

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



TESIS

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO
DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIO PARA UN
CENTRO DE CONTROL”**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

AUTOR:

Bach. CRISTIAN JUAN GALLARDO CÁRDENAS

Callao, 2020

PERÚ

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

PRESIDENTE : Mg. Ing. JORGE ELÍAS MOSCOSO SÁNCHEZ
SECRETARIO : MSc. Ing. ABILIO BERNARDINO CUZCANO RIVAS
VOCAL : Dr. Lic. ADÁN ALMÍRCAR TEJADA CABANILLAS

ASESOR : MSc. Ing. LUIS ERNESTO CRUZADO MONTAÑEZ

DEDICATORIA

Con todo mi amor, para la persona que es el centro de mi familia, que me enseña día a día; a ser mejor persona, a esforzarme, a corregir mis errores, a entender que las cosas y el mundo cambian con el paso de años.

¡Mi hija!

ÍNDICE

PROLOGO.....	5
RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	7
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	8
1.2. Formulación del problema.....	8
1.3. Objetivos.....	8
1.4. Justificación de la investigación.....	9
1.5. Limitantes y facilidades.....	10
II. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. Antecedentes.....	11
2.2. Estándares y publicaciones aplicables.....	11
2.3. Análisis de riesgos.....	11
2.4. Marco legal.....	12
2.5. Definición conceptual del sistema.....	39
2.6. Definiciones básicas.....	40
2.7. Diseño del sistema.....	44
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	59
3.1. Hipótesis.....	59
3.2. Definición de variables.....	59
3.3. Operacionalización de variable.....	59
IV. DISEÑO METODOLÓGICO.....	60
4.1. Tipo y diseño de investigación.....	60
4.2. Método de investigación.....	60
4.3. Población y muestra.....	60
4.4. Lugar de estudio.....	60
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	60
4.6. Análisis y procesamiento de datos.....	61
V. RESULTADOS.....	62
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	74

CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
ANEXOS	78

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1. Estación Mipaya en construcción	9
Figura 2. Dispositivo de detección de doble tecnología	40
Figura 3. Sirena con luz estroboscópica y Luz estroboscópica	41
Figura 4. Equipo de activación manual	42
Figura 5. Botón de aborto.....	42
Figura 6. Cilindro contenedor de agente limpio	44
Figura 7. Panel Cheeta XI 50	50
Figura 8. Detector 63-1053.....	51
Figura 9. Mini modulo monitor 55-045.....	51
Figura 10. Módulo supervisado de control 55-042	52
Figura 11. Módulo de relé 55-043	53
Figura 12. Boquillas de descarga	55
Figura 13. Vista isométrica (plano cartesiano) – Ubicación de aspersores	68
Figura 14. Vista de planta (plano cartesiano) – Ubicación de aspersores.....	69
Figura 15. Vista frontal (plano cartesiano) – Ubicación de aspersores	69
Figura 16. Vista de planta – Ubicación de equipos del sistema de detección y extinción de incendios.....	70
Figura 17. Vista lateral y frontal – Disposición de equipo de detección y equipos de maniobra manual	71
Figura 18. Vista de planta y lateral – Disposición de equipos de extinción de incendios.....	72
Figura 19. Vista isométrica del sistema de extinción de incendios.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requerimientos de evacuación.....	26
Tabla 2. Tablas de recubrimientos mínimos de protección al fuego en elementos estructurales.....	33
Tabla 3. Tablas de espesores mínimos para protección al fuego en pisos, techos y cielo raso.....	34
Tabla 4. Tablas de espesores mínimos para protección al fuego en paredes y tabiques	35
Tabla 5. Características de extintor	43
Tabla 6. Listado de equipos.....	62
Tabla 7. Información de usuario	63
Tabla 8. Información del proyecto.....	63
Tabla 9. Información del recinto.....	63
Tabla 10. Información del agente	65
Tabla 11. Pipe Network Part 1 - Pipe.....	65
Tabla 12. Pipe Network Part 2 – Equivalent Length	66
Tabla 13. Pipe Network Part 3 – Nozzles	66
Tabla 14. Aceptación del sistema	67
Tabla 15. Aceptación del recinto N° 2.....	68

PRÓLOGO

Un sistema de detección y extinción de incendio es una plataforma que nos permite tener un ambiente debidamente monitoreado y protegido ante alguna aparición de incendio, al margen del origen del mismo.

Estos sistemas están normados en el Perú por el **Reglamento Nacional de Edificaciones** y la **Norma A.130 Requisitos de Seguridad y Prevención de siniestros en Edificaciones** ambos del Ministerio de vivienda, al mismo tiempo se emplean los criterios y normativas dadas por la National Fire Protection Association (NFPA) bajo sus normativas **NFPA 70, NFPA 72 y NFPA 2001**.

