlarlo.

3.4.1 Extinción de incendios

Para crear fuego se necesita de tres elementos en proporciones adecuadas: combustible, comburente y temperatura. Para eliminar el fuego y evitar una reacción en cadena se necesita eliminar uno de estos componentes.

3.4.1.1 Métodos de extinción:

Según el tipo de material se puede extinguir el fuego creado por el mismo y dependiendo de esto se puede elegir el mejor agente extinguidor.

⁵ Dispositivo automático perforado con pequeños orificios que está unida a una manguera de agua

⁶ Dispositivo que tiene la capacidad de accionar un sistema de protección contra incendios

➤ **Eliminación del combustible**

Se puede extinguir un incendio al eliminar el combustible que lo crea, se puede cerrar el acceso a él, como cerrar válvulas o remover el mismo a otro sitio donde no pueda ser alcanzado.

➤ **Exclusión de oxígeno**

Este método de extinción logra la extinción del fuego al reducir la concentración de oxígeno que alimenta el fuego creado por el combustible mediante medios mecánicos o aplicación de gas inerte sobre el fuego.

➤ **Reducción de la temperatura**

Este método es el más habitual y utiliza el agua para la extinción del fuego. El agua debe reducir la temperatura del flagelo a una velocidad superior a la de su generación, para esto hay que tomar en cuenta que el caudal que se aplique sea el adecuado.

➤ **Inhibición de la reacción en cadena**

Este método es muy efectivo sobre combustibles líquidos y gaseosos, ya que utiliza algunos agentes extintores limpios o con polvos especiales que interrumpen la producción de fuego.

3.4.1.2 Equipos de extinción

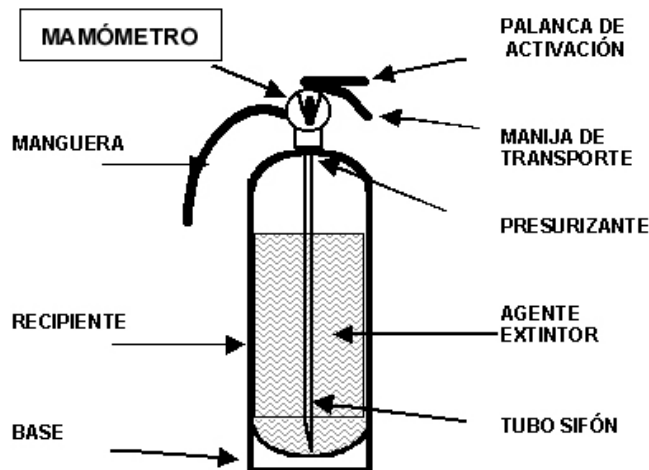
Los equipos de extinción se clasifican tomando en cuenta diferentes factores como:

➤ **Clasificación de los equipos extintores de acuerdo a su movilidad**

Los equipos de extinción pueden ser dos:

Portátiles.- Este extintor se ha diseñado para ser transportado y operado manualmente. Este equipo está conformado por un recipiente de metal o fibra que almacena un agente extintor. Se lo utiliza para incendios pequeños.

Figura 13: Descripción Extintor contra incendios



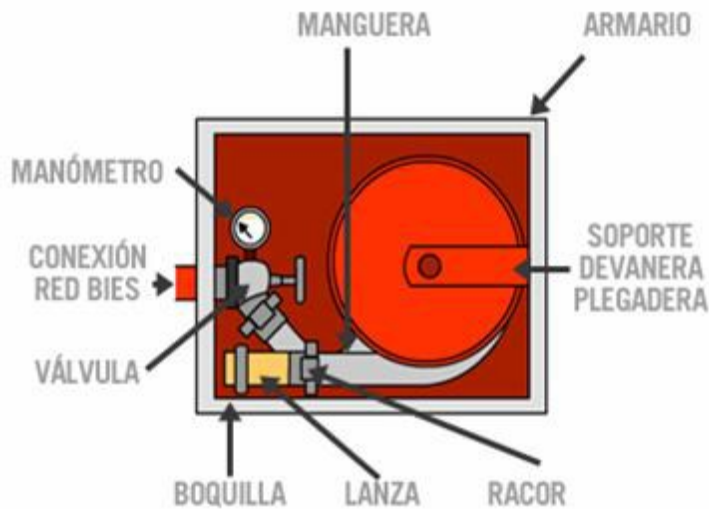
Fuente: (Paritarios, 2013)

Existen extintores portátiles de diferentes tamaños y formas como los manuales que deben pesar máximo 20 kg, existen los más pesados que utilizan ruedas para ser transportados al lugar de conato y los de bombeo que son ligeramente pesados y se los lleva en hombros.

Los extintores portátiles tienen el agente extinguidor presurizado por un gas impulsador.

Fijos.- Estos se encuentran en un lugar fijo determinado. Existen los manuales que requieren de una manguera para llegar al lugar de incendio en el caso de BIES (Boca de incendios equipada) o en el caso de los hidrantes que se encuentran en el exterior de las edificaciones. También existen sistemas fijos autónomos como los sprinklers que se abren al alcanzar una temperatura determinada y suministran un agente extintor.

Figura 14: Descripción boca de incendios BIES



Fuente: (Protección Contra Incendios S.L, 2012)

➤ **Clasificación de los equipos extintores de acuerdo al agente extintor**

De acuerdo al material o combustible almacenado se presenta el tipo e agente para extinguir un incendio.

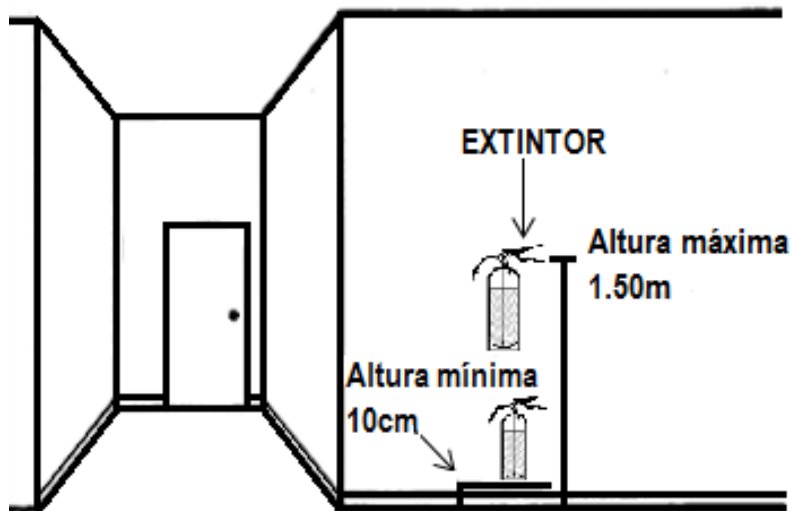
3.4.2 Consideración para ubicación de extintores

Se realiza las consideraciones técnicas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país.

3.4.2.1 Ubicación de extintor portable

Se debe instalar un extintor próximo a aquellos lugares que debe proteger y presenta mayor riesgo, ya que en ellos existe mayor probabilidad de incendio. Los extintores tienen un alcance de 15 m a 20m dependiendo del tipo de extintor y del combustible del lugar. Es conveniente distribuidos de una forma regular, estando alguno cerca de las puertas y accesos, sin obstrucciones que impidan alcanzarlos y a una altura accesible que puede ir desde 10 cm del piso a máximo a 1.50m. Es importante señalar su posición, sobre todo en aquellos locales cuyo tamaño o tipo de ocupación pueda dificultar la rápida localización del extintor.

Figura 15: Dimensiones de ubicación sobre pared de extintor portátil



Fuente: (ORGAEZ, 2012)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

3.4.2.2 Ubicación de extintor fijo

Se debe instalar extintores fijos en lugares en los que exista gran riesgo de un conato de incendio. Las bocas de incendio se disponen que estén ubicadas en un área 500m² o cada 50m de recorrido y al igual que los extintores portátiles deben estar en lugares de fácil acceso sin que exista ninguna clase de obstrucción a una altura asequible de máximo 1.50m con relación al suelo y con la señalización pertinente. Los hidrantes son ubicados cada 10 000m² de construcción o fracción, deben estar situados a máximo 100m de la misma

CAPÍTULO 4

DISEÑO Y DESARROLLO

4.1 Sistema de protección contra incendios ILSA S.A.

El sistema diseñado tiene como principal objetivo proteger al personal y a los diferentes tipos de materiales almacenados en las bodegas de la empresa ILSA S.A.

Para ello se desarrolla el monitoreo de los sistema de detección y alarma de incendios y se muestra de forma amigable al personal de guardianía las diferentes interfaces creadas para localizar con exactitud el área en la cual se ha producido un siniestro.

Cada bodega está dividida en dos áreas de protección, cada área tiene asociada ocho dispositivos direccionables, entre ellos las palancas de aviso manual, existen seis áreas en total

4.1.1 Sistema de detección

Se desarrolla un sistema convencional direccionable debido a que en total se requiere de 48 dispositivos contando con detectores, palancas de aviso manual y luces estroboscópicas, por lo que no es recomendable un sistema convencional que tan solo soporta un total de 20 dispositivos por zona.

4.1.1.1 Área a proteger

Las instalaciones de bodega no poseen iluminación ni conexiones de fuerza proporcionadas por una fuente de energía eléctrica en su interior, por lo que no es necesario cortar el suministro de energía en caso de incendios.

Debido a la magnitud de las barricas almacenadas en la bodega uno es imposible utilizar detectores de humo lineales infrarrojos de haz de luz proyectada, pues la altura de los contenedores sobrepasa la dimensión apropiada de ubicación de los dispositivos.

Figura 16: Interrupción de señal sensores infrarrojos



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

No se recomienda el uso de detectores de gases, ya que tanto en la bodega uno y dos se almacena alcohol etílico y esta sustancia genera un tipo de gas que para el sistema podría generar una señal errónea de alarma.

4.1.1.2 Componentes

Los materiales a utilizar son detectores de humo, palancas de aviso manual y los necesarios para la respectiva instalación.

➤ Detectores de humo

Las bodegas almacenan materiales de mediana combustión, razón por la cual es indispensable utilizar detectores de tipo fotoeléctricos, los cuales son capaces de detectar la presencia de humo en alturas de hasta 7 metros.

D 7050 TH detector de humo fotoeléctrico direccionable

Este dispositivo es fabricado por la marca Bosch, compatible con la central de incendios D7024, es un detector de humo fotoeléctrico multiplexado de bajo perfil, requiere módulo de expansión multiplexado D7039 para ser detectado en el sistema con su dirección única asignada.

Figura 17: Detector D 7050 TH



Fuente: (Bosch Security)

Características.

- Se conecta al bus de dos hilos multiplex mediante base
- Inmunidad superior a la suciedad
- Auto diagnóstico de verificación de estado de cámara
- Se desarma fácilmente para limpieza de cámara
- Direccionamiento incorporado en cada dispositivo

Especificaciones técnicas

Tabla 11: Especificaciones técnicas D 7050 TH

PARÁMETROS	VALORES NOMINALES
Alimentación	500 μ A valor nominal, 560 μ A en alarma, alimentación del bus multiplex 12V DC
Vrms máximo	25% en corriente directa DC
Interferencia por radiofrecuencia	Frecuencias críticas de 26 a 950MHz, no se produce alteraciones ni alarma
Temperatura de operación	+57° C \pm 2.7° C valor nominal
Montaje	Sobre base
Diseño de gabinete	De plástico ABS, retardante al fuego, con base separable y sistema de traba giratorio

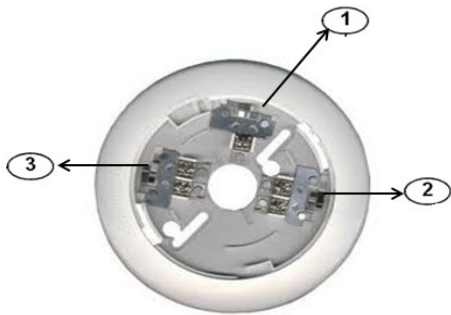
Fuente: (Bosch Security)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

D 7050-B6 base de detector de dos hilos

Base requerida por el detector D7050, está conectada directamente al bus multiplex del panel de control FPD 7024.

Figura 18: Base D 7050-B6 detector D 7050 TH



Fuente:(Bosch, 2013)

- 1.- Conector resistencia terminadora.
- 2.- Conector Bus Multiplex terminal negativo (-)
- 3.- Conector Bus Multiplex terminal positivo (+)

Características

- Se conecta directamente al bus multiplex
- Facilidad para remover el detector

Especificaciones técnicas

Tabla 12: Especificaciones Técnicas D 7050-B6

CONSIDERACIONES AMBIENTALES	
Humedad	0% al 93% concentración de humedad
Temperatura	0°C a 38°C nominal
PROPIEDADES MECÁNICAS	
Color	Blanco
Montaje	Sobre pared o cielo razo, base universal octagonal
Tipo de Material	De plástico ABS, retardante al fuego, con sistema de traba giratorio

Fuente: (Bosch System)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

D 7039 Módulo de expansión multiplexado

Compatible con FPD 7024 y DS9400 control panel, está diseñado para mejorar las características de los paneles de control, aumentando el número de salidas tipo relé, se conecta directamente al panel.

Figura 19: Módulo D 7039



Fuente: (Bosch, 2013)

Características

- Posee dos buses multiplexados clase B estilo 4
- Provee un bus multiplexado clase A estilo 6
- Soporta desde 9 hasta 255 direcciones en clase A y B (direcciones reservadas)
- Incrementa la memoria histórica de eventos hasta 499
- Fácil instalación

Especificaciones técnicas

Tabla 13: Especificaciones técnicas D 7039

DETALLE	DESCRIPCIÓN
Voltaje de alimentación	24 VDC nominal
Corriente de carga	100 mA (por bus)
Corriente de alarma y standby	150 mA
Voltaje del bus	12 VDC
Resistencia del bus de datos	50 Ω

Fuente: (Bosch System)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

➤ **Palancas de aviso**

Son dispositivos manuales de tipo palanca con llave giratoria para reseteo, direccionables, también se los conoce con el nombre de estaciones manuales de detección.

FMM 7045 estación de detección manual direccionable

Compatible con el módulo de expansión D7039 para panel FPD 7024, este dispositivo está conectado al bus de comunicación puesto que es direccionable y es considerado como un punto de accionamiento del sistema.

Figura 20: Estación manual FMM 7045



Fuente: (Bosch Security)

Características

- Punto simple de programación en panel
- Conexión directa al bus multiplex
- Reseteo manual en la estación misma
- Direccionamiento incorporado en cada dispositivo

Especificaciones técnicas

Tabla 14: Especificaciones técnicas FMM 7045

DETALLE	DESCRIPCIÓN
Alimentación	Alimentación del bus multiplex 12V DC
Corriente nominal	500 μ A valor nominal, 560 μ A en alarma
Temperatura de operación	0°C a 49°C valor nominal
Montaje	Sobre base universal, rectangular/ cuadrada
Diseño de gabinete	De metal, pintura retardante al fuego, con base separable y llave giratoria

Fuente: (Bosch System)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

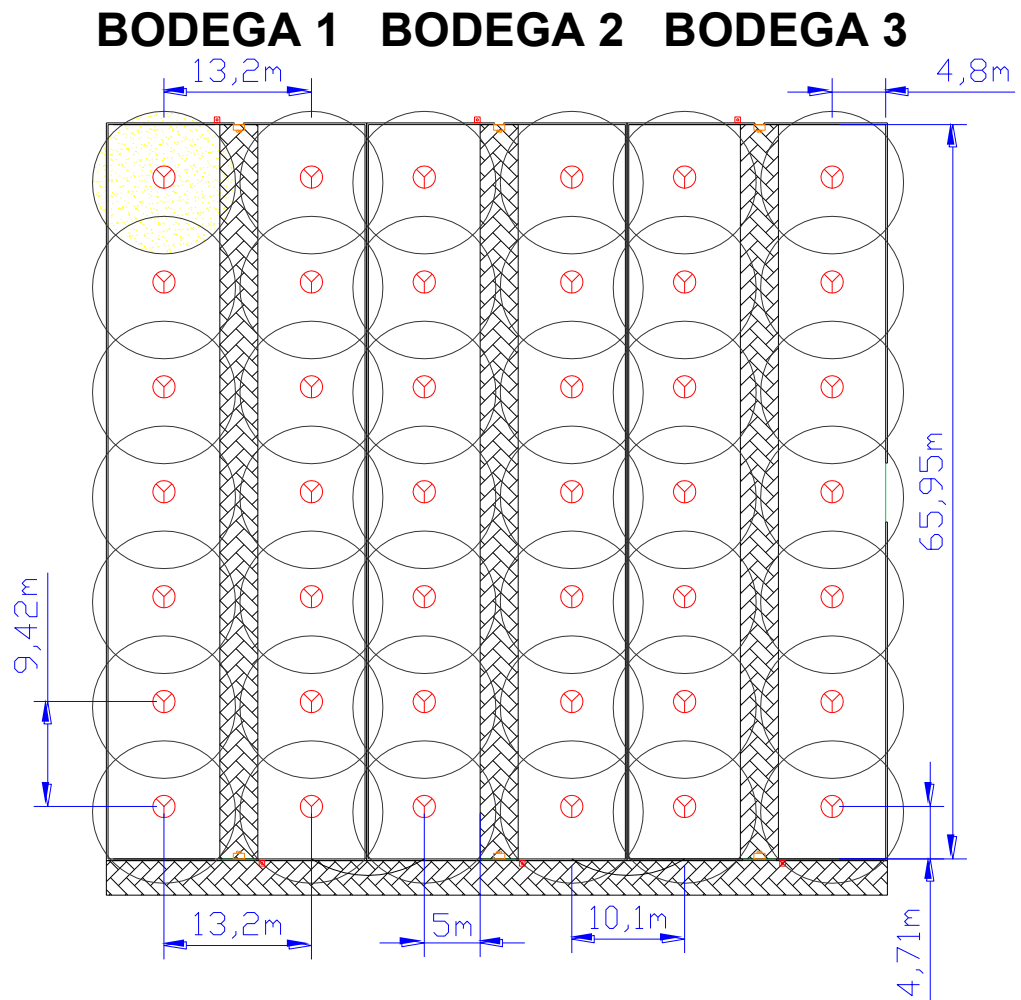
4.1.1.3 Distribución de dispositivos

La distribución de cada dispositivo en un sistema, cumple con las especificaciones técnicas de las normas estudiadas

➤ **D 7050 detector de humo fotoeléctrico direccionable**

Obedeciendo a la norma UL, que presenta un cuadrado de detección óptima para los detectores de 9.1 metros por lado, se presenta el siguiente plano con la distribución de los dispositivos necesarios para cubrir satisfactoriamente el área de cada bodega.