En nuestro país, la implementación de este tipo de sistemas se encuentra en pleno auge y desarrollo, existiendo ya en el mercado una diversidad de marcas y empresas instaladoras que brinda sus respectivos productos y servicios, está en el estado peruano; a) monitorear y regular el ingreso de equipos que cumplan con las normativas de fabricación que aplican así como los certificados respectivos, b) exigir a las empresas de instalación que capaciten a su personal a cargo tanto en los proceso de diseño como en los de montaje tanto dentro como fuera del país. Estas exigencias se deben dar por lo crítico que resultado estos sistemas hoy en día.

RESUMEN

El presente trabajo de tesis muestra el modo de realizar un diseño y dimensionamiento de un sistema automático de detección y extinción de incendio para una estación de control.

Este trabajo toma en consideración diversos aspectos técnicos, planificación y uso de buenas prácticas producto de la experiencia en las diversas disciplinas que involucran este tipo de soluciones actualmente. Al mismo tiempo, hemos redactado este documento de tal forma que sea de fácil lectura y comprensión, hemos utilizado nomenclaturas normalizadas a nivel internacional.

Cabe mencionar, que este trabajo es una de muchas alternativas que pueden existir al planteamiento del problema propuesta. Este estudio ha sido desarrollado en estricto cumplimiento de la normativa nacional vigente, al mismo tiempo cumple con las recomendaciones dadas por las entidades internacionales relacionadas de manera directa con este rubro.

Por último, este trabajo permitirá tener una visión más clara y precisa de la importancia en la aplicación de estos sistemas para la protección y sostenibilidad de operación de estaciones remotas en perfecta armonía con el medio ambiente.

ABSTRACT

This thesis assignment shows how make a design and sizing of an automatic detection system and fire extinguishing for a control station.

This work takes into account various technical aspects, planning and use of good practices as a result of experience in the various disciplines that currently involve these types of solutions. At the same time, we have written this document so that it is easy to read and understand, moreover we have used international standardized nomenclatures.

It is worth mentioning that this work is one of many alternatives that may exist to the proposed problem statement. This study has been developed in strict compliance with the current national regulations, at the same time it complies with the recommendations given by international entities directly related to this item.

Finally, this work will allow us to have a clearer and more accurate vision of the importance in the application of these systems for protection and sustainability of operation of remote stations in perfect harmony with the environment.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

El problema objeto del estudio a ser investigado, es la determinación del mejor diseño e implementación de un sistema automático de detección y extinción de incendio para un centro de control ubicado en la estación Mipaya de Pluspetrol, dicho diseño e implementación deberá cumplir los más altos y exigentes estándares nacionales e internacionales así mismo está debe ser amigable con el medio ambiente.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

El tener un centro de control sin un sistema automático de detección y extinción de incendio seguro y amigable con el medio ambiente pone en peligro la operación de la estación misma junto con los colaboradores de la organización y el medio ambiente circundante.

1.2.2. Problemas específicos

Determinar la viabilidad de la instalación de un sistema automático de detección y extinción en el centro de control, junto con esto debemos determinar las características del agente extintor adecuado para el centro de control.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar e implementar un sistema automático de detección y extinción de incendio para el centro de control, tomando en consideración los más altos estándares internacionales que demanda una operación como la instaurada en Mipaya.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar la mejor solución técnica económica para el diseño e implementación requerida.

1.4. Justificación de la investigación

Este proyecto se basa en la necesidad de hacer del centro de control autónomo y amigable con el medio ambiente, esto debido a la poca accesibilidad a la zona de operación ya que la misma se encuentra ubicada en el Lote 56 en la zona sudeste del territorio peruano, en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, en los valles del Bajo Urubamba, perteneciente al distrito de Echarate, provincia de la Convención en la región del Cusco.

Este sistema a diseñar e instalar en el centro de control permitirá el correcto monitoreo y control del mismo ante un amago de incendio salvaguardando de esta manera la operación y cuidando el medio ambiente de la zona de influencia de esta estación.



Figura 1. Estación Mipaya en construcción

Fuente: Archivos de empresa suministradora del centro de control

1.5. Limitantes y facilidades

1.5.1. Limitaciones

La limitación fundamental de este trabajo de tesis es la determinación del proceso de implementación, junto con su respectivo costeo, por lo complicado del acceso geográfico a la estación Mipaya y los permisos/cursos que se deben tramitar para poder ejecutar el trabajo en campo, esto debido a lo restringido del acceso por normativas y estándares propios de la organización dueña de la estación en mención.

1.5.2. Facilidades

La facilidad principal en este proyecto de tesis es que con la tecnología y software FlowCalc FIK3.02 actual junto con la correcta interpretación y aplicación de la normativa nacional (RNE) e internacional (NFPA) vigente es viable un desarrollar un adecuado diseño y dimensionamiento del sistema automático de detección y extinción de incendio requerido, con un alto grado de precisión y confiabilidad de la misma.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

La teoría de este estudio parte como premisa con el cumplimiento de la normativa vigente del Registro Nacional de edificaciones (RNE) puntualmente en el capítulo IV de la Norma A.130.

El estudio abarca los siguientes sistemas:

- Sistema de Detección Puntual y Alarmas de Incendio.
- Sistema de Extinción vía agente limpio HFC-227ea/FM-200

2.2. Estándares y publicaciones aplicables

El diseño, equipos, instalación, pruebas y mantenimiento de los sistemas de protección de incendios estarán de acuerdo con los requisitos aplicables dispuestos en los códigos y estándares siguientes:

- NFPA, 70 Código Eléctrico Nacional
- NFPA. 72 código Nacional de Alarma de Incendios.
- NFPA. 72E Código para Detectores Automáticos de Incendios.
- NFPA. 2001 código para Sistemas de Extinción Automática por Agentes Limpios.
- NFPA 75 Código para la protección de equipos electrónicos procesadores de datos por computadora
- Especificaciones y Recomendaciones del fabricante.

Los estándares enumerados, tan bien como el resto de códigos y de los estándares aplicables, serán utilizados como estándares "mínimos" del diseño. También serán consideradas las buenas prácticas de la ingeniería.

2.3. Análisis de riesgos

La mayoría de los fuegos con posibilidad de ocurrir son de Clase A y C. El fuego Tipo C producirá grandes cantidades de partículas de humo con relativamente pequeñas cantidades de productos térmicos, que puede distribuirse a través del ambiente protegido. A pesar que el fuego eléctrico produce altas temperaturas, éstas están confinadas al área inmediata de la falla eléctrica. La detección y supresión del fuego disminuye daños al

personal, daños a los equipos y la pérdida de tiempo, para una reposición inmediata de los servicios.

2.4. Marco legal

2.4.1. Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA CONSIDERANDO:

Que, mediante Ley N° 27779, se ha modificado la organización y funciones de los Ministerios que conforman el Poder Ejecutivo, de acuerdo a la Ley Orgánica del Poder Ejecutivo, Decreto Legislativo N° 560, y sus normas modificatorias y complementarias, en virtud de las cuales se ha creado el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; Que, conforme a lo dispuesto por el artículo 2º, de la Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Ley N° 27792, este Ministerio formula, aprueba, ejecuta y supervisa las políticas de alcance nacional aplicables en materia de vivienda, urbanismo, construcción y saneamiento, a cuyo efecto dicta normas de alcance nacional y supervisa su cumplimiento;

Que, mediante Decreto Supremo N° 039-70-VI, se aprobaron los Títulos V, VI y VII, del Reglamento Nacional de Construcciones - RNC; Que, de la misma forma mediante Decreto Supremo N° 063-70-VI, se aprobaron los siguientes Títulos del Reglamento Nacional de Construcciones - RNC: Preliminar, Procedimientos Administrativos; Título I; Plan Regulador y Zonificación y sus Apéndices N° 1 - Índice de Usos y N° 2 - Reglamento de Quintas; Título II Habilitación y Subdivisión de Tierras; Título III, Requisitos Arquitectónicos y de Ocupación; Título IV, Patrimonio Arquitectónico; Título VII, Estructuras, 1.2 Concreto Ciclópeo y Armado; Título IX, Instalaciones Eléctricas, Mecánicas y Especiales; Título X, Instalaciones Sanitarias, Título XI, Obras Públicas; y, Título XII, Anuncios; Que, mediante Resolución Ministerial N° 962-78-VC- 3500, se aprobó el Índice de las "Normas Técnicas de Edificación", que contienen disposiciones de carácter técnico necesarias para regular el diseño, construcción y mantenimiento de las edificaciones y obras de servicios complementarios; señalándose que dicho Índice podrá

incluir nuevos temas o sustituir los que fueran necesarios de acuerdo a los avances tecnológicos;

Que, mediante Decreto Supremo N° 015-2004- VIVIENDA, se aprobó el Índice y la Estructura del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE, que contiene las Normas Técnicas para Habilitaciones Urbanas y Edificaciones, siendo que en su artículo 7º, deroga expresamente la Resolución Ministerial N° 962-78-VC-3500;

Que, en consecuencia es necesario aprobar las sesenta y seis (66) Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones –RNE comprendidas en el Índice aprobado mediante el acotado Decreto Supremo N° 015- 2004- VIVIENDA y, derogar de manera expresa los Decretos Supremos N° 039-70-VI y N° 063-70-VI, que aprobaron la totalidad de los Títulos del Reglamento Nacional de Construcciones - RNC, así como sus normas modificatorias, complementarias y sustitutorias, y toda norma legal que se oponga, en lo que corresponda, al Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE;

Que, asimismo es conveniente crear una Comisión de Actualización del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE, a fin de que éste se perfeccione permanentemente, través de los aportes de las instituciones y personas vinculadas a la materia;

De conformidad con lo normado en la Ley N° 27792, y en el Decreto Supremo N° 002-2002-VIVIENDA;

DECRETA:

Artículo 1º.- Aprobación

Apruébese sesenta y seis (66) Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE, comprendidas en el Índice aprobado mediante Decreto Supremo N° 015-2004-VIVIENDA, cuya relación es la siguiente:

- Norma G.010 Consideraciones Básicas.
- Norma G.020 Principios Generales.
- Norma G.030 Derechos y Responsabilidades.
- Norma G.040 Definiciones.
- Norma G.050 Seguridad durante la Construcción.