Figura 21: Plano de distribución de detectores

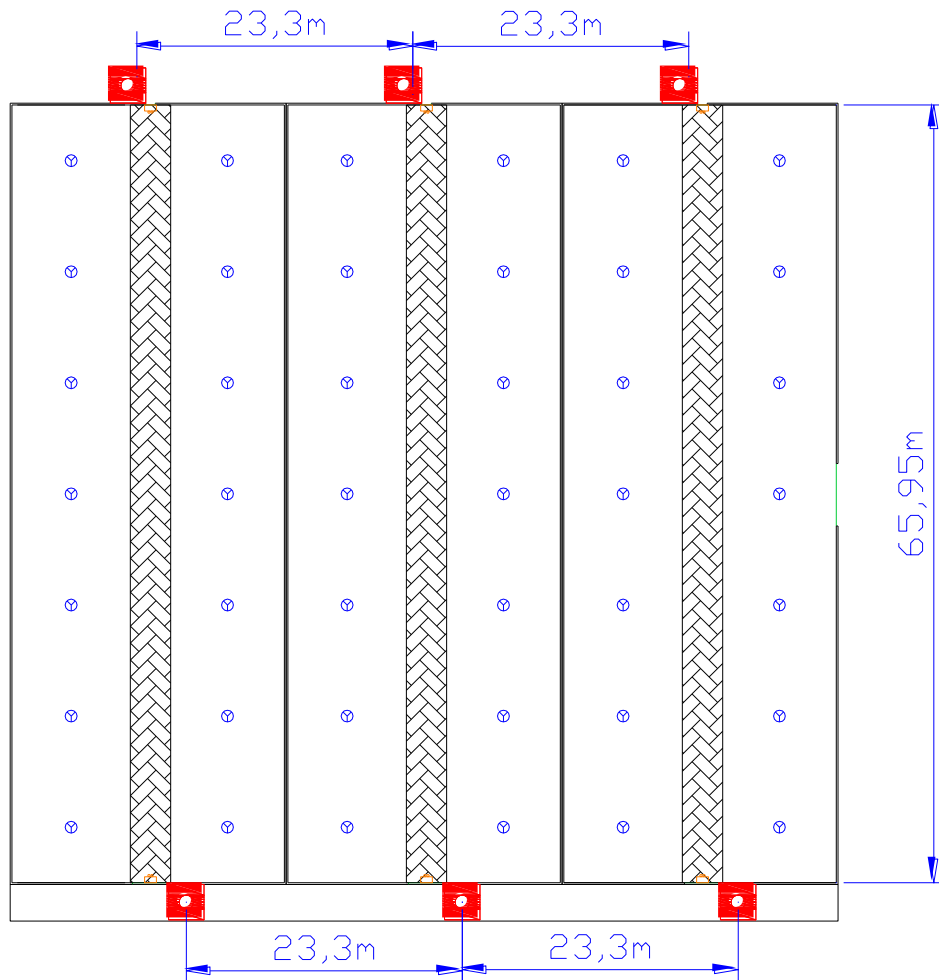


➤ **FMM 7045 estación de detección manual direccionable**

Las estaciones manuales se deben colocar en las entradas principales a cada bodega, deben ser de fácil acceso al personal, de fácil activación y de fácil reconocimiento en el sistema.

Figura 22: Plano distribución de estaciones manuales

BODEGA 1 BODEGA 2 BODEGA 3



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

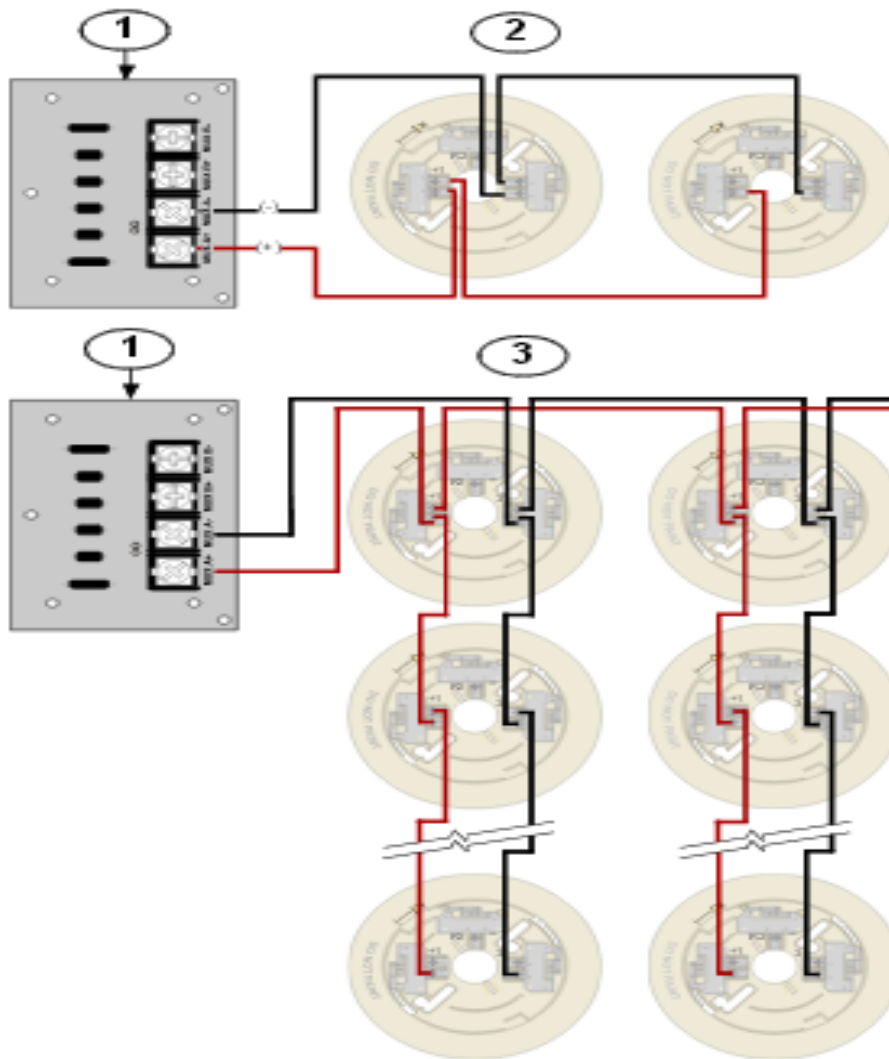
4.1.1.4 Instalación

➤ D 7050-B6 base de detector de dos hilos

La base del detector se conecta directamente al bus de comunicación, el protocolo de comunicación soporta dos tipos de conexiones: en serie y tipo “T”, para el sistema implementado se requiere de los dos tipos de cableado.

La estructura de la base posee conectores específicos para ambos tipos de conexiones.

Figura 23: Cableado en serie y tipo T

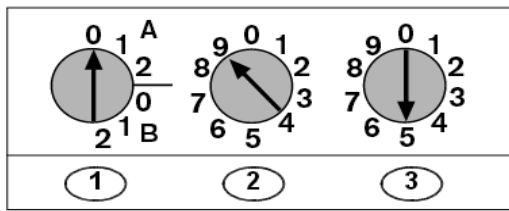


Fuente: (Bosch System)

➤ **D 7050 detector de humo fotoeléctrico direccionable.**

El detector no posee cableado, pero el dispositivo necesita ser direccionado, el sistema que implementa la marca Bosch admite direcciones desde 9 hasta 255 con direcciones reservadas quedando un total de 127 dispositivos por lazo, para el sistema implementado se toma desde la dirección 0.20 para los detectores (Ver Tabla 17). El direccionamiento se lo realiza posicionando las perrillas que posee cada dispositivo

Figura 24: Selección de dirección detector D7050



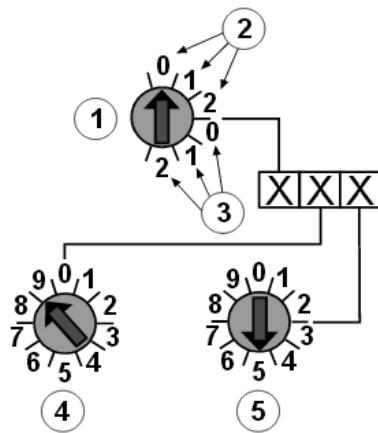
Fuente: (Bosch System)

- 1.- Perilla asignación de centenas
- A.- Circuito clase A
- B.- Circuito clase B
- 2.- Perilla asignación de decenas
- 3.- Perilla asignación de unidades

➤ **FMM 7045 estación de detección manual direccionable**

La estación manual direccionable se conecta directamente al bus de datos, de igual forma que los detectores necesitan ser direccionados y no se deben asignar la misma dirección, para el sistema los dispositivos manuales serán numerados desde el número 0.65.

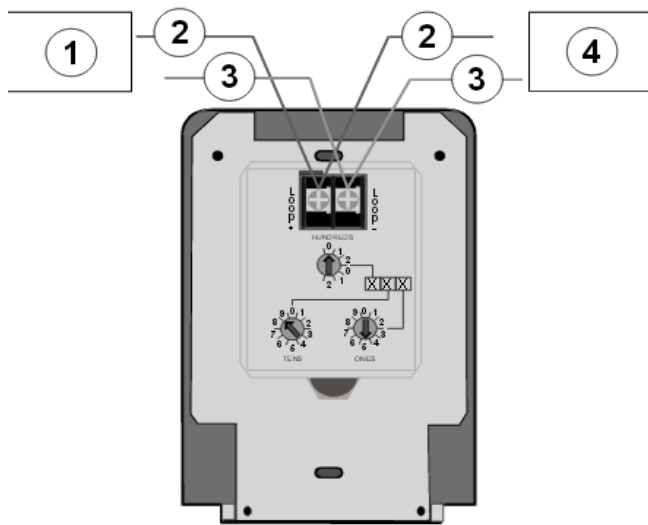
Figura 25: Perillas asignación de dirección FMM7045



Fuente: (Bosch System)

- 1.- Perilla asignación de centenas
- 2.- Circuito clase A
- 3.- Circuito clase B
- 4.- Perilla asignación de decenas
- 5.- Perilla asignación de unidades

Figura 26: Conexión FMM 7045 al bus de comunicación



Fuente: (Bosch System)

- 1.- Hacia otros dispositivos
- 2.- Terminal positivo bus de comunicación
- 3.- Terminal negativo bus de comunicación
- 4.- Desde panel de control

La distribución de zonas y dispositivos se muestran en la siguiente tabla.

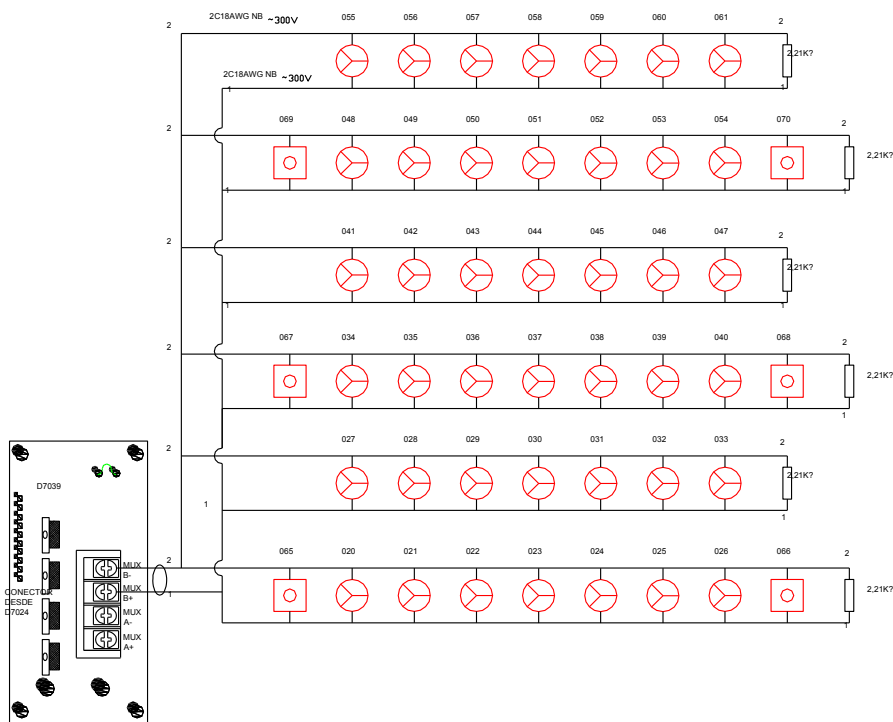
Tabla 15: Distribución de áreas y dispositivos

DESCRIPCIÓN	ÁREA	DISPOSITIVOS	DIRECCIÓN DISPOSITIVOS
Bodega 1	Área 1	7 Disp Direccionables 1 palanca de aviso	0.20-0.26 0.65
	Área 2	7 Disp Direccionables 1 palanca de aviso	0.27-0.33 0.66
Bodega 2	Área 3	7 Disp Direccionables 1 palanca de aviso	0.34-0.40 0.67
	Área 4	7 Disp Direccionables 1 palanca de aviso	0.41-0.47 0.68
Bodega 3	Área 5	7 Disp Direccionables 1 palanca de aviso	0.48-0.54 0.69
	Área 6	7 Disp Direccionables 1 palanca de aviso	0.55-0.61 0.70

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

La conexión de detectores y estaciones manuales se las realiza con el cable 2C 18AWG no blindado por medio de tubería conduit de ½ pulgada.

Figura 27: Diagrama eléctrico de conexiones dispositivos accionadores



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

4.1.2 Sistema de alarma

El objetivo fundamental del sistema de alarma diseñado, es el de dar aviso de forma visual y sonora de que se ha suscitado un siniestro, además de iluminar las respectivas salidas de emergencia de las bodegas.

4.1.2.1 Área de notificación

El área total de las instalaciones es demasiado grande, por tal motivo se requiere de una sirena de alto potencial sonoro, el siguiente plano nos proporciona las dimensiones de alcance de la sirena a utilizar.

Los anunciadores visibles o luces estroboscópicas se encuentran en la parte interna de cada acceso a las bodegas, indicando de esa forma las salidas de evacuación existentes en caso de emergencia por incendio. Cabe recalcar que las luces estroboscópicas en nuestro sistema funciona como alarma visual y como luces de emergencia.

4.1.2.2 Componentes

Los dispositivos a utilizar son: sirena de evacuación, luces estroboscópicas y los necesarios para su instalación.

➤ Sirena de evacuación

El área total del establecimiento es muy extensa y abierta por tal motivo se ha instalado una sola sirena de evacuación capaz de dar alarma a toda la infraestructura, este dispositivo está conectado directamente al panel de control FPD 7024.

Sirena electrónica D117

Este dispositivo está conectado directamente a la central contra incendios, tiene dos niveles de sonido, oscilador incorporado, dos niveles de voltaje.

Figura 28: Sirena D117



Fuente: (Bosch)

Características

- Conexión directa al control panel
- Varios niveles de voltaje
- Instalación interna y externa con gabinete

Especificaciones técnicas

Tabla 16: Especificaciones técnicas

DETALLE	DESCRIPCIÓN
Voltaje de alimentación	12/24 VDC
Corriente	1100 mA máximo
Potencia	30 Watts, 120 dβ
Instalación	Interior (exterior en gabinete)
Tipo de salida	Sonido continuo y ululante
Material de construcción	Plástico ABS de alto impacto

Fuente: (Bosch System)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

➤ Luces estroboscópicas

Este sistema funciona como iluminación de emergencia y como alarma de tipo visual. Las luces anunciadoras están ubicadas en los principales accesos a cada bodega, esto es en la entrada principal.

Sirena con luz estroboscópica serie W-HS

Son dispositivos mixtos pues están compuestos por una sirena y la luz estroboscópica, instalación interna en el puesto de trabajo puesto que funciona como alarma visual y auditiva.

Figura 29: Luz estroboscópica W-HS



Fuente: (Bosch System)

Características

- Montaje sobre base universal
- Bajo consumo de energía
- Tres niveles de volumen
- Ocho niveles de iluminación
- Instalación externa con gabinete

Especificaciones técnicas

Tabla 17: Especificaciones técnicas Luz estroboscópica W-HS

DETALLE	DESCRIPCIÓN
Alimentación	12/24 VDC nominal
Corriente	75mA – 282mA
Potencia	15W, tres niveles de sonido
Instalación	Interior (exterior en gabinete)
Montaje	Base universal rectangular/cuadrada
Tipo de salida	Continuo/ código 3*
Construcción	Plástico ABS alto impacto/ color rojo

Fuente: (Bosch System)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Tabla 18: Alimentación para 12 y 24 VDC

VALORES NOMINALES PARA ALIMENTACIÓN DE 12 VDC			
Niveles	Corriente	Niveles (dβ)	Niveles (cd)
Alto	235mA	88	95
Medio	135mA	82	30
Bajo	75mA	76	15
VALORES NOMINALES PARA ALIMENTACIÓN DE 24 VDC			
Niveles	Corriente	Niveles (dβ)	Niveles (cd)
Alto	282mA	93	185
Medio	272mA	89	135
Bajo	267mA	82	95

Fuente: (Bosch System)

4.1.2.3 Distribución de dispositivos

Las propiedades de los dispositivos instalados ayudan para crear una pauta al momento de la instalación.

Sirena electrónica D117

Al ser una sirena de 120 d β suficiente para romper el umbral del ruido, se instala un solo dispositivo en la esquina superior de la primera bodega, para lograr dar aviso a la garita de guardianía, al personal que se encuentre circundante en las instalaciones.

Sirena con luz estroboscópica serie W-HS

Estos tipos de elementos funcionan para dar visibilidad en caso de emergencia a las principales rutas de evacuación, por ese motivo se instala un dispositivo en cada bodega sobre la puerta principal de acceso en la parte superior.

4.1.2.4 Instalación

Los elementos están conectados a diferentes controles como el panel de detección de incendios FPD 7024 y el panel de monitoreo.

Sirena electrónica D117

Este dispositivo está conectado directamente al panel de monitoreo mediante la salida Q0.0 del PLC S7 1200 conectado a una fuente de voltaje de alimentación de 24 VDC.

Se instala sobre un gabinete para uso externo, construido de metal, recubierto de pintura anti corrosiva, aislante y retardante al fuego.

Este sistema se acciona una vez que el control panel reciba la señal de emergencia del sistema de detección, esto es, si uno o varios detectores asignados a un área específica se han activado.

Sirena con luz estroboscópica serie W-HS

Este dispositivo forma parte del sistema de iluminación de emergencia y de alarma visual, tres elementos conectados al PLC S7 1200 a las salidas Q0.1, Q0.2 y Q0.3 respectivamente.

4.1.3 Sistema de control

Las instalaciones de las bodegas son extensas, razón por la cual se necesita instalar una cantidad mayor de dispositivos de iniciación para poder satisfacer las necesidades de la empresa, un sistema convencional soporta por zona máximo 20 elementos, es por eso que se necesita implementar un método diferente como lo es el convencional direccionable y los componentes deben cumplir con esta característica o ser capaces de acoplarse a un bus de comunicación multiplexado es decir que puedan tener una dirección de comunicación propia y que no pueda duplicarse.

4.1.3.1 Componentes

El sistema de control está conformado por un Panel de control o central antiincendios, batería de respaldo, gabinete de almacenaje y sus periféricos adicionales.

➤ Panel de control

La central antiincendios esta ubicada en la garita principal de guardianía, este elemento controla, suministra alimentación, monitorea, almacena datos, gestiona acciones secundarias de los demás sistemas asociados a la prevención de un siniestro.