- Norma GH.010 Alcances y contenido.
- Norma GH.020 Componentes de Diseño Urbano.
- Norma TH.010 Habilitaciones residenciales.
- Norma TH.020 Habilitaciones comerciales.
- Norma TH.030 Habilitaciones industriales.
- Norma TH.040 Habilitaciones para usos especiales.
- Norma TH.050 Habilitaciones en riberas y laderas.
- Norma TH.060 Reurbanización.
- Norma OS.010 Captación y conducción de agua para consumo humano.
- Norma OS.020 Plantas de tratamiento de agua para consumo humano.
- Norma OS.030 Almacenamiento de agua para consumo humano.
- Norma OS.040 Estaciones de bombeo de agua para consumo humano.
- Norma OS.050 Redes de distribución de agua para consumo humano.
- Norma OS.060 Drenaje pluvial urbano.
- Norma OS.070 Redes de aguas residuales.
- Norma OS.080 Estaciones de bombeo de aguas residuales.
- Norma OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Norma OS.100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria.
- Norma EC.010 Redes de distribución de energía eléctrica.
- Norma EC.020 Redes de alumbrado público.
- Norma EC.030 Subestaciones eléctricas.
- Norma EC.040 Redes e instalaciones de comunicaciones.
- Norma GE.010 Alcances y contenido.
- Norma GE.020 Componentes y características de los proyectos.
- Norma GE.030 Calidad en la construcción.
- Norma GE.040 Uso y mantenimiento.
- Norma A. 010 Condiciones generales de diseño.

- Norma A. 020 Vivienda.
- Norma A. 030 Hospedaje.
- Norma A. 040 Educación.
- Norma A. 050 Salud.
- Norma A. 060 Industria.
- Norma A. 070 Comercio.
- Norma A. 080 Oficinas.
- Norma A. 090 Servicios comunales.
- Norma A. 100 Recreación y deportes.
- Norma A. 110 Comunicación y transporte
- Norma A. 120 Accesibilidad para personas con discapacidad.
- Norma A.130 Requisitos de seguridad.
- Norma A.140 Bienes culturales inmuebles y zonas monumentales.
- Norma E.010 Madera.
- Norma E.020 Cargas.
- Norma E.030 Diseño sismorresistente.
- Norma E.040 Vidrio.
- Norma E.050 Suelos y cimentaciones.
- Norma E.060 Concreto armado.
- Norma E.070Albañilería.
- Norma E.080Adobe.
- Norma E.090 Estructuras metálicas.
- Norma IS.010 Instalaciones sanitarias para edificaciones.
- Norma IS.020Tanques sépticos.
- Norma EM.010 Instalaciones eléctricas interiores.
- Norma EM.020 Instalaciones de comunicaciones.
- Norma EM.030 Instalaciones de ventilación.
- Norma EM.040 Instalaciones de gas.
- Norma EM.050 Instalaciones de climatización.
- Norma EM.060 Chimeneas y hogares.

- Norma EM.070 Transporte mecánico.
- Norma EM.080 Instalaciones con energía solar.
- Norma EM.090 Instalaciones con energía eólica.
- Norma EM.100 Instalaciones de alto riesgo

Artículo 2º.- Vigencia

El Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE, entrará en vigencia a partir del día siguiente de su publicación, en el Diario Oficial El Peruano.

Artículo 3º.- Derogación Expresa y Genérica

Deróganse los Decretos Supremos N°s. 039 y 063- 70-VI, que aprobaron la totalidad de los Títulos del Reglamento Nacional de Construcciones - RNC, así como sus normas modificatorias, complementarias, sustitutorias y toda norma legal que se oponga en lo que corresponda; a partir de la vigencia del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE.

Artículo 4º.- Irretroactividad de la Norma

Los anteproyectos y proyectos de edificación, así como los proyectos de habilitación urbana y los procedimientos administrativos, iniciados al amparo del Reglamento Nacional de Construcciones - RNC, se regirán por dicha norma hasta su culminación; salvo que, por solicitud expresa y por escrito del administrado, éste desee acogerse a las Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE.

Artículo 5º.- Aplicabilidad de la Norma

Los anteproyectos y proyectos de edificación, así como los proyectos de habilitación urbana elaborados al amparo del Reglamento Nacional de Construcciones - RNC, que se presenten ante las autoridades competentes, dentro de los treinta (30) días calendario siguientes a la entrada en vigencia del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE, podrán ser calificados, a solicitud expresa y por escrito del administrado, de acuerdo a las normas del Reglamento Nacional de Construcciones - RNC.

Artículo 6º.- Proyecto de Edificación con Anteproyecto Aprobado

El proyecto de edificación que cuente con Anteproyecto aprobado, de acuerdo con lo normado en el Reglamento Nacional de Construcciones - RNC, con una antigüedad máxima de dieciocho (18 meses, será calificado con las normas de dicho Reglamento.

Artículo 7º.- Comisión de Permanente de Actualización

Constitúyase la Comisión Permanente de Actualización del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE, a fin de que se encargue de analizar y formular las propuestas para su actualización; la que estará integrada por:

Un representante del Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento, quien la presidirá;

- Un representante del Viceministerio de Vivienda y Urbanismo;
- Un representante del Viceministerio de Construcción y Saneamiento;
- Un representante de la Cámara Peruana de la Construcción;
- Un representante del Colegio de Arquitectos del Perú;
- Un representante del Colegio de Ingenieros del Perú;
- Un representante del Colegio de Abogados de Lima;
- Un representante de la Universidad Nacional de Ingeniería;
- Un representante de la Municipalidad Metropolitana de Lima; y,
- Un representante de la Asociación de Municipalidades del Perú.

La Dirección Nacional de Vivienda del Viceministerio de Vivienda y Urbanismo del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, hará las veces de Secretaría Técnica de dicha Comisión.

Artículo 8º.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Dado en la Casa de Gobierno, a los cinco días del mes de mayo del año dos mil seis.

2.4.2. Norma A.130 – Requisitos de seguridad (Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE)

GENERALIDADES

Artículo 1.- Las edificaciones, de acuerdo con su uso y número de ocupantes, deben cumplir con los requisitos de seguridad y prevención de siniestros que tienen como objetivo salvaguardar las vidas humanas y preservar el patrimonio y la continuidad de la edificación.

CAPITULO I SISTEMAS DE EVACUACIÓN

Artículo 2.- El presente capítulo desarrollará todos los conceptos y cálculos necesarios para asegurar un adecuado sistema de evacuación dependiendo del tipo y uso de la edificación. Estos son requisitos mínimos que deberán ser aplicados a las edificaciones.

Artículo 3.- Todas las edificaciones tienen una determinada cantidad de personas en función al uso, la cantidad y forma de mobiliario y/o el área de uso disponible para personas. Cualquier edificación puede tener distintos usos y por lo tanto variar la cantidad de personas y el riesgo en la misma edificación siempre y cuando estos usos estén permitidos en la zonificación establecida en el Plan Urbano.

El cálculo de ocupantes de una edificación se hará según lo establecido para cada tipo en las normas específicas A.020, A.030, A.040, A.050, A.060, A.070, A.080, A.090, A.100 y A.110.

En los tipos de locales en donde se ubique mobiliario específico para la actividad a la cual sirve, como butacas, mesas, maquinaria (cines, teatros, estadios, restaurantes, hoteles, industrias), deberá considerarse una persona por cada unidad de mobiliario.

La comprobación del cálculo del número de ocupantes (densidad), deberá estar basada en información estadística para cada uso de la edificación, por

lo que los propietarios podrán demostrar aforos diferentes a los calculados según los estándares establecidos en este reglamento.

El Ministerio de Vivienda en coordinación con las Municipalidades y las Instituciones interesadas efectuarán los estudios que permitan confirmar las densidades establecidas para cada uso.

Artículo 4.- Sin importar el tipo de metodología utilizado para calcular la cantidad de personas en todas las áreas de una edificación, para efectos de cálculo de cantidad de personas debe utilizarse la sumatoria de todas las personas (evacuantes). Cuando exista una misma área que tenga distintos usos deberá utilizarse para efectos de cálculo, siempre el de mayor densidad de ocupación.

Ninguna edificación puede albergar mayor cantidad de gente a la establecida en el aforo calculado.

SUB-CAPITULO I PUERTAS DE EVACUACIÓN

Artículo 5.- Las salidas de emergencia deberán contar con puertas de evacuación de apertura desde el interior accionadas por simple empuje. En los casos que, por razones de protección de los bienes, las puertas de evacuación deban contar con cerraduras con llave, estas deberán tener un letrero iluminado y señalizado que indique “Esta puerta deberá permanecer sin llave durante las horas de trabajo”.

Artículo 6.- Las puertas de evacuación pueden o no ser de tipo cortafuego, dependiendo su ubicación dentro del sistema de evacuación. El giro de las puertas debe ser siempre en dirección del flujo de los evacuantes, siempre y cuando el ambiente tenga más de 50 personas.

Artículo 7.- La fuerza necesaria para destrabar el pestillo de una manija (cerradura) o barra antipánico será de 15 libras. La fuerza para empujar la puerta en cualquier caso no será mayor de 30 libras fuerza.

Artículo 8.- Dependiendo del planteamiento de evacuación, las puertas que se ubiquen dentro de una ruta o como parte de una ruta o sistema de evacuación podrán contar con los siguientes dispositivos:

- a) Brazo cierra puertas: Toda puerta que forme parte de un cerramiento contrafuego incluyendo ingresos a escaleras de evacuación, deberá contar con un brazo cierra puertas aprobado para uso en puertas cortafuego
- b) En caso se tengan puertas de doble hoja con cerrajería de un punto y cierra puertas independientes, deberá considerarse un dispositivo de ordenamiento de cierre de puertas.
- c) Manija o tirador: Las puertas que no requieran barra antipánico deberán contar con una cerradura de manija. Las manijas para puertas de evacuación deberán ser aprobadas y certificadas para uso de personas con discapacidad.
- d) Barra antipánico: Serán obligatorias, únicamente para carga de ocupantes mayor a 100 personas en cualquier caso y en locales de reunión mayores de 50 personas, locales de Salud y áreas de alto riesgo con más de 5 personas. La altura de la barra en la puerta deberá estar entre 30" a 44". Las barras antipánico requeridas en puertas con resistencia al fuego deben tener una certificación.