FPD 7024 panel de control de alarma de incendios

Central antiincendios de la marca Bosch, funciona como convencional con cuatro zonas de 20 dispositivos asociados y direccionable con el módulo de expansión multiplexado D7039 admite 255 dispositivos asociados por lazo o SLC, admite periféricos de memoria y expansión de dispositivos como: tarjetas de relés, tarjetas de Nacs, cuenta con conexión directa a la troncal telefónica con dos números, posee un teclado alfanumérico y una pantalla LCD para programación y visualización de estados.

Bosch presenta la tecnología LSN (Local Security Network), basada en la comunicación serial RS232, es un sistema de transmisión bidireccional digital según el principio maestro-esclavo. El maestro forma la central, los esclavos, que pueden

llegar a 127 unidades, son los elementos de red como: detectores, sensor y puntos de accionamiento manual.

Figura 30: Gabinete de central contra incendios



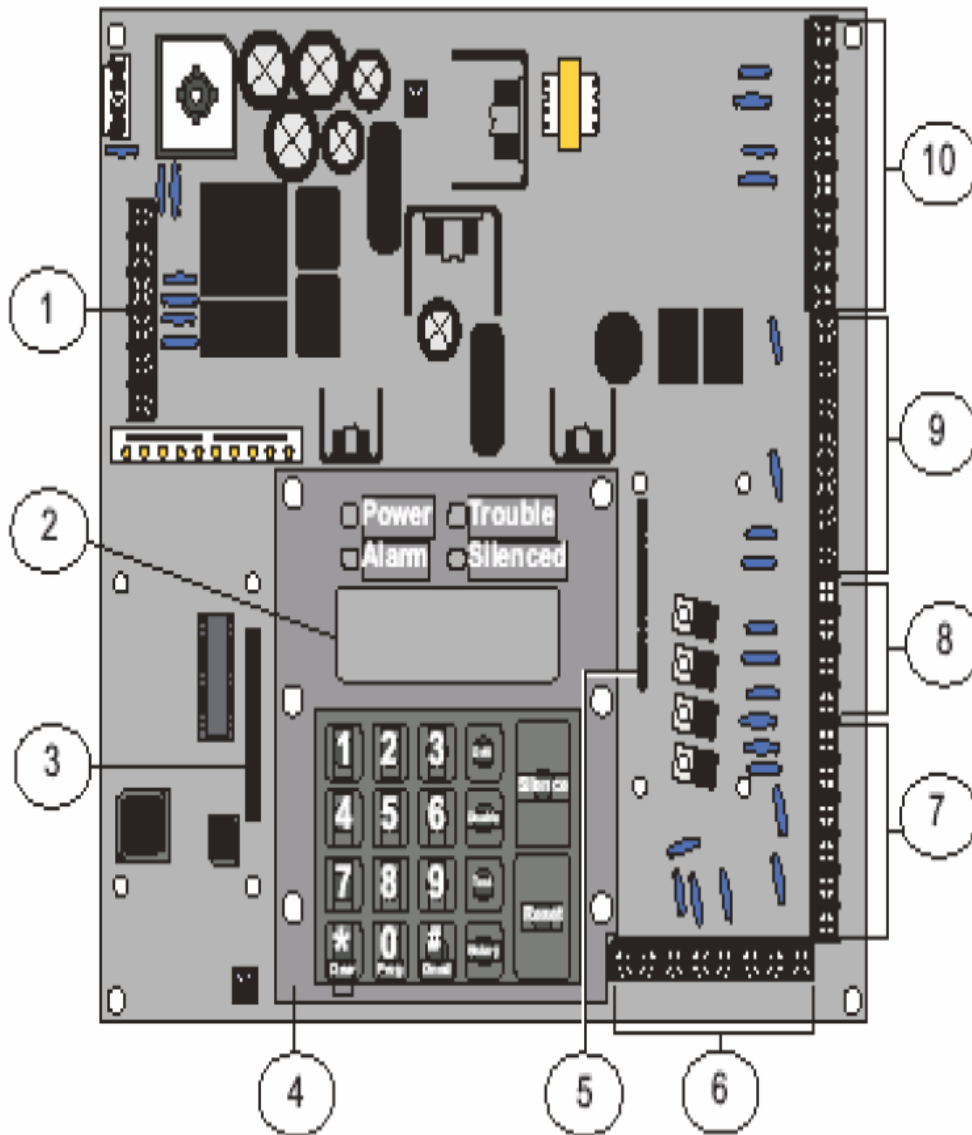
Fuente: (Bosch)

Figura 31: Placa de elementos FPD 7024



Imagen: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Figura 32: Diagrama placa de control D7024



Fuente: (Bosch, 2013)

Tabla 19: Descripción placa de control D7024

ETIQUETA	RÓTULO
1	Terminal NAC
2	Pantalla de Cristal Líquido LCD
3	Conector para módulo de expansión multiplexado D7039
4	Teclado alfa numérico
5	Conector expensor puntual de zonas
6	Terminal para bus multiplexado (Option Bus)
7	Terminales de zonas de entrada
8	Alimentación auxiliar
9	Terminal de relés
10	Terminal Telco

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Características

- Programación por teclado mediante menús
- Comunicador de dos líneas incorporado
- 16 códigos para usuarios
- Almacena 99 eventos para históricos
- Sensible a la estática
- Armario de protección color rojo (gabinete)
- Pantalla LCD visible en armario

Especificaciones técnicas

Tabla 20: Especificaciones técnicas D7024

DETALLE	DESCRIPCIÓN
Alimentación primaria	120 VAC, 1.2 Amp 60Hz o 240 VAC, 0.75 Amp 50Hz transformador de entrada
Rango voltaje en circuitos	20.4 – 28.2 VDC
Tiempo de respuesta	500 ms
Tipo de circuito	Clase A, estilo D y Clase B, estilo B
Numero de zonas (2 hilos)	4 zonas, expandible a 8 (D7034)
Número máximo de detectores por zona	20 dispositivos de dos hilos
Resistencia máxima de línea	150 Ω
Corriente nominal detectores	3 mA, máximo en reposo
Corriente nominal de corto circuito	44 mA, máxima
Corriente de supervisión	8 mA a 20 mA
Corriente de alarma	25 mA, requerida para dar alarma
Resistencia de fin de línea	2,21 k Ω
Temperatura de operación	0°C hasta 49°C
Dimensiones gabinete	52.8 cm x 38.1 cm x 10.9 cm
Material construcción gabinete	Acero trabajado en frio

Fuente: (Bosch System)

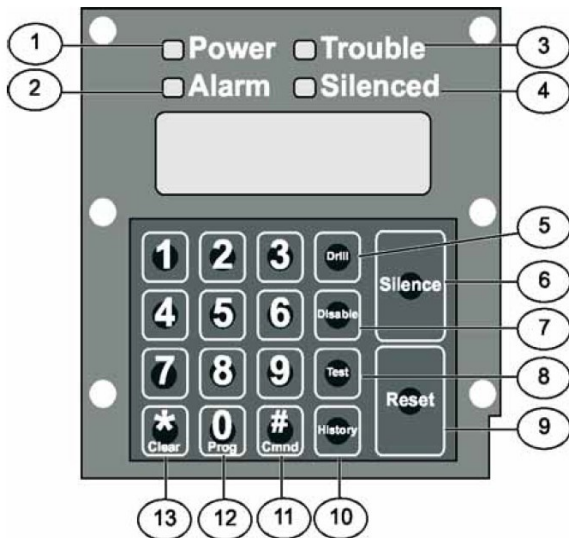
Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

4.1.3.2 Configuración

La configuración del panel se la realiza de forma gráfica y progresiva mediante comandos ingresados vía teclado y las acciones se visualizan en la pantalla LCD (Pantalla de cristal líquido). El panel de control FPD 7024 presenta opciones para poder incrementar el número de teclados o pantallas en un mismo sistema de protección contra incendios.

Cada placa D 7024 posee un teclado estándar el cual tiene incorporado un LCD

Figura 33: Teclado incorporado panel D7024



Fuente: (Bosch System)

A continuación se detalla los principales componentes del teclado y la pantalla en conjunto con los indicadores Leds.

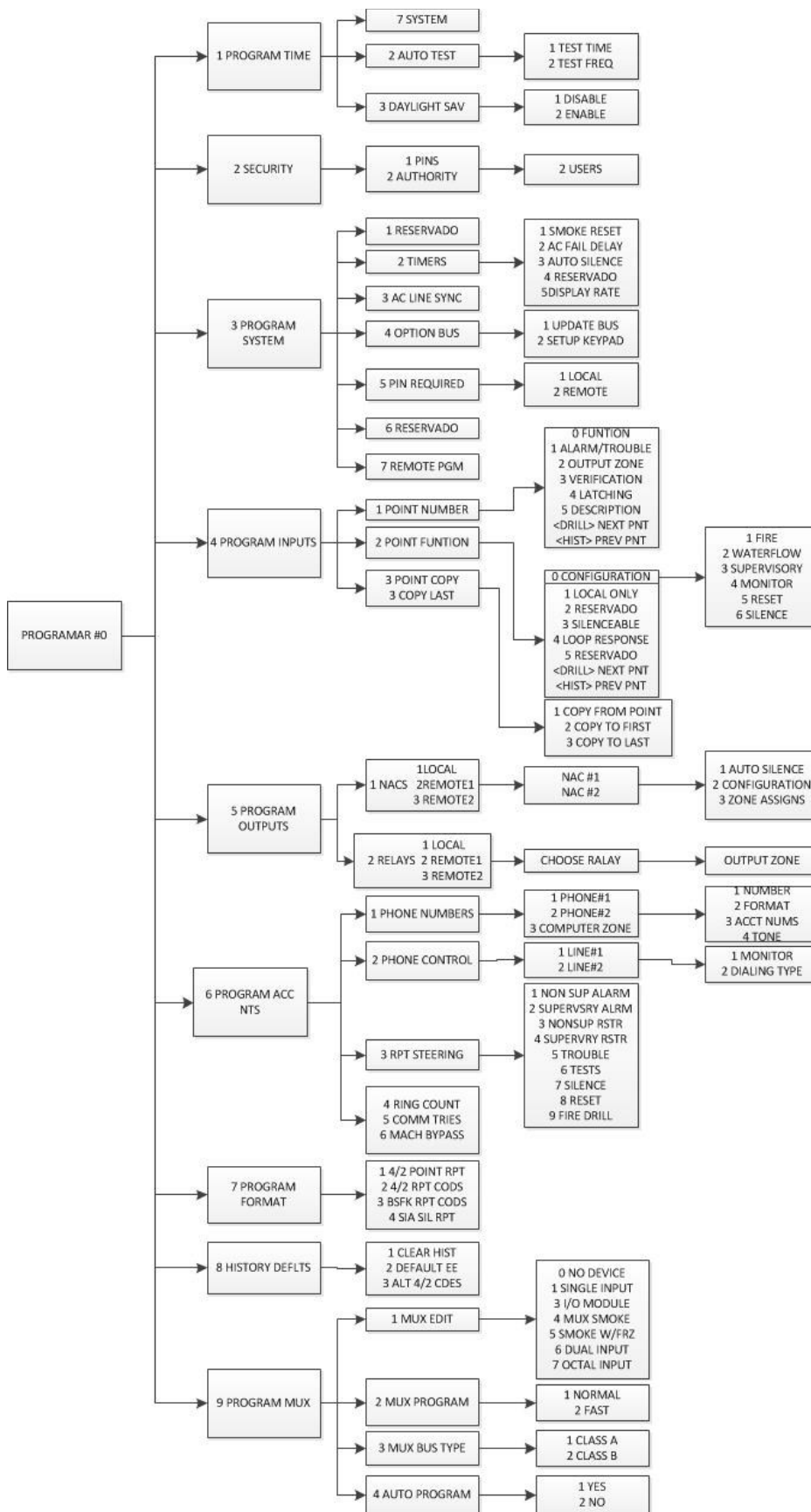
Tabla 21: Descripción teclado alfanumérico D7024

ETIQUETA	RÓTULO
1	Indicador led de alimentación
2	Indicador led de alarma
3	Indicador led de falla en el sistema
4	Indicador led de silenciamiento
5	Tecla de entrenamiento (DRILL)
6	Tecla de silenciamiento (SILENCE)
7	Tecla de deshabilitar (DISABLE)
8	Tecla de prueba (TEST)
9	Tecla de restablecimiento (RESET)
10	Tecla de histórico (HISTORY)
11	Tecla de ingreso de comando especial y datos en programación (CMD)
12	Tecla de ingreso a programación (PROG)
13	Tecla de borrado (CLEAR)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

La marca registrada Bosch, presenta un árbol de programador el cual es muy útil, pues es una guía práctica para programar y configurar el FPD 7024, en el cual se necesita seguir de forma progresiva y escoger las opciones que se desea ajustar o configurar.

Figura 34: Árbol de programador FPD 7024



Fuente: (Bosch, 2013)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

El árbol del programador presenta de forma detallada la programación de cada instancia del panel de control.

El sistema se divide en seis áreas de protección, cada bodega cuenta con dos áreas y cada área posee 8 dispositivos asociados. (Ver **tabla 17**)

Una vez que los dispositivos han sido direccionados se los debe reconocer en el sistema, para ello se escoge la opción de auto programación y el panel de control envía una señal a todos los elementos conectados.

La inicialización sirve para transmitir la dirección con la que el elemento direccionable, es decir el esclavo puede alcanzarse en el tiempo de seguimiento, para esto se envía al esclavo direccionable después de aplicar la tensión de alimentación, seguido de un bit de paridad par y un bit de parada, si alguno de ellos tiene la dirección duplicada el panel nos indica el elemento que presenta el error, caso contrario presenta un mensaje de auto programación finalizada.

De ese modo todos los dispositivos se encuentran funcionando en nuestro panel cada uno con su única dirección o nombre.

4.1.3.3 Programación

El tipo de comunicación entre los dispositivos asociados es de protocolo cerrado, para poder controlar las NAC's y los relés es necesario combinar las propiedades tanto del sistema convencional como del direccionable presente en el panel FPD 7024.

El panel posee 8 zonas configuradas de fábrica, lo que se pretende es utilizar esta característica para asociar los dispositivos a por lo menos seis zonas y así lograr que cada zona controle el accionamiento de un relé o NAC.

Si bien las zonas no están físicamente implementadas, están pre-configuradas en el panel contra incendios, para asignar los dispositivos a cada área, se debe programar uno por uno y en secuencia, de ese modo se agrupa los dispositivos asociados al área

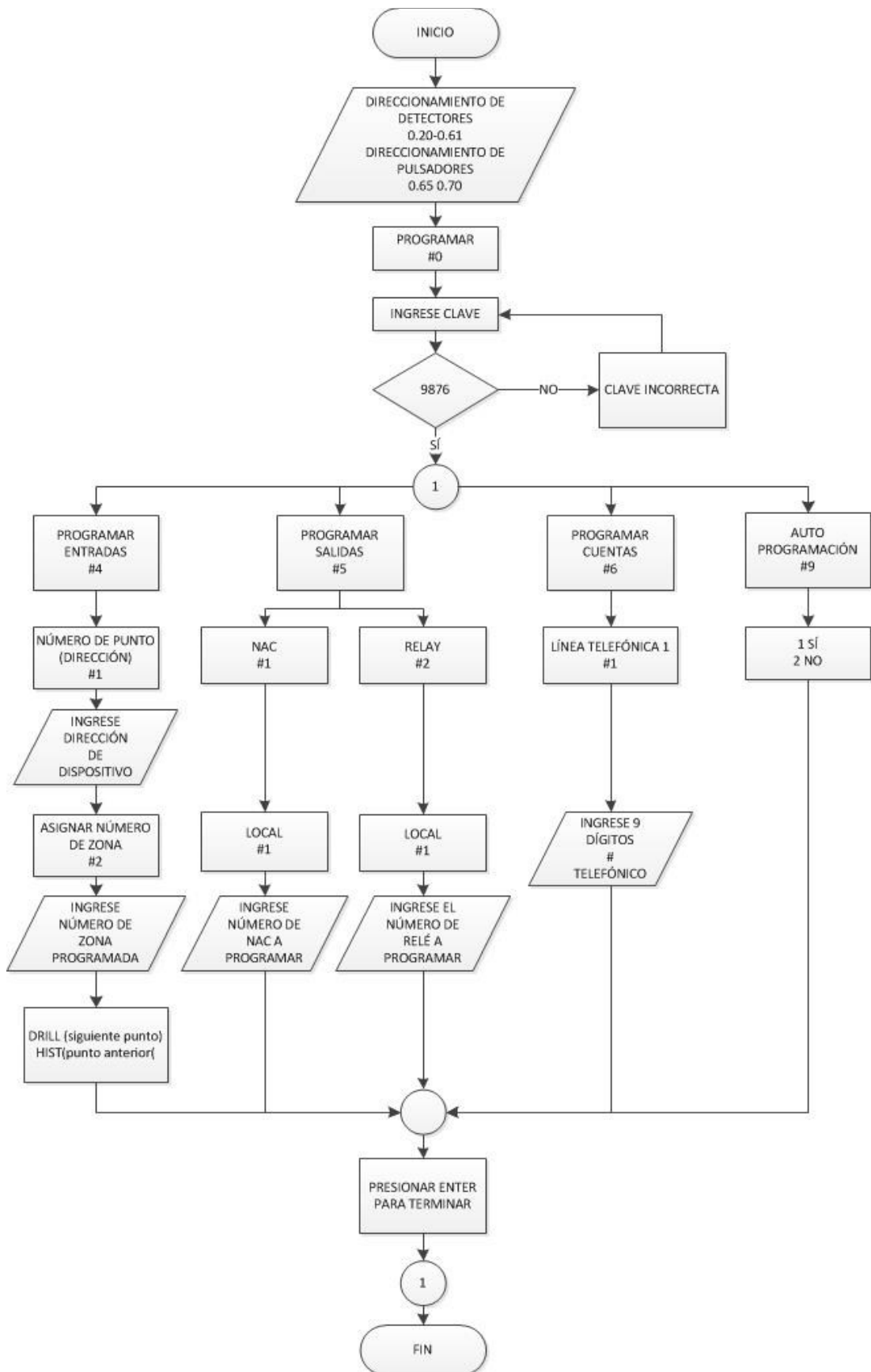
a proteger y se les asigna una zona específica, esta zona accionara un dispositivo actuador Nac o relé.

Presionando la opción 4 (PROG INPUT), ingresar el número del dispositivo (nombre), asignar el número de zona y presionar la tecla “DRILL” para continuar con el siguiente punto o la tecla “HIST” para ir al punto anterior.

Cada área tiene asociado 8 dispositivos accionadores, cuando uno de estos elementos detecten la presencia de humo activan una determinada zona y esta zona activa un determinado relé o NAC, la central contra incendios FPD 7024 soporta hasta cuatro acciones en un mismo relé, de ese modo se puede accionar el mismo relé o NAC hasta con cuatro zonas programadas.