Artículo 9.- Cerraduras para salida retardada: Los dispositivos de salida retardada pueden ser utilizados en cualquier lugar excepto: áreas de reunión, centros educativos y edificaciones de alto riesgo, siempre y cuando la edificación se encuentre totalmente equipada con un sistema de rociadores y un sistema de detección y alarma de incendio adicionalmente deberán cumplir con las siguientes condiciones:

- a) De producirse una alarma de incendio o una pérdida de energía hacia el dispositivo, debe eliminarse el retardo.
- b) El dispositivo debe tener la capacidad para ser desbloqueado manualmente por medio de una señal desde un centro de control.
- c) El pestillo de la barra de retardo deberá liberarse en un tiempo no mayor de quince segundos de aplicarse una fuerza máxima de 15 libras durante 1 segundo en la barra. Luego de abrirse el dispositivo solo podrá activarse (armar) nuevamente de forma manual.
- d) Debe instalarse un letrero con letras de 0.25 m de alto, a 0.30 m. sobre la barra de apertura, que indique “Presione la barra hasta que suene la alarma. La puerta se abrirá en 15 segundos.”
- e) La puerta de escape debe contar con iluminación de emergencia
- f) Los evacuantes de una edificación no podrán encontrar más de un dispositivo de retardo en toda la vía de evacuación.

Artículo 10.- Las Puertas Cortafuego tendrán una resistencia equivalente a $\frac{3}{4}$ de la resistencia al fuego de la pared, corredor o escalera a la que sirve y deberán ser a prueba de humo. Solo se aceptarán puertas aprobadas y certificadas para uso cortafuego. Todos los dispositivos como marco, bisagras cierra puertas, manija cerradura o barra antipánico que se utilicen en estas puertas deberán contar con una certificación de aprobación para uso en puertas cortafuego, de la misma resistencia de la puerta a la cual sirven.

Artículo 11.- En casos especiales cuando se utilicen mirillas, visores o vidrios como parte de la puerta o puertas íntegramente de vidrio deberán ser aprobadas y certificadas como dispositivos a prueba de fuego de acuerdo al rango necesario. Todas las puertas y marcos cortafuego deberán llevar en lugar visible el número de identificación; y rótulo de resistencia al fuego. Las puertas cortafuego deberán tener el anclaje del marco siguiendo las especificaciones del fabricante de acuerdo al material del muro.

SUB-CAPITULO II

MEDIOS DE EVACUACIÓN

Artículo 12.- Los medios de evacuación son componentes de una edificación, destinados a canalizar el flujo de ocupantes de manera segura hacia la vía pública o a áreas seguras para su salida durante un siniestro o estado de pánico colectivo.

Artículo 13.- En los pasajes de circulación, escaleras integradas, escaleras de evacuación, accesos de uso general y salidas de evacuación, no deberá existir ninguna obstrucción que dificulte el paso de las personas, debiendo permanecer libres de obstáculos.

Artículo 14.- Deberán considerarse de forma primaria las evacuaciones horizontales en, Hospitales, clínicas, albergues, cárceles, industrias y para proporcionar protección a discapacitados en cualquier tipo de edificación.

Las evacuaciones horizontales pueden ser en el mismo nivel dentro de un edificio o aproximadamente al mismo nivel entre edificios siempre y cuando lleven a un área de refugio definidos por barreras contra fuego y humos.

El área de refugio a la cual está referida el párrafo anterior, debe tener como mínimo una escalera cumpliendo los requerimientos para escaleras de evacuación.

Las áreas de refugio deben tener una resistencia al fuego de 1 hora para edificaciones de hasta 3 niveles y de 2 horas para edificaciones mayores de 4 niveles.

Artículo 15.- Se considerará medios de evacuación, a todas aquellas partes de una edificación proyectadas para canalizar el flujo de personas ocupantes de la edificación hacia la vía pública o hacia áreas seguras, como pasajes de circulación, escaleras integradas, escaleras de evacuación, accesos de uso general y salidas de evacuación.

Artículo 16.- Las rampas serán consideradas como medios de evacuación siempre y cuando la pendiente no sea mayor a 12%. Deberán tener pisos antideslizantes y barandas de iguales características que las escaleras de evacuación.

Artículo 17.- Solo son permitidos los escapes por medios deslizantes en instalaciones de tipo industrial de alto riesgo y sean aprobadas por la Autoridad Competente.

Artículo 18.- No se consideran medios de evacuación los siguientes medios de circulación:

- a) Ascensores
- b) Rampas de accesos vehiculares que no tengan veredas peatonales y/o cualquier rampa con pendiente mayor de 12%.
- c) Escaleras mecánicas
- d) Escalera tipo caracol: (Solo son aceptadas para riesgos industriales que permitan la comunicación exclusivamente de un piso a otro y que la capacidad de evacuación no sea mayor de cinco personas. Para casos de vivienda unifamiliar, son permitidas como escaleras de servicio y para edificios de vivienda solo se aceptan al interior de un duplex y con una extensión no mayor de un piso a otro).
- e) Escalera de gato

Artículo 19.- Los ascensores constituyen una herramienta de acceso para el personal del Cuerpo de Bomberos, por lo cual en edificaciones mayores de 10 niveles es obligatorio que todos los ascensores cuenten con:

- a) Sistemas de intercomunicadores
- b) Llave maestra de anulación de mando
- c) Llave de bombero que permita el direccionamiento del ascensor únicamente desde el panel interno del ascensor, eliminando cualquier dispositivo de llamada del edificio.

SUB-CAPITULO III

CALCULO DE CAPACIDAD DE MEDIOS DE EVACUACIÓN

Artículo 20.- Para calcular el número de personas que puede estar dentro de una edificación en cada piso y área de uso, se emplearán las tablas de número de ocupantes que se encuentran en las normas A.20 a la A.110 según cada tipología.

La carga de ocupantes permitida por piso no puede ser menor que la división del área del piso entre el coeficiente de densidad, salvo en el caso de ambientes con mobiliario fijo o sustento expreso o estadístico de acuerdo a usos similares.

Artículo 21.- Se debe calcular la máxima capacidad total de edificio sumando las cantidades obtenidas por cada piso, nivel o área.

Artículo 22.- Determinación del ancho libre de los componentes de evacuación:

- Ancho libre de puertas y rampas peatonales: Para determinar el ancho libre de la puerta o rampa se debe considerar la cantidad de personas por el área piso o nivel que sirve y multiplicarla por el factor de 0.005 m por persona. El resultado debe ser redondeado hacia arriba en módulos de 0.60 m.
- La puerta que entrega específicamente a una escalera de evacuación tendrá un ancho libre mínimo medido entre las paredes del vano de 1.00 m.
- Ancho libre de pasajes de circulación: Para determinar el ancho libre de los pasajes de circulación se sigue el mismo procedimiento, debiendo tener un ancho mínimo de 1.20 m. En edificaciones de uso de oficinas los pasajes que aporten hacia una ruta de escape interior y que reciban menos de 50 personas podrán tener un ancho de 0.90 m.

- Ancho libre de escaleras: Debe calcularse la cantidad total de personas del piso que sirven hacia una escalera y multiplicar por el factor de 0.008 m por persona.

Artículo 23.- En todos los casos las escaleras de evacuación no podrán tener un ancho menor a 1.20 m.

Cuando se requieran escaleras de mayor ancho deberá instalarse una baranda por cada dos módulos de 0,60 m. El número mínimo de escalera que requiere una edificación se establece en la Norma A.010 del presente Reglamento Nacional de Edificaciones.

Artículo 24.- El factor de cálculo de centros de salud, asilos, que no cuenten con rociadores será de 0.015 m por persona en escaleras y de 0.013 m por persona, para puertas y rampas.

Artículo 25.- Los tiempos de evacuación solo son aceptados como una referencia y no como una base de cálculo. Esta referencia sirve como un indicador para evaluar la eficiencia de las evacuaciones en los simulacros, luego de la primera evacuación patrón.

Artículo 26.- La cantidad de puertas de evacuación, pasillos, escaleras está directamente relacionado con la necesidad de evacuar la carga total de ocupantes del edificio y teniendo adicionalmente que utilizarse el criterio de distancia de recorrido horizontal de 45.0 m para edificaciones sin rociadores y de 60.0 m para edificaciones con rociadores.

Para riesgos especiales se podrán sustentar distancias de recorrido mayor basado en los requisitos adicionales que establece el Código NFPA 101.

Artículo 27.- Para calcular la distancia de recorrido del evacuante deberá ser medida desde el punto más alejado del recinto hasta el ingreso a un medio seguro de evacuación. (Puerta, pasillo, o escalera de evacuación protegidos contra fuego y humos)

Artículo 28.- Para centros comerciales o complejos comerciales, mercados techados, salas de espectáculos al interior de los mismos, deberán considerarse los siguientes criterios de evacuación:

- a) Las tiendas por departamentos, Supermercados y Sala de Espectáculos, no deben aportar evacuantes al interior del centro comercial o complejo comercial cuando no consideren un pasadizo protegido contra fuego entre la tienda por departamentos y las tiendas menores, de manera que colecte la evacuación desde la puerta de salida de la tienda por departamentos al exterior del centro comercial. Caso contrario deberán ser autónomas en su capacidad de evacuación.
- b) Deben tener como mínimo los siguientes requerimientos de evacuación.