Las salidas se programan presionando la opción número 5 (PROG OUTPUT), se selecciona la opción que se desea programar 1 para las NAC'S y 2 para Relés, la opción 1 para dispositivo local, el número de relé o Nac y se selecciona el número 3 para determinar el área programada que va a activar estos elementos. La programación de un número telefónico se la realiza con la opción 6 PROGR ACCN (Programación de cuentas), nos presenta dos opciones para dos líneas telefónicas, se escoge la opción 1 para la primera línea, y se selecciona la opción 1 para ingresar el primer número telefónico. Para terminar y salir de la programación se presiona la tecla “ENTER”

Figura 35: Diagrama de flujo programación FPD 7024



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Tabla 22: Activación de dispositivos de control según áreas

ÁREA ACTIVADA	DISPOSITIVOS DE CONTROL ACTIVADOS	
	RELÉ	NAC
Área 1	Relé 1	
Área 2	Relé 2	
Área 3	Relé 1 Relé 2	Nac 1
Área 4	Relé 3	
Área 5	Relé 1 Relé 3	Nac 2
Área 6	Relé 2 Relé 3	Nac 1 Nac2

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

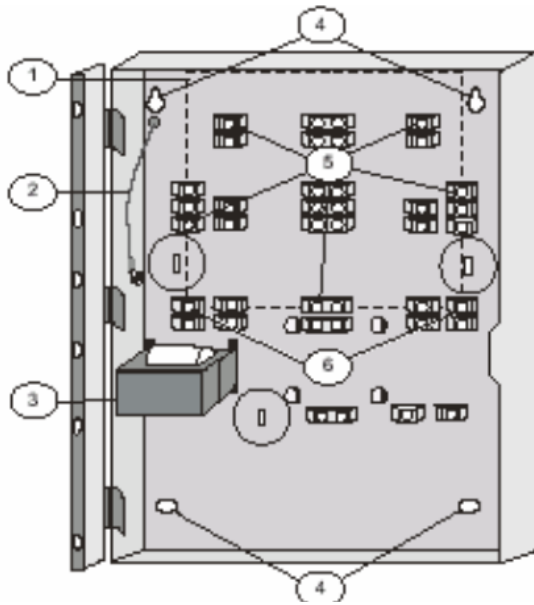
4.1.3.4 Instalación

La instalación se la realiza a partir del gabinete, el cual alberga en su interior todos los elementos del sistema de control, la placa de control, la fuente a alimentación primaria y de emergencia y los demás accesorios adicionales compatibles con la central contra incendios instalada.

Instalación del gabinete

1. El gabinete se encuentra emplazado en la garita principal de guardianía, para su instalación se debe cumplir con la norma INEN que sugiere una altura mínima para su montaje de 1,5 metros (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2009).
2. Determinado el área de instalación, se utiliza el gabinete como plantilla para marcar los agujeros numerados (4) en la **figura 36**.
3. Se utiliza taco Fisher para asegurar la máxima fijación en la pared, se coloca los tornillos de la parte superior, asegurándose de que ingresen en la parte más delgada del agujero del gabinete.
4. Por último atornillar todos los tornillos empezando por los superiores y terminando en los inferiores.

Figura 36: Gabinete central contra incendios FPD 7024



Fuente: (Bosch System)

Tabla 23: Descripción gabinete para FPD 7024

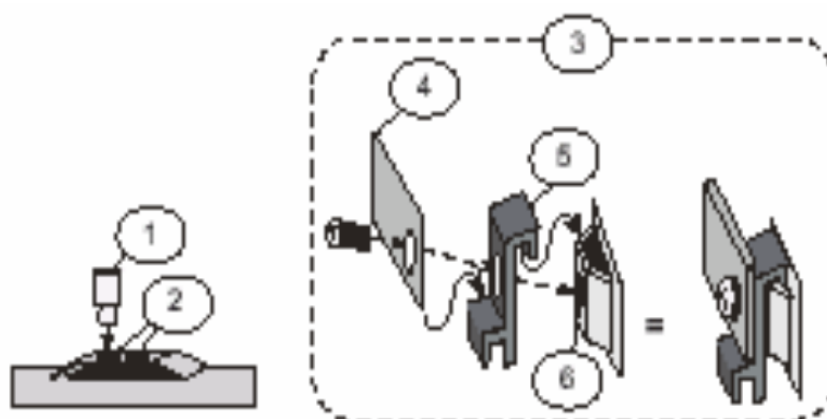
ETIQUETA	RÓTULO
1	Ubicación de la placa del panel de control
2	Agujeros de retención
3	Ensamblaje de los topes de soporte
4	Orificios de sujeción del gabinete
5	Soportes para placa
6	Agujeros de retención de la placa en gabinete

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Instalación de la placa dentro del gabinete

La placa de la central de incendios tiene sensibilidad a la estática, entonces para manipular este elemento es necesario usar guantes anti estática o descargar cualquier electricidad estática tocando tierra antes de la manipulación.

Figura 37: Soporte instalación placa D 70234



Fuente: (Bosch System)

Tabla 24: Descripción soportes placa D 7024

ETIQUETA	RÓTULO
1	Aislante de nylon
2	Agujeros de retención en gabinete
3	Ensamblaje de soportes
4	Esquina del circuito
5	Soportes
6	Agujeros de retención en placa

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

1. Una vez instalado el gabinete, insertar los topes de los soportes en los orificios de retención.
2. Presionar los aislantes de nylon dentro de los agujeros de retención
3. Insertar la placa dentro del gabinete, deslizando la parte superior en las lengüetas que se encuentran debajo del marco superior.
4. Atornillar la parte inferior asegurando las dos esquinas a través de los agujeros de retención de la placa.
5. Instalada la placa, utilizar los tornillos y tuercas para conectar el cable de tierra entre la puerta y el armario del gabinete, conectar un segundo cable a tierra para corriente alterna AC, las dos conexiones deben estar conectadas al tornillo de tierra de la placa del panel, ubicado en la parte izquierda de la misma.

4.1.4 Sistema de monitoreo

El sistema de detección instalado nos presenta un monitoreo de cada dispositivo, los elementos asociados poseen una única dirección, pero esta información es comprendida solo por los técnicos encargados, el control se encuentra en la garita de guardianía y ese es el motivo por el que es indispensable crear un sistema de monitoreo que sea amigable con el resto del personal, el cual provea información fácil de entender e interpretar.

Se proporciona la visualización constante de los espacios protegidos y el estado de los detectores asociados a cada área programada, rutas de evacuación, ubicación de los extintores y bocas de incendio BIES.

4.1.4.1 Componentes

El sistema de monitoreo esta compuesto por un Controlador Lógico Programable (PLC), pantalla Touch, armario de almacenamiento y las interfaces de comunicación.

➤ Controlador lógico programable (PLC)

Se lo conoce como PLC por sus siglas en inglés (Programmable Logic Controller), es una computadora que se utiliza en la industria para la automatización de sus procesos, a diferencia de un computador normal un PLC está diseñado para soportar varias señales de entrada y salida y el control de las mismas debe aproximarse al tiempo real es decir los resultados de los procesos en las salidas deben responder en un lapso de tiempo limitado.

PLC S7 1200

De la marca Siemens, diseño compacto, configuración flexible, amplio juego de instrucciones.

Unidad Central de Proceso (CPU).- El S7-1200 posee una CPU 1212C/AC/DC/Rly, es decir su procesador es de tipo 1212C propio de Siemens, su

alimentación es de Corriente Alterna 120VAC a 60 Hz, la alimentación de entradas y salidas es de corriente continua con un valor de 24VDC, sus salidas son de tipo relé.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, (Siemens, 2010)

La CPU incorpora un puerto PROFINET⁷ para la comunicación en una red LAN. Los módulos de comunicación están disponibles para la comunicación en redes RS485 o RS232 (Siemens, 2010)

Figura 38: PLC S7 1200 CPU 1212C AC/DC/Rly



Fuente: (Siemens Support)

Características

- Puerto de comunicación Ethernet
- Diseño compacto
- Configuración flexible
- Fuente de alimentación integrada 24VDC
- Diseño Modular

⁷ Estándar de comunicación basado en Ethernet abierto, permite conectar equipos desde el nivel de campo hasta el nivel de gestión

Especificaciones técnicas

Tabla 25: Especificaciones técnicas PLC S7 1200

FUNCIONES	CPU 1212C
Dimensiones físicas	90 x 100 x 75
MEMORIA DE USUARIO	
Memoria de trabajo	25 KB
Memoria de carga	1 MB
Memoria remanente	2 KB
Entradas y salidas integradas locales	
Digitales	8 entradas/6 salidas
analógicas	2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)
Área de marcas (M)	4096 bytes
Ampliación con módulos de señales	2
Signal Board	1
Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)
Contadores rápidos	4
Fase simple	3 a 100 kHz 1 a 30 kHz
Fase en cuadratura	3 a 80 kHz 1 a 20 kHz
Salidas de impulsos	2
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción

Fuente: (Bosch System)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

➤ Pantalla touch (HMI)

Este tipo de dispositivos proporcionan una interfaz gráfica entre el operador y el proceso realizado, las especificaciones varían según las diferentes marcas y modelos.

KTP 600 Basic Mono PN

De la marca SIEMENS, su pantalla es de seis pulgadas, modelo básico monocromático es decir acepta colores en la gama de grises, blanco y negro.

Figura 39: Pantalla Touch KTP 600 basic mono PN



Fuente: (Siemens Support)

Características

- De fácil instalación
- Configuración flexible
- Interfaz PROFINET / LAN
- Conexión para fuente de alimentación
- Certificación UL 508

Especificaciones técnicas

Tabla 26: Especificaciones técnicas KTP 600

DETALLE	DESCRIPCIÓN
Temperatura	-20 a +60°C
Humedad	De 10 a 90 % sin condensación
Presión	Alturas desde -1000 a 3500 m
Tensión nominal	24 VDC
Interferencia 30 a 230 MHz	< 40 dB
Interferencia 230 a 1000 MHz	< 47 dB

Fuente: (Bosch System)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

4.1.4.2 Configuración de comunicación

La red trabaja con el protocolo de comunicación IP⁸, por lo que es necesario asignar una respectiva dirección y máscara en la misma red para los dispositivos asociados, para establecer comunicación entre más de dos interlocutores es necesario utilizar un switch Ethernet.

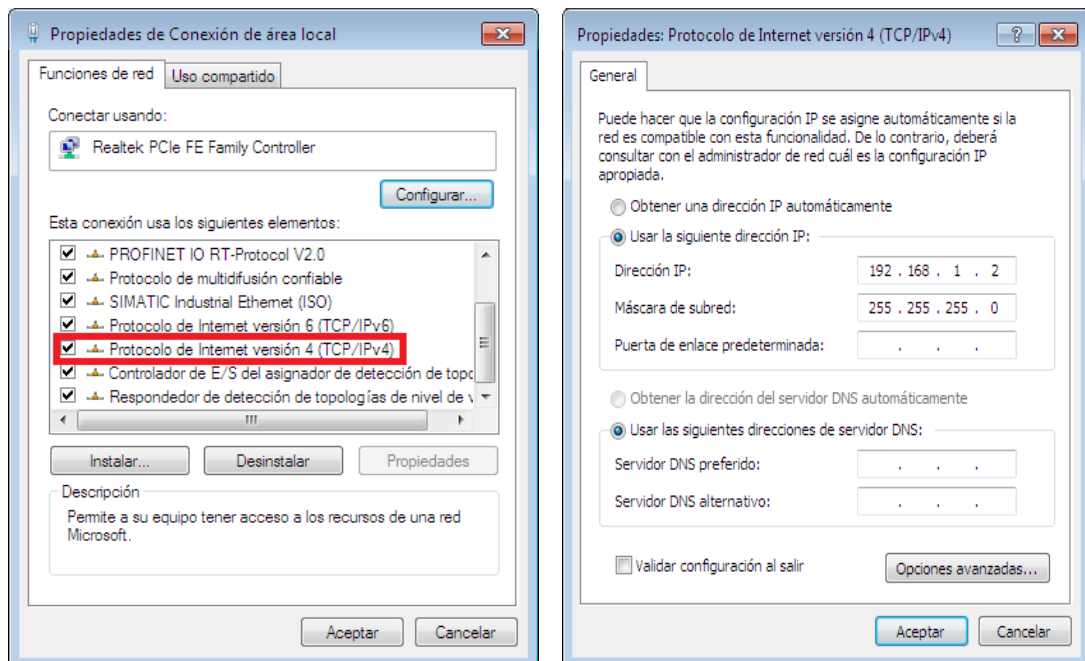
Configuración IP del computador

Es necesario configurar las propiedades de área local, ya que esta tarjeta es la que asigna una dirección de red al puerto Ethernet del PC.

Para realizar la configuración se debe seguir los siguientes pasos:

En características del panel de operador seleccionar la opción de “redes e internet”, posterior seleccionar “conexiones de internet”, en las características de “conexión de área local” dar clic derecho, elegir la opción “propiedades”, seleccionar la opción “protocolo de internet versión 4 (TCP/IPv4)” y asignar la dirección correspondiente a la red en la que se va a trabajar, para el proyecto la dirección de red es 192.168.1.0 y la máscara 255.255.255.0

Figura 40.- Propiedades de conexión de área local, protocolo TCP/IP



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

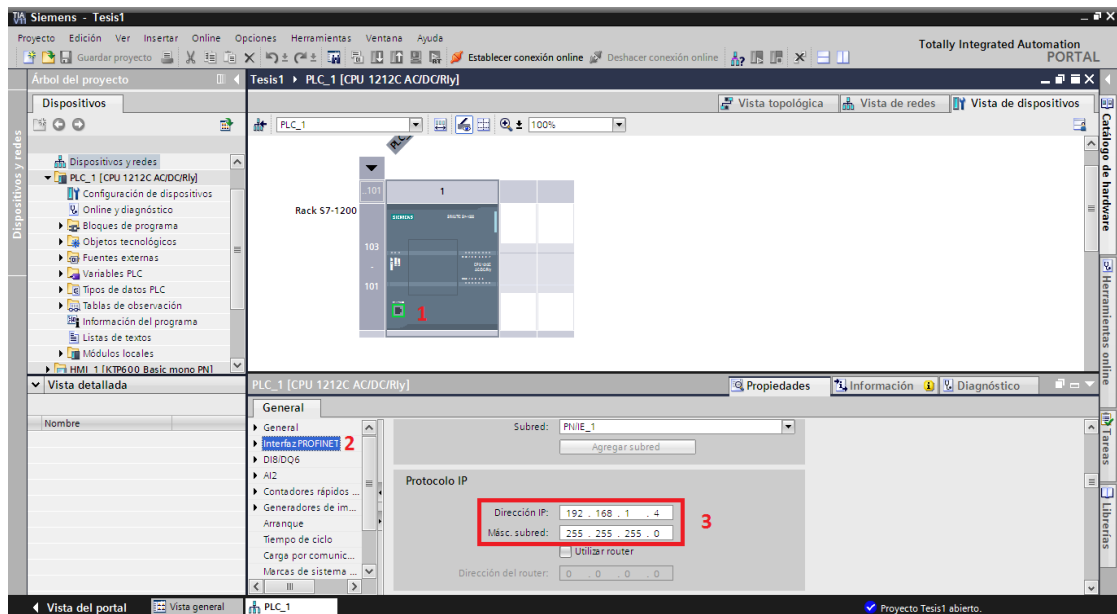
⁸ IP: Internet Protocol

Configuración IP del PLC

Para configurar la interfaz profinet es necesario seguir los siguientes pasos en el programa TIA portal:

- 1.- Seleccionar el puerto profinet en el dispositivo.
- 2.- Abrir la ventana Propiedades y seleccionar la opción “interfaz PROFINET” que se encuentra a lado izquierdo de la ventana.
- 3.- En el campo de “protocolo IP” asignar la dirección IP y mascara de subred en la misma red en la que se asigno a la PC, para el proyecto son 192.168.1.4 y 255.255.255.0 respectivamente.

Figura 41.- Asignación dirección IP PLC



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

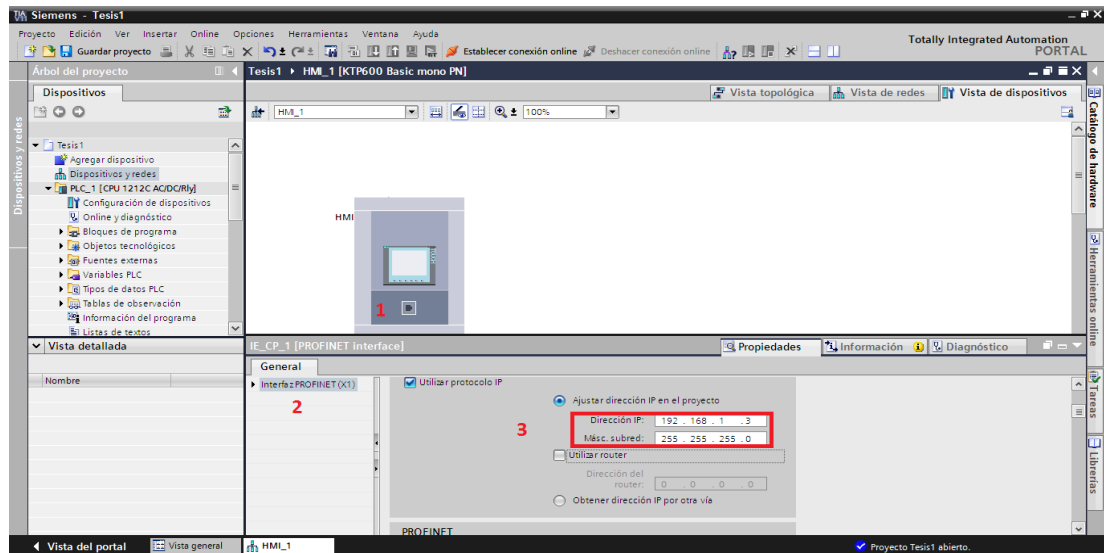
Configuración IP pantalla touch KTP 600

Al igual que la configuración del PLC se debe asignar la dirección IP por medio del programa TIA portal y se siguen los siguientes pasos:

- 1.- Seleccionar el puerto profinet en el dispositivo.
- 2.- Abrir la ventana Propiedades y seleccionar la opción “interfaz PROFINET(xT)” que se encuentra a lado izquierdo de la ventana.

3.- En el campo de “Ajustar dirección IP en el proyecto” asignar la dirección IP y máscara de subred en la misma red en la que se asigno a la PC y al PLC, para el proyecto son 192.168.1.3 y 255.255.255.0 respectivamente.

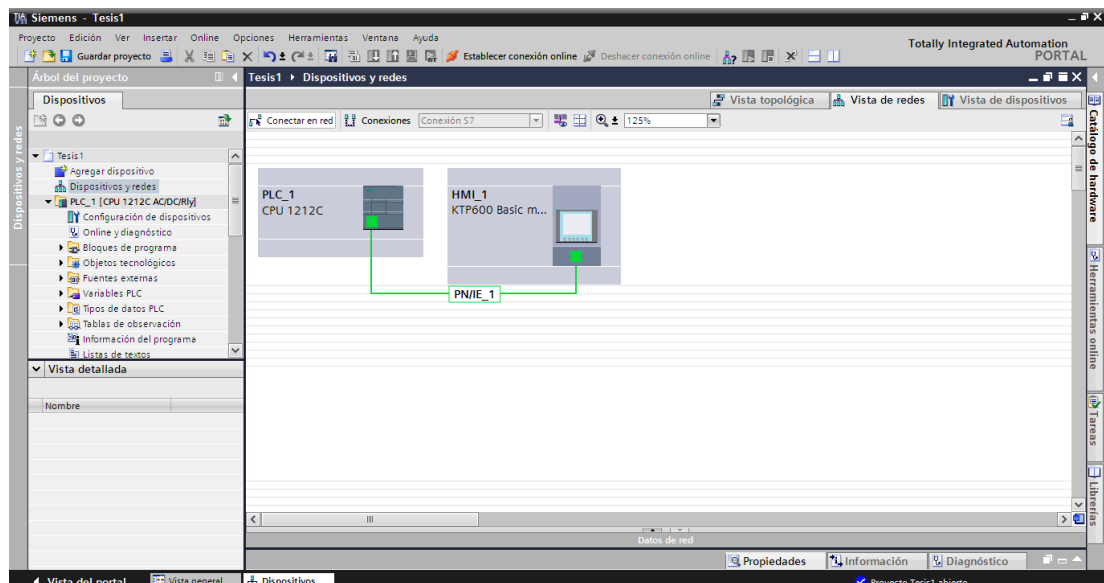
Figura 42.- Asignación dirección IP KTP 600



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Para que exista comunicación entre PLC y pantalla touch es necesario que se encuentren en la misma subred (PN/IE_1), para lo que se debe unir con el puntero el puerto de PROFINET de ambos dispositivos.

Figura 43.- Configuración subred PN/IE_1



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Figura 44: Conexión LAN física entre PLC y KTP 600

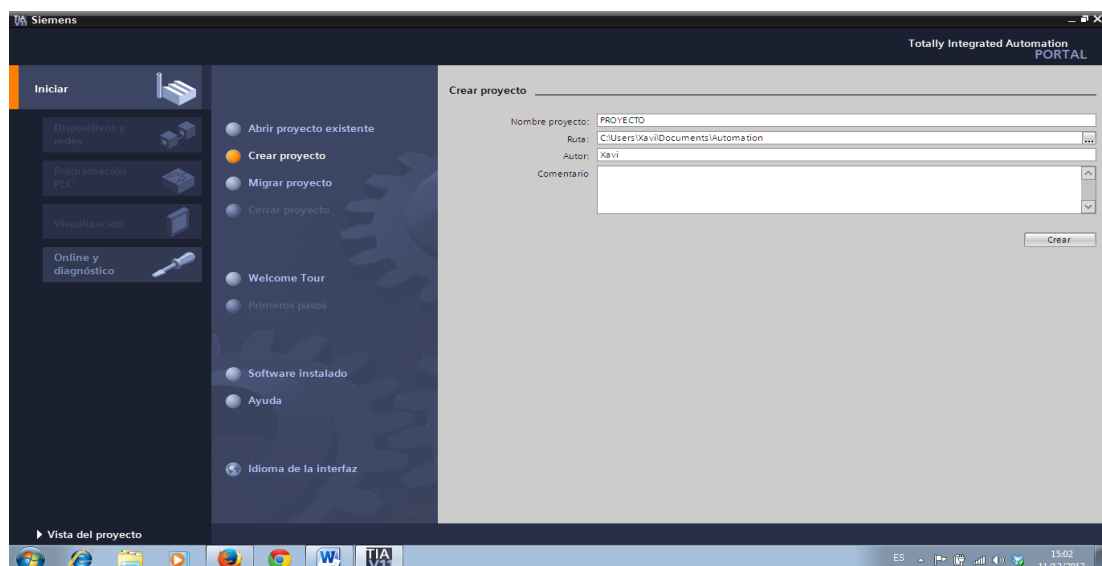


Imagen: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

4.1.4.3 Programación

La estructura de programación se lo realiza en la plataforma TIA⁹ PORTAL V11.0, la cual presenta una interfaz amigable y compatible con la familia de PLC's y pantallas TOUCH de la marca Siemens.

Figura 45: Interfaz de programador TIA PORTAL V11.0

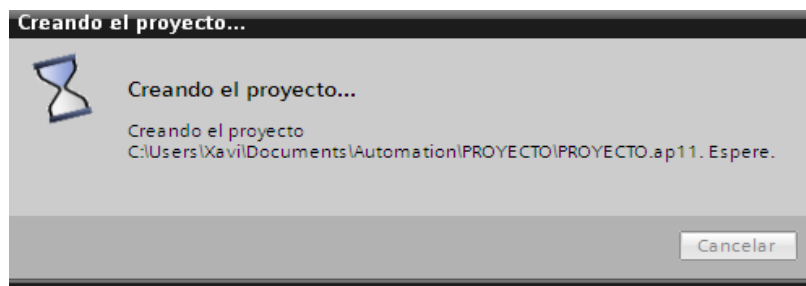


Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

⁹ TIA: Totaly Integrated Automation

Presenta opciones de abrir, crear, migrar o cerrar un proyecto. Se selecciona crear nuevo proyecto y se llena los campos correspondientes como nombre, ruta, autor y comentario. Una vez proporcionados los datos se presiona sobre el botón crear y se despliega la pantalla siguiente:

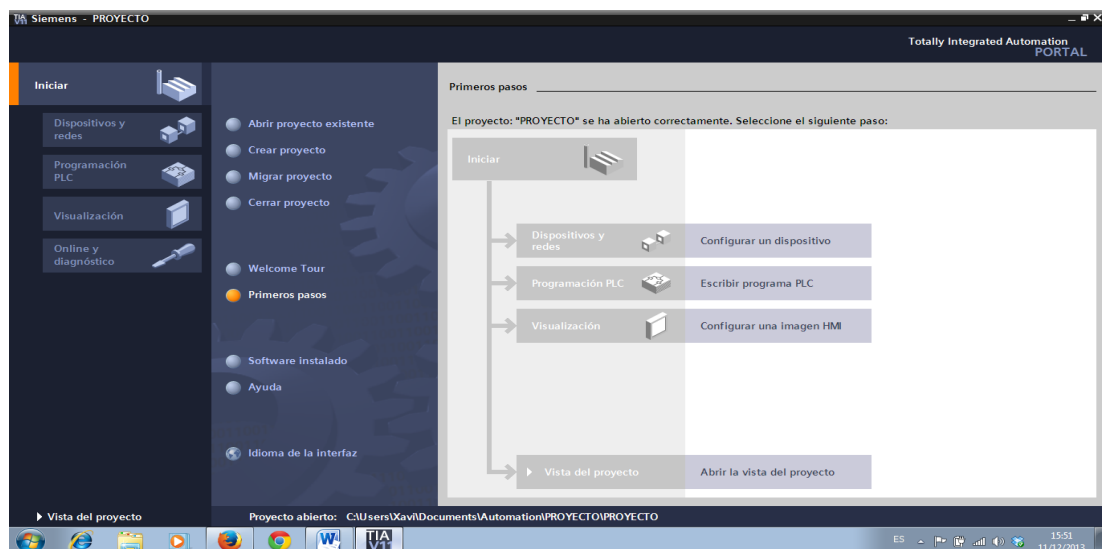
Figura 46: Ventana creación de proyecto



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Una vez creado el proyecto se despliega una ventana en la que se indica que tipo de dispositivo se desea programar o configurar, puede ser la gama de PLC's admitida por la plataforma o un dispositivo HMI modelo KTP.

Figura 47: Seleccionar dispositivo a configurar

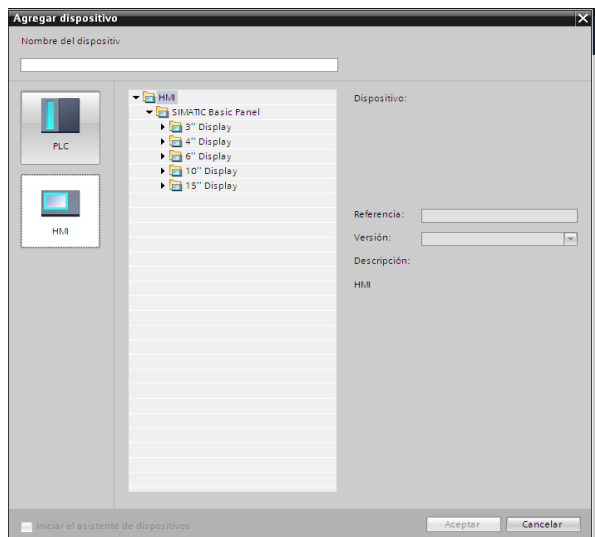


Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Programación pantalla touch KTP 600

La instancia de programación presenta la opción de escoger el tipo de dispositivo Simatic Basic Panel a configurar.

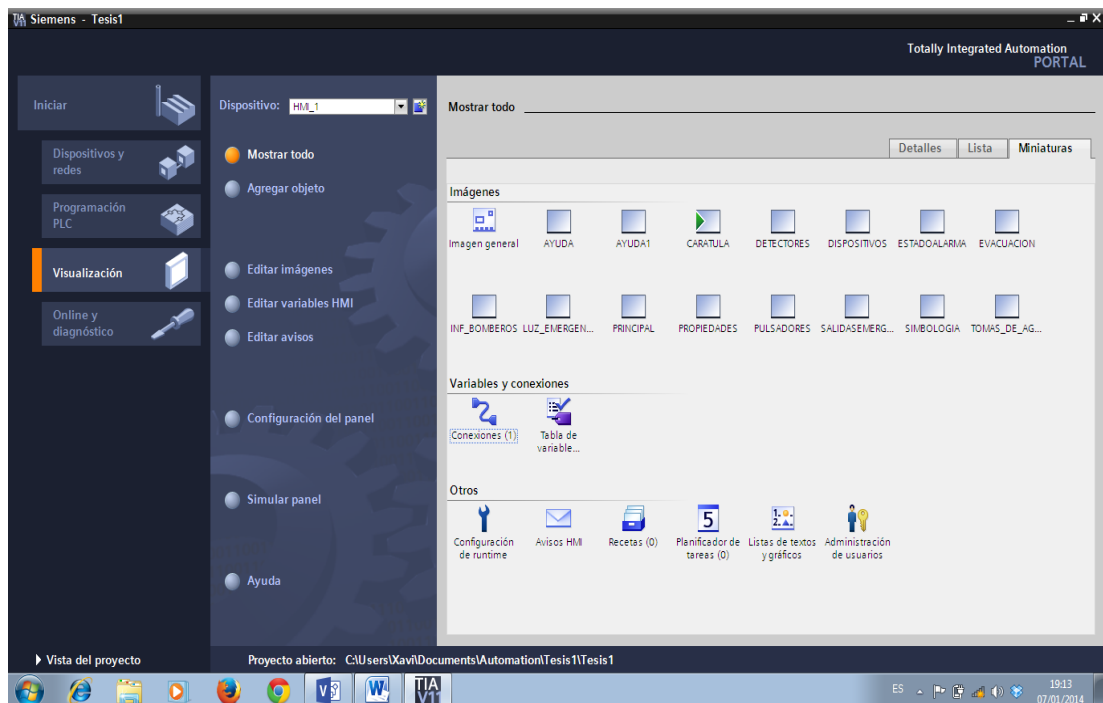
Figura 48: Dispositivos Simatic Basic Panel



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Una vez seleccionado el tipo de pantalla con sus características, se crea la instancia principal, que para el sistema es la imagen llamada carátula a continuación se presenta el árbol del proyecto del HMI

Figura 49: Árbol de proyecto Basic Panel KTP 600 PN



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

La programación de las diferentes imágenes es de forma gráfica, la plataforma presenta la barra de herramientas que contiene: objetos, elementos, controles y gráficos, se selecciona la herramienta a utilizar y se arrastra hasta la pantalla.

El modelo KTP 600 Basic Mono PN, es un dispositivo monocromático que presenta colores en la gama de grises, las propiedades de los objetos de la barra de herramientas del programador es bastante limitada y esto genera escasas opciones al momento de dar animación a cada imagen, para lograr una animación dinámica cada elemento como: cuadro de texto, imagen o botón está asociado a una marca, la variable correspondiente a cada marca se acciona desde el PLC y puede controlar las características de apariencia y visibilidad.

De ese modo se necesita una gran cantidad de marcas para poder animar a los objetos, si bien varios de los elementos se repiten en diferentes imágenes es necesario comprender el funcionamiento de algunas de las pantallas programadas.

Figura 50: Pantallas Carátula y Principal

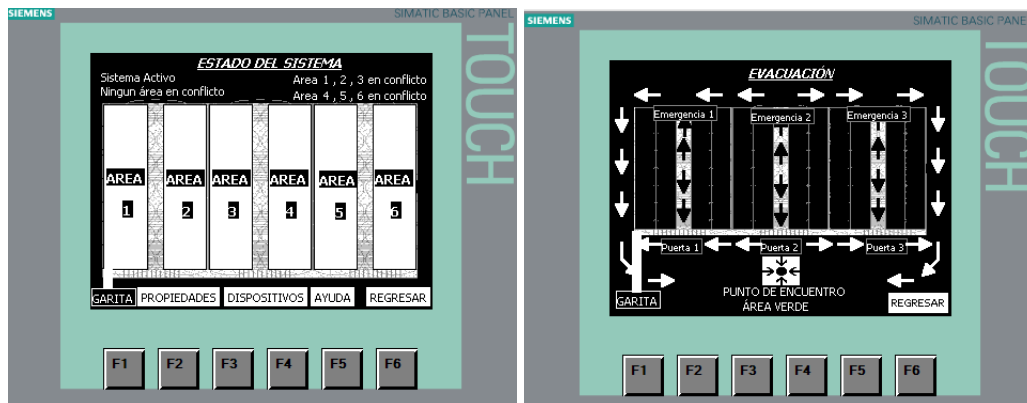


Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Por lo general los botones están asociados a otras pantallas y su activación o visualización dependen de las marcas provenientes desde el PLC, todo campo de texto, línea, botón, imagen, están asociados a las marcas.

Por ejemplo los campos de texto de etiquetas para los botones F1, F2, F3, estarán visibles solo cuando la marca correspondiente a NORMAL este activada, caso contrario no será posible su visualización en pantalla.

Figura 51: Pantallas Estado del sistema y Evacuación

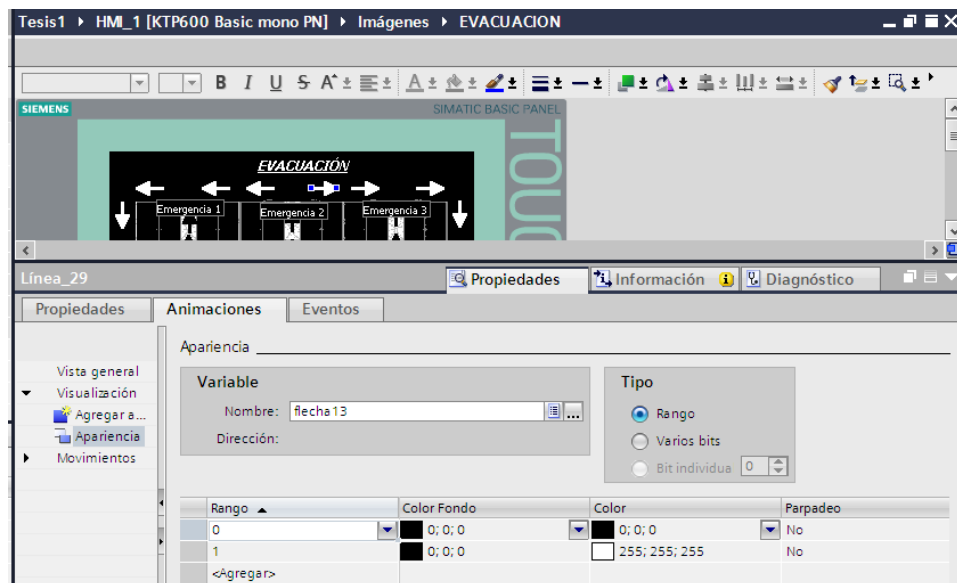


Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Las pantallas de la **figura 51** son las que presentan mayor animación, pues en la imagen Estado del sistema proporcionan información de las áreas si están en estado normal o en alarma, los textos se activan y los cuadros sobre cada área cambian de visible a invisible con las marcas programadas para cada objeto.

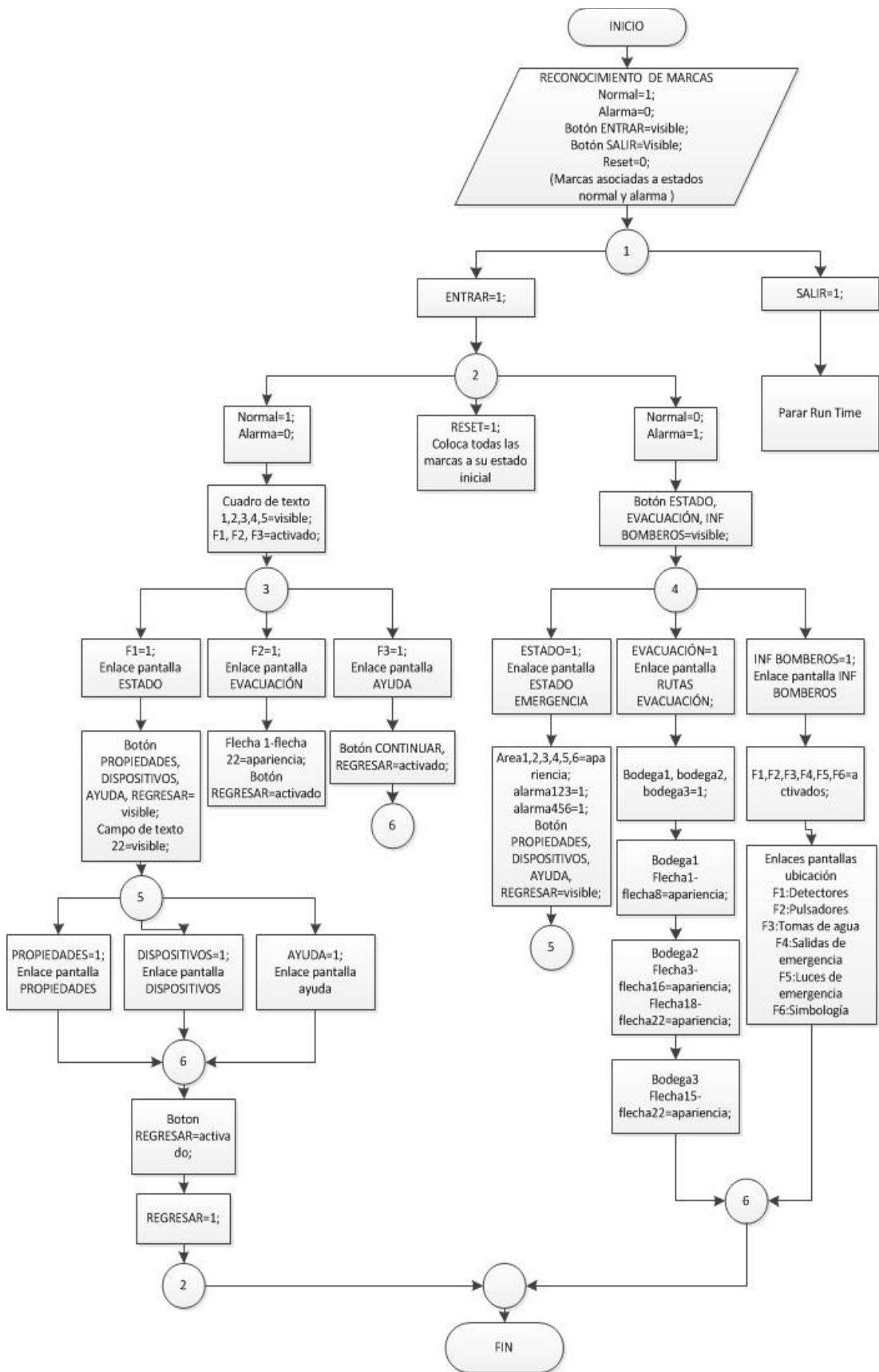
En la imagen Evacuación presenta la información de las rutas mas cortas hasta el punto de encuentro en caso de emergencia por causa de incendio, cada objeto con forma de flecha de igual modo está asociado a una marca específica que de acuerdo al programa del PLC controlará la propiedad de visibilidad en la pantalla.

Figura 52: Ejemplo animación objetos



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Figura 53: Diagrama de flujo programa KTP 600



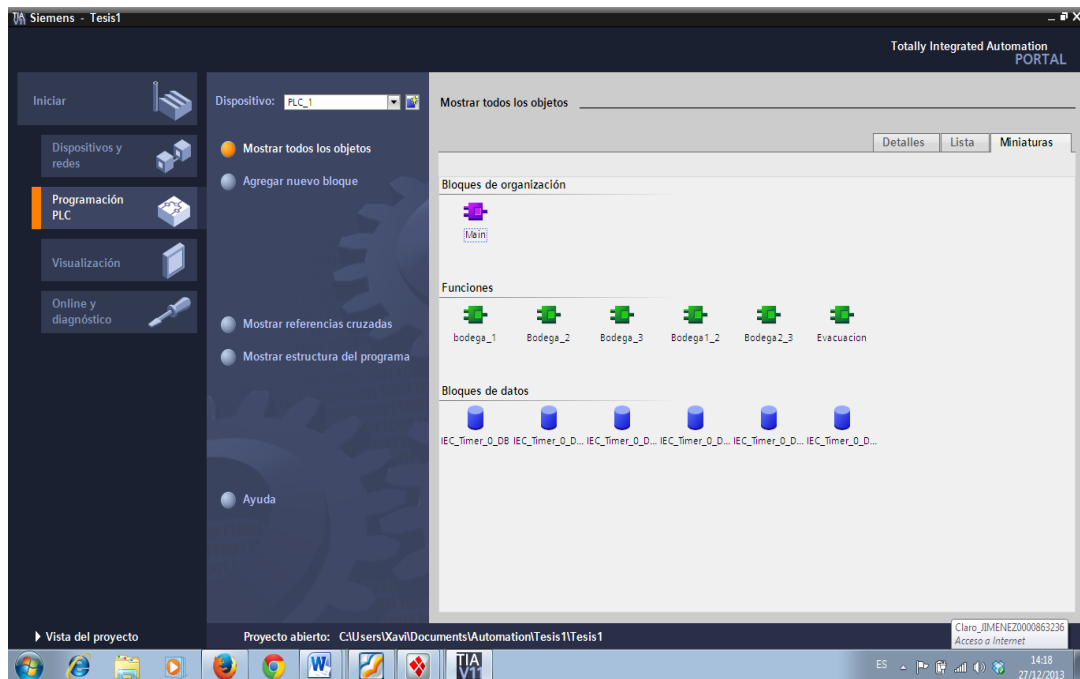
Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Programación PLC S7 1200

Para el sistema implementado se cuenta con funciones de tipo bloque que son llamados desde la instancia principal o MAIN, estas funciones ayudan a realizar tareas que resultan ser repetitivas y que utilizan las mismas variables antes asignadas en el proceso de control.

Para ello se cuenta con seis funciones de tipo bloque denominados FC por sus siglas en el idioma inglés (Function Block) y van numeradas desde 1, para lograr la animación de las rutas de evacuación se utiliza bloques de función de tipo temporizadores uno para cada función desarrollada

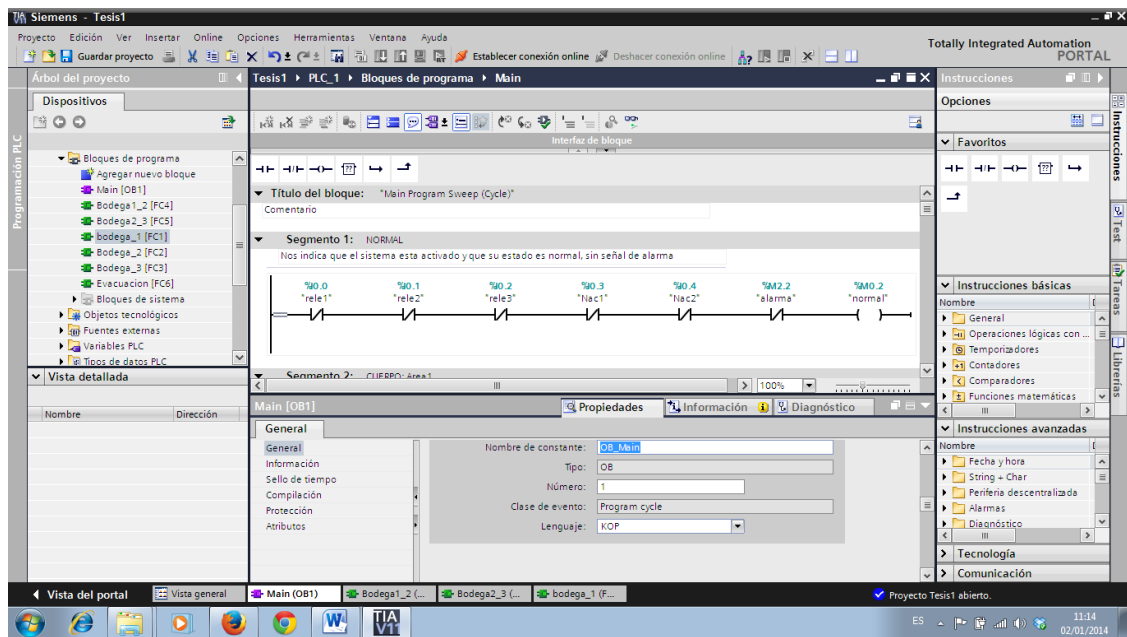
Figura 54: Árbol de programa PLC S7 1200



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

El lenguaje de programación utilizado se denomina KOP, es una interfaz bastante sencilla y se la conoce también como diagrama de en escalera o esquema de contactos, posee varios segmentos, en los que se va asignando las instrucciones a desarrollar, cada pantalla de programada posee herramientas de programador como: bobinas, contactos, instrucciones básicas y avanzadas, cada elemento debe ser arrastrado hasta la instancia de programación

Figura 55: Plataforma de programación lenguaje KOP



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

La estructura del programa se basa en el estado de cinco relés, provenientes desde el panel de control contra incendios

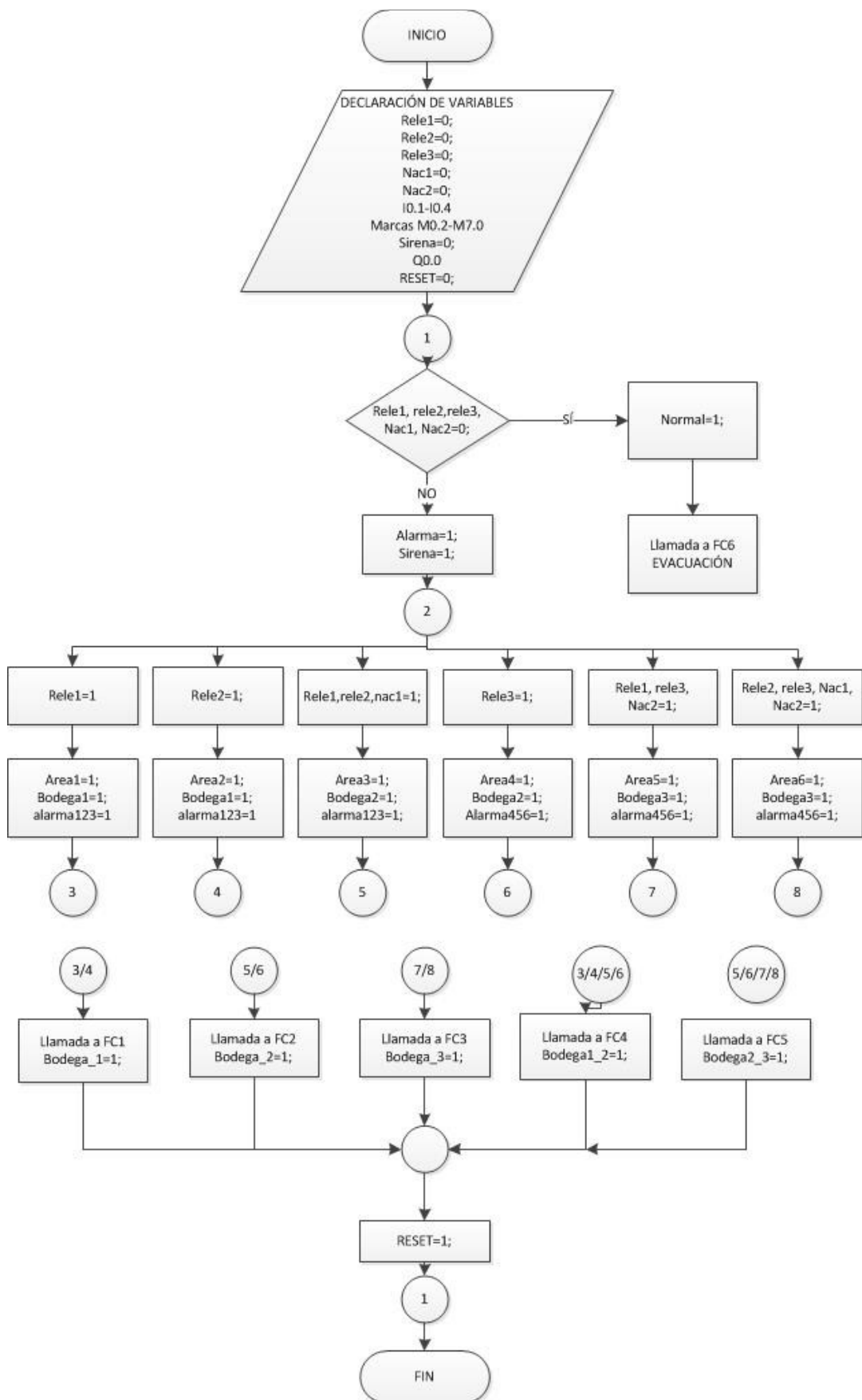
Tabla 27: Activación de marcas según estados de relés y NAC'S

NAC2	NAC1	RELÉ 3	RELÉ 2	RELÉ 1	MARCAS	ÁREAS DE NOTIFICACIÓN
0	0	0	0	0	-	-
0	0	0	0	1	M0.4	Área 1
0	0	0	1	0	M0.6	Área 2
0	1	0	1	1	M1.2	Área 3
0	0	1	0	0	M1.4	Área 4
1	0	1	0	1	M1.6	Área 5
1	1	1	1	0	M2.0	Área 6

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

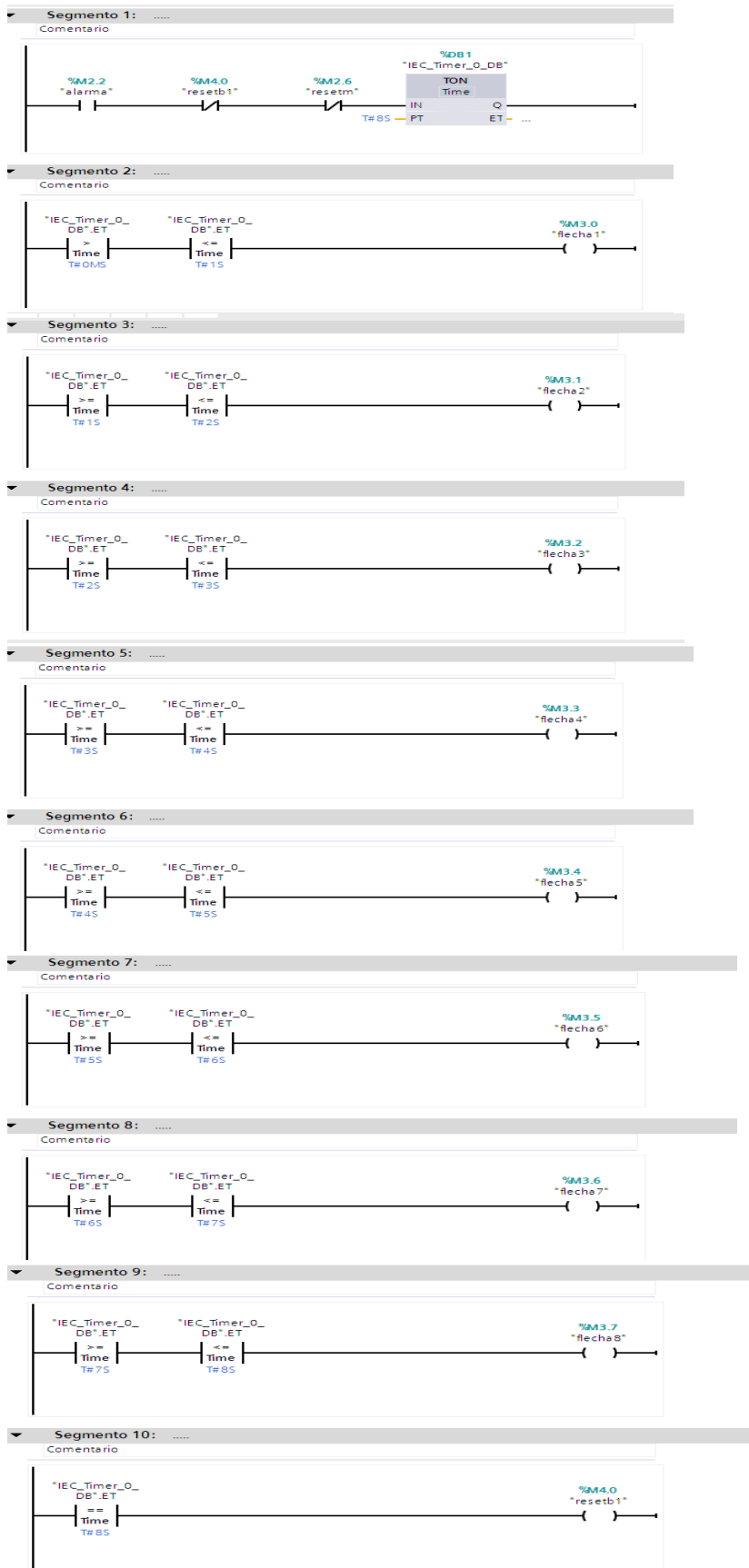
Según los estados presentados en la **tabla 27**, se activan los contactos asignados a cada variable o marca, cuando las variables de entrada permanecen en el estado cero "0", permanece activa la marca Normal, que indica que el sistema esta funcionando y que no existe riesgo de incendio pues ningún detector ha sido activado, si esta condicion cambia, el estado cambia de normal a alarma, esto quiere decir que se activarán las marcas del área en conflicto y esta acción activará la marca denominada alarma, que junto con la marca de área y alarma llama a los bloques de función programados para cada estado de la **tabla 27**.

Figura 56: Diagrama de flujo programación PLC S7 1200



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Figura 57: Programación KOP bloque de función bodega_1

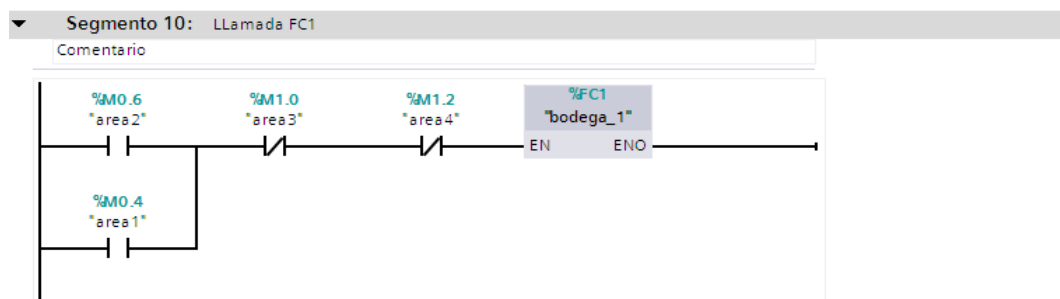


Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Las marcas programadas sirven de enlace con el HMI, cada bloque de función se activa con la marca de alarma y posee un temporizador, se realiza una comparación con el tiempo en el bloque de datos y según la coincidencia se activan las marcas que a su vez controlan las propiedades de los objetos en las imágenes de las pantallas, los bloques de función programados envían la señal para que las flechas puedan ser visualizadas.

La instancia principal hace las llamadas a cada bloque de función de acuerdo a las áreas activadas.

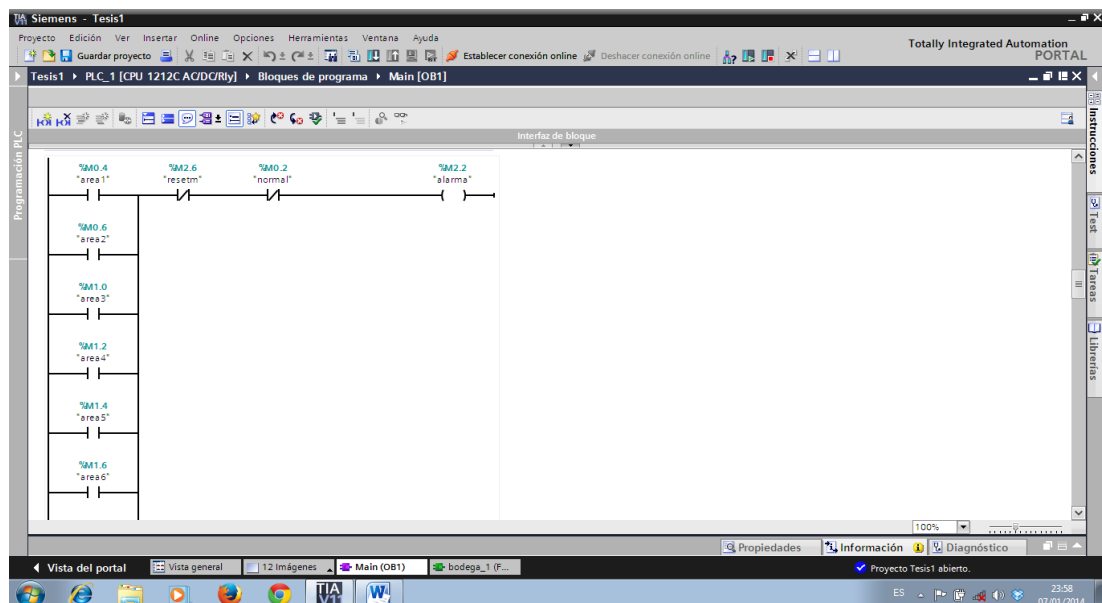
Figura 58: Llamada a FC1 bodega_1 desde MAIN



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

La marca de alarma se activa siempre que un área determinada ha sido activada por las variables de entrada.

Figura 59: Activación marca alarma

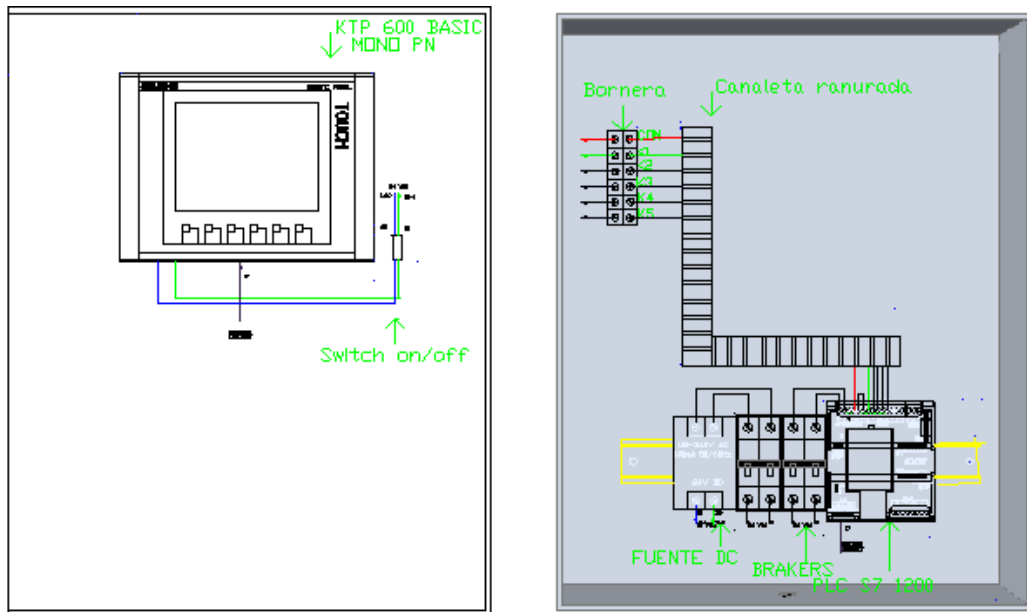


Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

4.1.4.4 Instalación

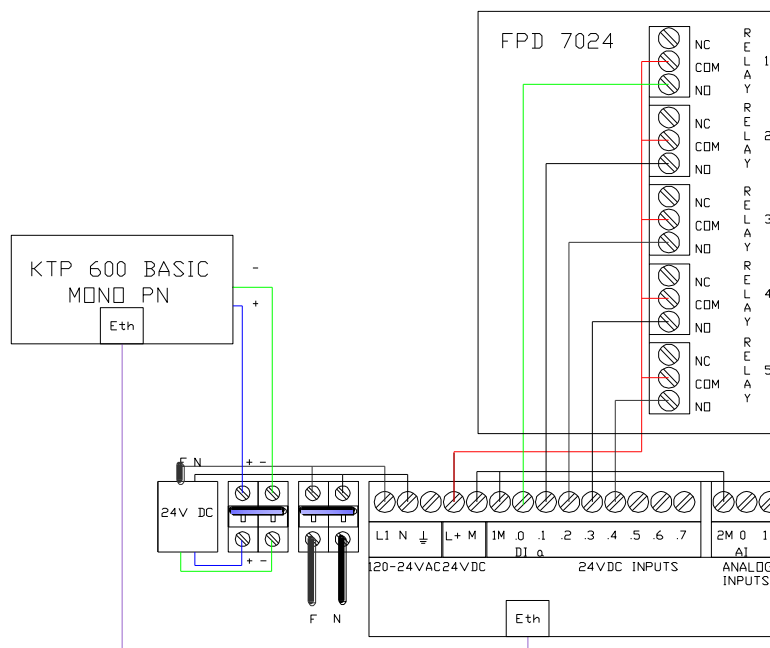
Tanto el PLC como la pantalla KTP 600, se encuentran emplazados en un armario robusto, de metal.

Figura 60: Diagrama físico conexión panel de control



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Figura 61: Diagrama eléctrico panel de monitoreo



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Figura 62: PLC S7 1200 y KTP 600 instalados



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

PLC instalado sobre perfil DIN de ½ pulgada, alimentación de 110 VAC, con breaker de 5 amperios de protección. KTP 600 con alimentación de 24 VDC única fuente, con breaker de 1 Amperio de protección.

4.1.5 Listas de dispositivos implementados

Tabla 28: Listado dispositivos implementados

DATA BASE						
GRUPO	DESCRIPCIÓN			CABLEADO	DATOS ELÉCTRICOS	
	Equipo	Código	Descripción de señal		Voltaje	Corriente
Detección	Detector Humo	D7050TH	Binaria Codificada	Bus multiplex	12V DC	500-560µA
Detección	Estación de detección manual	FMM7045	Binaria Codificada	Bus multiplex	12V DC	500-560µA
Detección	Módulo de Expansión multiplexado	D7039	Binaria Codificada	Bus multiplex	24V DC	100-150mA
Control	Placa de Control	FPD 7024	Binaria Codificada / Digital	-	120/240 VAC	1.2/0.75 ^a
Alarma	Sirena de evacuación	D117	Digital	Bus multiplex	12/24V DC	1.1 ^a
Alarma	Luz estroboscópica	W-HS	Digital	Bus multiplex	12/24 VDC	75-282mA
Monitoreo	PLC S7 1200	CPU 1212C AC/DC/RLY	Digital	18AWG	24V DC	40-120mA
Monitoreo	Pantalla basic mono PN	KTP 600	Digital	UTP 26AWG	24V DC	350mA

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Tabla 29: Listado de cables

CABLE LIST				
Localización	Tipo	Dispositivo	Función	Características
Bodega 1	2C18AWG	Detectores	Alimentación/ envío de información	SÓLIDO N BL 300V
Bodega 1	2C18AWG	Estación de detección manual	Alimentación/ envío de información	SÓLIDO N BL 300V
Bodega 1	2C18AWG	Luz estroboscópica	Alimentación/ activación	SÓLIDO N BL 300V
Bodega 1	2C18AWG	Sirena de evacuación	Alimentación/ activación	SÓLIDO N BL 300V
Bodega 2	2C18AWG	Detectores	Alimentación/ envío de información	SÓLIDO N BL 300V
Bodega2	2C18AWG	Estación de detección manual	Alimentación/ envío de información	SÓLIDO N BL 300V
Bodega 2	2C18AWG	Luz estroboscópica	Alimentación/ activación	SÓLIDO N BL 300V
Bodega 3	2C18AWG	Detectores	Alimentación/ envío de información	SÓLIDO N BL 300V
Bodega 3	2C18AWG	Luz estroboscópica	Alimentación/ activación	SÓLIDO N BL 300V
Bodega 3	2C18AWG	Luz estroboscópica	Alimentación/ activación	SÓLIDO N BL 300V
Garita	18AWG	Panel FPD 7024/ Monitoreo	Activación entradas PLC	FLEXIBLE N BL
Garita	UTP 26AWG	Panel de monitoreo	Comunicación PLC-KTP 600	Categoría 5E
Garita	16AWG	Panel de control	Alimentación 110V AC	FLEXIBLE N BL
Garita	16AWG	Panel de monitoreo	Alimentación 110V AC	FLEXIBLE N BL

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Tabla 30: Listado de direcciones

NETWORK DETECTOR				
Nombre	Descripción	Dirección	Nº Área	Nº Bodega
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.20	1	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.21	1	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.22	1	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.23	1	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.24	1	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.25	1	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.26	1	1
Estación de detección manual	Acción simple, Direccionable	0.65	1	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.27	2	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.28	2	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.29	2	1

NETWORK DETECTOR				
Nombre	Descripción	Dirección	Nº Área	Nº Bodega
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.31	2	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.32	2	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.33	2	1
Estación de detección manual	Acción simple, Direccionable	0.66	2	1
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.34	3	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.35	3	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.36	3	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.37	3	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.38	3	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.39	3	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.40	3	2
Estación de detección manual	Acción simple, Direccionable	0.67	3	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.41	4	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.42	4	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.43	4	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.44	4	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.45	4	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.46	4	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.47	4	2
Estación de detección manual	Acción simple, Direccionable	0.68	4	2
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.48	5	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.49	5	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.50	5	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.51	5	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.52	5	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.53	5	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.54	5	3
Estación de detección manual	Acción simple, Direccionable	0.69	5	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.55	6	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.56	6	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.57	6	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.58	6	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.59	6	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.60	6	3
Detector	Fotoeléctrico, Direccionable	0.61	6	3
Estación de detección manual	Acción simple, Direccionable	0.70	6	3

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

4.2 Análisis de resultados técnicos

Al terminar la instalación de los sistemas de detección, alarma y monitoreo descritos en el capítulo anterior, es necesario realizar las pruebas pertinentes de los sistemas en conjunto, lo que permitirá garantizar el óptimo funcionamiento de los mismos.

4.2.1 Verificación de alimentación

Antes de suministrar alimentación a los tableros de control y monitoreo es imprescindible verificar los siguientes puntos:

- Comprobar que no exista corto circuito en la línea principal de alimentación del panel de monitoreo.
- Verificar que todos los cables del sistema estén empotrados en las bornas correspondientes.
- Con ayuda de un multímetro comprobar que el voltaje adecuado de 110 VAC esté llegando al primario del breaker de seguridad principal.
- Ajustar con un destornillador todas las bornas de los dispositivos.

4.2.2 Pruebas realizadas

Para la prueba respectiva de cada bodega se acciona un dispositivo al azar asociado a cada área. El sistema tiene dos estados posibles: NORMAL Y ALARMA, según cada uno de ellos se visualizará en las pantallas la información pertinente a cada estado.

4.2.2.1 Estado normal

En este estado los dispositivos de detección no han sido activados, lo que significa que el sistema está activado y que ninguna bodega presenta riesgo de incendio.

La pantalla principal nos presenta la visualización de los objetos asociados a este estado, están activos los botones F1, F2 y F3, en la pantalla están visibles los campos de texto que nos indican las etiquetas de cada botón y además el recuadro indicando que el sistema está en estado NORMAL.

F1: Ver el estado del sistema

F2: Ver rutas de evacuación

F3: Ver ayuda del sistema

Figura 63: Pantalla principal estado normal



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Presionando sobre el botón de función F1 se puede ver el estado en el que se encuentran cada una de las áreas, los campos de texto nos indican que el sistema está activo y que ningún área está en conflicto, además en esta imagen presenta tres botones en pantalla: PROPIEDADES, DISPOSITIVOS y AYUDA.

Figura 64: Pantalla estado del sistema (normal)



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Presionando sobre el botón F2 es posible observar las diferentes rutas de evacuación para las tres bodegas en caso de un flagelo y el respectivo punto de encuentro.

Figura 65: Secuencia rutas de evacuación



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

4.2.2.2 Estado alarma

Cuando un detector ha sido activado o alguna estación de aviso manual ha sido accionada el sistema cambia de estado NORMAL a estado de ALARMA.

Para ello se presenta para cada bodega las diferentes animaciones programadas según el área activada. En la pantalla principal se muestra el recuadro de advertencia y la bodega que se encuentra en conflicto, los botones de función antes programados se desactivan, activando botones en pantalla que indican ESTADO, RUTAS DE

EVACUACIÓN Y LA INFORMACIÓN A LOS BOMBEROS. El monitoreo se muestra en las siguientes pantallas.

➤ **Bodega 1**

El área 1 y 2 están asociadas a la bodega número uno

Figura 66: Pantalla principal estado alarma bodega 1



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Para observar cual de las dos áreas están en conflicto es necesario presionar sobre el botón ESTADO.

Figura 67: Estado alarma área 1



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Figura 68: Estado alarma área 2



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

➤ **Bodega2**

Para la bodega número dos están asociadas las áreas de protección 3 y 4.

Figura 69: Pantalla principal estado alarma bodega 2



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Presionando sobre el botón Estado es posible visualizar cual área esta en conflicto.

Figura 70: Estado alarma área 3



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Figura 71: Estado alarma área 4



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

➤ **Bodega 3**

Para la bodega número tres se tiene las áreas 5 y 6 asociadas.

Figura 72: Pantalla principal estado alarma bodega 3



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Figura 73: Estado alarma área 5



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Figura 74: Estado alarma área 6



Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Las pruebas se realizaron de forma exitosa, con la participación del Cuerpo de Bomberos de la ciudad de Quito, personal de mantenimiento y las respectivas autoridades.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS FINANCIERO

Para el desarrollo del proyecto es importante el análisis de los indicadores económicos, para determinar la factibilidad del mismo en valores monetarios.

5.1 Estadísticas

Las estadísticas a analizar son aquellas históricas que permitirán verificar la pérdida máxima que puede tener la empresa por un incendio.

Para este análisis recurrimos primero a los productos que tienen ILSA S.A. en bodegas y su valor aproximado; descrita en la **tabla 31**, desde que se implementó el sistema.

Tabla 31: Costos productos almacenados

PRODUCTO	COSTO
Barricas de añejamiento	\$1020000
Materia prima	\$160000
Producto terminado	\$320000
Bienes inmuebles	\$350000

Fuente: ILSA S.A

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Además se tiene en consideración la probabilidad de ocurrencia de un incendio tomado de **F.R.A.M.E** (Fire Risk Assessment Method for Engineering), que es de 25 en 100000. (Universidad Internacional SEK, 2011)

Para determinar la pérdida que la empresa tendría por el incendio de sus bodegas de forma mensual se ha realizado la relación del costo de los productos con la probabilidad de la ocurrencia de un incendio.

Los valores obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 32: Perdida mensual por incendio primer año

Costos en Cantidad				2013
PRODUCTOS	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Costo acumulado
Barricas de añejamiento	255	255	255	765,00
Materia prima	40	40	40	120,00
Producto terminado	80	80	80	240,00
Bienes inmuebles	87,5	87,5	87,5	262,50
TOTAL COSTO	462,50	462,50	462,50	1.387,50

Fuente: (Zambrano, 2013)

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

La pérdida que se puede dar mensualmente según la **tabla 32** es de \$462,50. Por lo que el valor acumulado que se recupera en los tres primeros meses en los que el sistema de detección, alarma y protección de incendios está en funcionamiento es de \$1387,50.

5.1.1 Proyección de los siguientes 5 años

La cantidad de material almacenado se incrementará debido al aumento de consumo de licor que se da por el acrecentamiento poblacional del Ecuador, mercado en el que expiden mayor cantidad de sus productos la empresa ILSA S.A.

La tasa de crecimiento anual en el Ecuador según el censo hecho 5 de diciembre del 2010 por INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) es de 1,52%. (INEC, 2013) Adicionalmente se considera la población que consume licor en el Ecuador que es del 71% según un estudio efectuado por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO). (FLACSO, 2013)

Con estos datos se puede obtener el posible incremento anual de consumidores de licor que es de 1%, valor que influirá directamente con la cantidad de producto que se tiene almacenado en las bodegas.

Análisis mensual de pérdida

La siguiente tabla muestra un incremento de pérdida mensual para cada año.

Tabla 33: Perdida por incendio mensual de cada año

AÑO	2013	2014	2015	2016	2017	2018
PRODUCTOS	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual
Barricas de añejamiento	255	257,55	260,1	262,65	265,2	267,75
Materia prima	40	40,4	40,8	41,2	41,6	42
Producto terminado	80	80,8	81,6	82,4	83,2	84
Bienes inmuebles	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5
TOTAL COSTO	462,50	466,25	470,00	473,75	477,50	481,25

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Análisis anual de pérdida

La siguiente tabla presenta la pérdida acumulada para los siguientes 5 años.

Tabla 34: Pérdida por incendio acumulada por cada año.

Costos en Cantidad	2014	2015	2016	2017	2018
PRODUCTOS	Costo acumulado	Costo acumulado	Costo acumulado	Costo acumulado	Costo acumulado
Barricas de añejamiento	2575,5	3.121,20	3.151,80	3.182,40	3.213,00
Materia prima	404	489,60	494,40	499,20	504,00
Producto terminado	808	979,20	988,80	998,40	1.008,00
Bienes inmuebles	1.050,00	1.050,00	1.050,00	1.050,00	1.050,00
TOTAL COSTO	4.837,50	5.640,00	5.685,00	5.730,00	5.775,00

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

5.2 Comparación de costos antes y después

La implementación del sistema recurrió con los costos detallados a continuación, en las que se presentan los valores de: producto, costo, depreciación y el IVA generado.

Tabla 35: Activos fijos

ACTIVOS FIJOS										
Cant	DETALLE	Depreciación%			Precio \$	Total	Deprec. Anual	Deprec. Mensual	IVA	Total +IVA
		%	T. años	Valor Residual				12	12%	
	HARDWARE									
1	Central anti-incendio FPD 7024 BOSH	33,33%	3	120,03	360,14	360,14	120,05	10,00	43,22	
1	Módulo expansor lazo direccionable PAN MULTIPLEX D7039	33,33%	3	45,30	135,90	135,90	45,30	3,78	16,31	
44	Detector de humo fotoeléctrico y temperatura D7050	33,33%	3	16,04	48,11	2.116,84	705,61	58,80	254,02	
44	Base de detector dieccionable	33,33%	3	1,50	4,50	198,00	66,00	5,50	23,76	
1	PLC Siemens S71200	33,33%	3	124,99	375,00	375,00	125,00	10,42	45,00	
6	Avisador manual direccionable simple	33,33%	3	13,88	41,65	249,90	83,30	6,94	29,99	
4	Sirena con estrobo	33,33%	3	20,31	60,94	243,76	81,25	6,77	29,25	
1	Sirena interna de 120DB	33,33%	3	7,20	21,59	21,59	7,20	0,60	2,59	
1	Pantalla Siemens KTP600 PN	33,33%	3	246,64	740,00	740,00	246,67	20,56	88,80	
	Total Hardware					3.945,09	1.315,03	58,80	473,41	4418,5
	SOFTWARE									
1	Tia Portal	20%	5	-	535,00	535,00	107,00	8,92	64,20	
	Total Software					535,00	107,00	-	64,20	599,2
SUMA TOTAL ACTIVOS FIJOS						5017,7				

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

El Costo total de los activos fijos es la suma del total de los productos y el IVA que se presenta en la **tabla 35**, dando un total de \$5017.7.

El gasto inicial se refiere a los materiales necesarios para implementar el sistema y se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 36: Gasto inicial

GASTO INICIAL				
Cantidad.	DETALLE	Precio \$	Total	IVA
				12%
1	Batería 12V	17,10	17,10	2,05
450	Tubería EMT/ de 1/2"	1,95	877,50	105,30
150	Uniones EMT	0,32	48,00	5,76
100	conectores EMT	0,35	35,00	4,20
50	Cajetines rectangulares	0,38	19,00	2,28
1000	Cable contra incendio 2C 18AWG sólido	0,5	500,00	60,00
100	Mangera ¾	0,4	40,00	4,80
2	Break	10,45	20,90	2,51
15	Cable flexible 18AWG	0,158	2,37	0,28
1	Panel metálico	50	50,00	6,00
	Total		1.609,87	193,18
SUMA TOTAL GASTO INICIAL			1803,05	

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

La inversión inicial del sistema es de \$6820,75 que representa la suma total de los valores de activos fijos y gasto inicial.

Adicional de los costos iniciales del sistema se debe incluir los gastos administrativos que va a generar el sistema después de su implementación, los detalles se incluyen en la siguiente tabla, para los siguientes cinco años de estudio.

Tabla 37: Gastos administrativos

GASTOS ADMINISTRATIVOS	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Observación
Mano de obra	300,00	317,28	335,56	354,88	375,32	396,94	cada 6 meses
Cambio de dispositivos defectuosos	100,00	105,76	111,85	118,29	125,11	132,31	cada 6 meses
Iva Pagado	48,00	50,76	53,69	56,78	60,05	63,51	
TOTAL	448,00	473,80	501,10	529,96	560,48	592,77	

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

Al ahorro acumulado anual por la implementación del sistema que se muestra en las **tablas 32 y 34** se deducen los gastos administrativos obteniendo el flujo de fondos nominales que se ve afectado por la tasa de descuento aplicable y el factor de valor actual de cada año. El análisis por los seis años de proyección nos da una suma de \$17915 y teniendo en cuenta que el costo total del sistema fue de \$6090 sin IVA podemos concluir que por cada \$0,40 invertidos se obtiene una ganancia de \$1.

Se puede observar en la siguiente tabla que en el tercer año se recupera la inversión total y existe una utilidad a partir de este año.

Tabla 38: Índices de evaluación

ÍNDICES DE EVALUACIÓN							
CONCEPTO	Inversión Inicial	Final Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Flujos de fondos nominales	-6.090	940	4.364	5.139	5.155	5.170	5.182
Tasa de descuento aplicable: (ke)		12%	13%	11%	11%	10%	10%
Factor de valor actual: $1/(1+ke)^i$		0,89	0,79	0,74	0,66	0,61	0,63
Flujos de caja actualizados		836	3.448	3.793	3.409	3.161	3.267
FNCI actualizados y acumulados		836	4.284	8.077	11.486	14.647	17.915
Suma de los FNCI actualizados		17.915					
Monto de la inversión inicial		-6.090					

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

5.3 Análisis de costos (costos de dispositivos y materiales)

Para la selección de los diferentes equipos, dispositivos y materiales se pidieron cotizaciones a diferentes empresas con las mismas características técnicas, especificadas previamente por el estudio realizado.

Las cotizaciones elegidas fueron en las que los dispositivos y materiales cumplieran con: altos estándares de calidad, fiabilidad, robustez y de marcas conocidas, con un tiempo considerable en el mercado que permitan el fácil remplazo y mantenimiento de los mismos además de la garantía ofrecida.

Los dispositivos elegidos están contemplados en las **tablas 35, 36 y 37**, que corresponden a activos fijos, gasto inicial y gastos administrativos, con los que se han realizado el presente análisis financiero.

5.4 Análisis comparativo costo beneficio

Para calcular la viabilidad del proyecto se calcula el VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno), los que determinan si la inversión hecha se considera más rentable que dejarla en un banco en una cantidad determinada de tiempo, en este caso en un período de seis años.

Tabla 39: Costos comparativos

VALOR ACTUAL NETO	11.825
RELACIÓN BENEFICIO/COSTO (B/C)	33,99%
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	51,21%

Elaborado por: Dalila Martínez & Luis Xavier Zagal

- VAN

Este cálculo permite obtener el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por la inversión.

Para el cálculo se emplea la siguiente fórmula:

Ecuación 1: Cálculo de VAN

$$VAN = I - \sum_{n=1}^N \frac{Qn}{(1+r)^n}$$

Fuente: (Rodineas, 2013)

Dónde:

I= inversión

Qn=flujo de caja del año n,

r= tasa de interés con la que estamos comparando y

N=el número de años de la inversión

El cálculo se ve reflejado en la **tabla 39**, dónde el VAN= 11.825

El VAN al ser positivo y mayor que cero indica que el proyecto es factible.

- **TIR**

Indica la rentabilidad del proyecto, a mayor TIR mayor rentabilidad.

Para el cálculo del TIR se debe considerar la siguiente formula:

Ecuación 2: Cálculo del TIR

$$TIR = \frac{\sum_{n=1}^N Qn}{(1+r)}$$

Fuente: (Calcuword, 2013)

El valor obtenido según la **tabla 39** es TIR= 51,21%, lo que indica también que el proyecto es viable.

La relación costo beneficio del proyecto es de 33.99%, con lo que se concluye, como se indica anteriormente en la página 91, que por cada \$0.40 de inversión se recupera \$1, lo que significa que el flujo de caja del proyecto es más del doble de la inversión, por lo que se considera que existe un gran beneficio vs el costo que representa el proyecto.

Se concluye entonces que el proyecto de Análisis, Diseño e Implementación de un Sistema de Protección Contra Incendios en las Bodegas de la Empresa Licorera Iberoamericana ILSA S.A. es financieramente factible.

CONCLUSIONES

- Para realizar el diseño del sistema de protección contra incendios es necesario regirse a las normas NFPA, UL, INEN, NEC, IEC y ANSI que proporcionan estándares y reglamentos fijos a nivel mundial que aseguran y garantizan el funcionamiento correcto de cada sistema implementado.
- En el sistema de detección se implementó dispositivos direccionables; debido a que las dimensiones de las bodegas requieren de 42 detectores y un sistema convencional no es suficiente pues solo admite 20 elementos por zona, mientras que el sistema direccionable admite hasta 255 dispositivos, lo cual permite expandir el sistema implementado en un futuro hacia las demás dependencias del establecimiento.
- No es posible utilizar dispositivos lineales de haz de luz debido a que el almacenamiento de las barricas de alcohol supera la altura de la ubicación de los detectores, interrumpiendo la señal de detección y provocando falla en el sistema.
- El panel FPD 7024 posee un protocolo de comunicación cerrado, no permite el intercambio de información entre dispositivos de diferente marca que no sea Bosch, limitando el proceso de monitoreo externo.
- La manera más fácil y rápida de reconocer todos los dispositivos asociados al Panel FPD 7024 es la auto-programación, la cual verifica las direcciones de los elementos e informa el estado de cada uno de ellos, ahorrando tiempo y evitando posibles errores al programar individualmente cada dispositivo.
- Cada dispositivo relé o Nac del panel FPD 7024 se puede activar hasta con cuatro eventos diferentes, provenientes de las señales de los detectores, lo que limita en el proceso de monitoreo de los puntos asociados a cada área programada.
- El sistema de monitoreo permite ubicar con facilidad los dispositivos activados en un área determinada, logrando disminuir los tiempos de acción

del plan de emergencia, ya que el sistema proporciona la información de área y bodega en la que se ha suscitado un incendio, además de las rutas mas rápidas de evacuación y el riesgo que presentan según el material almacenado para que el cuerpo de bomberos pueda tomar acciones pertinentes.

- La plataforma de programación TIA Portal, presenta una interfaz amigable con el programador, permitiendo revisar el árbol de proyecto tanto del PLC como de la pantalla touch.
- La implementación del HMI provee información al personal externo al área técnica como el cuerpo de bomberos y guardianía, de las características principales de los sistemas de detección, alarma y extinción, permitiendo un fácil entendimiento del funcionamiento de los mismos.
- El proyecto de Análisis, Diseño e Implementación de un Sistema de Protección Contra Incendios en las Bodegas de la Empresa Licorera Iberoamericana ILSA S.A. es financieramente factible ya que los indicadores de VAN y TIR proporcionan valores positivos, indicando una relación costo beneficio del 33.99 %

RECOMENDACIONES

- Verificar la existencia en el mercado de los elementos adicionales a la placa D7024 como: módulos expansores de zonas, relés y Nac's, pues no todos los módulos expuestos en el catálogo están a la venta y distribución, limitando la implementación del sistema diseñado lo que genera pérdida de tiempo en el acondicionamiento o en el rediseño del sistema.
- Asegurar la asignación única de direcciones a los dispositivos dentro del rango admisible por la marca Bosch de 9 a 255 y en la clase correspondiente al sistema desarrollado, pues la duplicación de una dirección genera error en el sistema y si no se encuentra en la clase de lazo apropiada simplemente el dispositivo no es reconocido.
- Realizar la interfaz de comunicación PG-PC sugerida por Siemens para el enlace y programación del dispositivo HMI, la configuración está ligada a las características de la tarjeta de red propia del computador, configurando los parámetros del protocolo de comunicación TCP/IP necesaria para la simulación y carga del programa.
- Después de realizar una prueba en el sistema de detección es necesario realizar el mantenimiento y auto-programación para que los dispositivos regresen a su estado normal e informen al panel de su estado actual, ya que los elementos pueden quedar accionados generando una señal errónea, impidiendo que el sistema funcione correctamente.
- Efectuar el mantenimiento del sistema de preferencia cada seis meses o seguir la normativa de NFPA que sugiere un manteniendo al primer año de funcionamiento y cada dos años después de este.
- Capacitar al nuevo personal de guardianía sobre el uso y funcionamiento del sistema de control y monitoreo del sistema de protección contra incendios.
- Reemplazar la pantalla monocromática actual KTP 600 basic mono PN por una a color para mejorar la animación del sistema.

- Complementar el sistema de detección con la instalación de un sistema de extinción automática, que permita el control de las válvulas de la bomba de presión mediante el FPD 7024, optimizando los recursos del panel contra incendios, generando el funcionamiento en conjunto de ambos sistemas, proporcionando mayor seguridad a las bodegas.

LISTA DE REFERENCIAS

- Bosch. (2013). *http://resource.boschsecurity.com*. Recuperado el 12 de noviembre de 2013, de Bosch Security: http://resource.boschsecurity.com/documents/Data_sheet_enUS_2706872715.pdf
- Bosch. (2013). *http://resource.boschsecurity.com*. Recuperado el 12 de noviembre de 2013, de Bosch Security: http://resource.boschsecurity.com/documents/D7039_Data_sheet_enUS_2691629707.pdf
- Bosch. (s.f.). *http://resource.boschsecurity.com*. Recuperado el 12 de noviembre de 2013, de Bosch Security: http://resource.boschsecurity.com/documents/Installation_Guide_enUS_2700123531.pdf
- Bosch System. (s.f.). *http://products.boschsecuritysystems.eu*. Recuperado el 12 de noviembre de 2013, de Bosch Security Sistem: <http://products.boschsecuritysystems.eu/en/EMEA/products/bxp/SKU27136917873000706443-CATM14bdbe2c3834f27d6644384033f71efd>
- Bosch. (s.f.). *www.boschsecurity.com*. Recuperado el 12 de noviembre de 2013, de Bosch Security: http://www.boschsecurity.com.co/productos/lineas_de_productos/Default.asp?nivel1=1&nivel2=12&nivel3=1&nivel4=1&id_productos=400
- Bosch. (s.f.). *www.boschsecurity.com*. Recuperado el 12 de noviembre de 2013, de Bosch Security: http://www.boschsecurity.com.ar/productos/lineas_de_productos/Default.asp?nivel1=2&nivel2=1
- Bosch-Starligh. (8 de noviembre de 2013). *Starligh*. Recuperado el 8 de noviembre de 2013, de Bosch: Guía de Operación e Intalación Central de Alarma e Incendio: http://www.starligh.com/bosch/manuales/d7024_install_0603_sp.pdf
- Calcuword. (2013). *http://es.calcuworld.com/calculadoras-empresariales/calculadora-tir/*. Recuperado el 7 de octubre de 2013, de <http://es.calcuworld.com/calculadoras-empresariales/calculadora-tir/>: <http://es.calcuworld.com/calculadoras-empresariales/calculadora-tir/>
- Conelec. (2010). *www.conelec.gob.ec*. Recuperado el 5 de mayo de 2013, de Ministerio de Energía y Minas: <http://www.conelec.gob.ec/normativa/REGULACION%20002-10.pdf>

- Cuerpo de Bomberos. (2010). <http://www.bomberosdn.com.do>. Recuperado el 7 de mayo de 2013, de http://www.bomberosdn.com.do/pdf_files/mangueras_chorros.pdf: http://www.bomberosdn.com.do/pdf_files/mangueras_chorros.pdf
- e2S. (2010). <http://www.e2s-senalizacion.es>. Recuperado el 11 de junio de 2013, de <http://www.e2s-senalizacion.es>: http://www.e2s-senalizacion.es/informacion_de_producto/balizas-luminosas.asp
- e2S. (2010). <http://www.e2s-senalizacion.es>. Recuperado el 11 de mayo de 2013, de <http://www.e2s-senalizacion.es>: http://www.e2s-senalizacion.es/informacion_de_producto/alarmas-acusticas.asp
- Escuela Superior Politécnica del Litoral. (2009). www.dspace.espol.edu.ec. Recuperado el 3 de noviembre de 2013, de Escuela Superior Politécnica del Litoral: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8145/1/ESTUDIO%20DEL%20GRADO%20DE%20RIESGOS%20Y%20DETERMINACI%C3%93N%20DE%20RADIO%20DE%20PELIGRO.pdf>
- Fire Safety & Security. (2013). <http://firess.com.ar/>. Recuperado el 11 de septiembre de 2013, de <http://firess.com.ar/actualidad>: <http://firess.com.ar/actualidad.html#>
- FLACSO. (2013). <http://www.flacso.org>. Recuperado el 13 de noviembre de 2013, de <http://www.flacso.org>: <http://www.flacso.org/secretaria-general/71-ecuatorianos-toma-licor-regularmente>
- Fotonostra. (2013). <http://www.fotonostra.com>. Recuperado el 5 de mayo de 2013, de <http://www.fotonostra.com/glosario/>: <http://www.fotonostra.com/glosario/estroboscopica.htm>
- INEC. (2013). <http://www.inec.gob.ec>. Recuperado el 13 de noviembre de 2013, de <http://www.inec.gob.ec>: http://www.inec.gob.ec/inec/index.php?option=com_content&view=article&id=25%3Ael-ecuador-tiene-14306876-habitantes&catid=63%3Anoticias-general&lang=es
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2009). www.inen.gob.ec. Recuperado el 5 de mayo de 2013, de INEN: http://www.inen.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=130&Itemid=131
- International Electrotechnical Commission. (s.f.). www.iec.ch. Recuperado el 5 de mayo de 2013, de International Electrotechnical Commission (IEC): <http://www.iec.ch/standardsdev/?ref=menu>

- Ministerio de Inclusión Económica y Social. (2009). *Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios* (Edición Especial N° 114 ed.). Quito: EDLE S.A.
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España. (7 de noviembre de 2013). *INSHT*. Recuperado el 7 de noviembre de 2013, de NTP 40: Detección de Incendios: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_040.pdf
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España. (7 de noviembre de 2013). *INSHT*. Recuperado el 7 de noviembre de 2013, de NTP 185: Detección automática de incendios. Detectores térmicos: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_185.pdf
- NFPA. (2007). *Código Nacional de Alarmas de Incendio*. (G. 3. Américas, Ed.) México: Vesda.
- ORGAEZ. (2012). www.ens.uabc.mx. Recuperado el 13 de agosto de 2013, de www.ens.uabc.mx/pii/documentos/: www.ens.uabc.mx/pii/documentos/curso_extintores_2012.ppsx
- Paritarios. (2013). <http://www.paritarios.cl>. Recuperado el 8 de agosto de 2013, de <http://www.paritarios.cl>: http://www.paritarios.cl/especial_extintores.htm
- Protección Contra Incendios S.L. (2012). <http://www.detectapci.es>. Recuperado el 9 de agosto de 2013, de <http://www.detectapci.es>: <http://www.detectapci.es/bocas-de-incendios/>
- RNDS. (5 de noviembre de 2013). *RNDS*. Recuperado el 5 de noviembre de 2013, de *Revista Negocios de Seguridad: Sistemas de Detección de Incendios*: http://www.rnds.com.ar/articulos/033/RNDS_172W.pdf
- RNDS. (4 de noviembre de 2013). *RNDS*. Recuperado el 4 de noviembre de 2013, de *Revista Negocios de Seguridad; NFPA: Misión, Códigos y Normas*: http://www.rnds.com.ar/articulos/014/RNDS_076
- RNDS. (6 de noviembre de 2013). *RNDS*. Recuperado el 6 de noviembre de 2013, de *Revista Negocios de Seguridad: Sistemas Contra Incendios*: http://www.rnds.com.ar/articulos/031/RNDS_164W.pdf
- Rodineas. (2013). <http://enciclopedia.rodinias.com/index>. Recuperado el 7 de octubre de 2013, de <http://enciclopedia.rodinias.com>: http://enciclopedia.rodinias.com/index.php?option=com_content&view=article&id=55:van-vpn&catid=39:glosario&Itemid=67
- Siemens. (2010). www.swe.siemens.com. Recuperado el 12 de noviembre de 2013, de Siemens.

- Siemens Industry. (2013). <http://www.industry.usa.siemens.com>. Recuperado el 9 de agosto de 2013, de <http://www.industry.usa.siemens.com/automation/>: <http://www.industry.usa.siemens.com/automation/us/en/pic/development/profinet/pages/profinet.aspx>
- Siemens Support. (s.f.). <http://support.automation.siemens.com>. Recuperado el 12 de noviembre de 2013, de Siemens Automation: <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll/34143557?func=ll&objJId=34143557&objAction=csView&nodeid0=34612486&lang=en&siteid=cs-eus&aktprim=0&extranet=standard&viewreg=WW&load=content>
- Starligh. (9 de noviembre de 2013). *Bosch-Starligh*. Recuperado el 9 de noviembre de 2013, de Instrucciones de Instalación: http://www.starligh.com/bosch/MANUALES/d296_install_0402_sp.pdf
- Sumiseran S.L. (2013). <http://www.sumiseran.es>. Recuperado el 11 de mayo de 2013, de <http://www.sumiseran.es>: <http://www.sumiseran.es/contents/es/d22.html>
- Techno-Ind. (2011). www.tecno-ind.cl. Recuperado el 23 de octubre de 2013, de Suministros de Tecnología Industrial y Militar: <http://www.tecno-ind.cl/Catalogos/informacion%20de%20utilidad/Clasificacion%20areas%20peligrosas.pdf>
- UnderWriters Laboratories. (2013). <http://www.ul.com>. Recuperado el 25 de octubre de 2013, de UnderWriters Laboratories (UL): <http://www.ul.com/global/spa/pages/aboutul/history/index.jsp?null>
- Universidad Internacional SEK. (2011). www.uisek.edu.ec. Recuperado el 13 de noviembre de 2013, de www.repositorio.uisek.edu.ec: <http://repositorio.uisek.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/100/1/evaluacion%20de%20riesgos%20de%20incendio.pdf>
- Zambrano, I. E. (4 de marzo de 2013). *Materiales Peligrosos Almacenados*. (L. X. Zagal Cabasacango, & D. Martínez Bustamante, Entrevistadores)

ANEXOS DIGITALES