Tabla 1. *Requerimientos de evacuación*

Número de ocupantes mayores de 500 y no más de 1000 personas	No menos de 3 salidas
Número de ocupantes mayor de 1000 personas	No menos de 4 salidas

Fuente: Norma A.130 – Requisitos de Seguridad

- c) Los centros comerciales, complejos comerciales, tiendas por departamento o similares no podrán evacuar más del 50% del número de ocupantes por una misma salida.
- d) Es permitido el uso de propagandas, mostradores, puntos de ventas en los ingresos siempre y cuando, estos no invadan el ancho requerido de evacuación, que no es equivalente al ancho disponible. Dichos elementos deberán estar convenientemente anclados con el fin de evitar que se conviertan en una obstrucción durante la evacuación.
- e) En tiendas por departamentos, mercados techados, supermercados, con un área comercial mayor a 2800 m² por

planta, deberá tener por lo menos un pasadizo de evacuación con un ancho no menor a 1.50 m.

SUB-CAPITULO IV

REQUISITOS DE LOS SISTEMAS DE PRESURIZACIÓN DE ESCALERAS

Artículo 29.- El ventilador y el punto de toma de aire deben ubicarse en un área libre de riesgo de contaminación por humos, preferentemente en el exterior o azotea de la edificación.

Artículo 30.- No es permitida la instalación del ventilador en sótanos o lugares cerrados, donde un incendio adyacente pueda poner en riesgo la extracción de aire, cargando la escalera de humo. El sistema debe contar con inyección de aire para cada piso. La diferencia de presión mínima de diseño entre el interior y el exterior de la caja de la escalera debe ser de 0.05 pulgadas de columna de agua y el máximo de 0.45 pulgadas de columna de agua para edificios protegidos al 100% con rociadores.

Artículo 31.- El cálculo para el diseño de la escalera se debe realizar teniendo en cuenta como mínimo la puerta de salida en el nivel de evacuación y puertas adicionales dependiendo del número de pisos, cantidad de personas evacuando, u otra condición que obligue a considerar una puerta abierta por un tiempo prolongado. La máxima fuerza requerida para abrir cada una de las puertas de la caja de la escalera no deberá exceder las 30 lbf.

Artículo 32.- La succión y descarga de aire de los sopladores o ventiladores debe estar dotada de detectores de humo interconectados con el sistema de detección y alarmas del edificio de tal manera que se detenga automáticamente en caso de que ingrese humo por el rodete. El ventilador deberá ser activado automáticamente ante la activación de cualquier dispositivo del sistema de detección y alarma. Como mínimo deberá activarse

por medio de detectores de humo ubicados en cada acceso a las escaleras de escape a no menos de 3.0 m de las puertas de escape.

Artículo 33.- La interconexión con el sistema de alarmas y detección (cables) debe tener una protección cortafuego para mínimo 2 horas.

Artículo 34.- La alimentación de energía para los motores del ventilador debe contar con dos fuentes independientes, de transferencia automática. Las rutas de dichos suministros deben ser independientes y protegidos contrafuego por 2 horas. La transferencia de la fuente de alimentación primaria a la secundaria se debe realizar dentro de los 30 segundos posteriores a la falla de fuente primaria. Se debe separar la llave de control de los motores de presurización de forma que el contactor general no actúe sobre esta alimentación. Todos los cables de suministro eléctrico desde el tablero de alimentación hasta la entrada a motor del ventilador deben contar con una protección cortafuego para mínimo 2 horas.

Artículo 35.- El ventilador deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Listado o equivalente.
- b) Preferentemente del tipo centrifugo radial.
- c) En el caso de que el ventilador sea impulsado por medio de fajas el número de estas debe ser cuando menos 1.5 veces el número de fajas requeridas para el servicio de diseño.
- d) Todo ventilador impulsado por medio de fajas debe tener cuando menos dos fajas
- e) Los cálculos para la selección y la curva del fabricante deben formar parte de los documentos entregados.
- f) Bajo ningún motivo el motor operará por encima de la potencia de placa. La potencia de trabajo se determinará mediante una medición de campo con tres puertas abiertas.
- g) El motor impulsor debe tener cuando menos un factor de servicio de 1.15

- h) El ventilador debe contar con guardas protectoras para las fajas.
- i) El ventilador debe contar con una base para aislar vibraciones.

Artículo 36.- Los dampers y los ductos deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Los dampers deben ser listados según UL 555S.
- b) Los rodamientos de los dampers deben ser auto lubricados o de bronce.
- c) Las hojas deben ser galvanizadas
- d) Los ductos pueden ser de hierro, acero, aluminio, cobre, concreto, baldosas o mampostería según sea el caso.
- e) Cuando los ductos se encuentren expuestos dentro del edificio deberán tener un cerramiento contrafuego de 2 horas.

CAPITULO II

SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

Artículo 37.- La cantidad de señales, los tamaños, deben tener una proporción lógica con el tipo de riesgo que protegen y la arquitectura de la misma. Las dimensiones de las señales deberán estar acordes con la NTP 399.010-1 y estar en función de la distancia de observación.

Artículo 38.- Los siguientes dispositivos de seguridad no son necesarios que cuenten con señales ni letreros, siempre y cuando no se encuentren ocultos, ya que de por si constituyen equipos de forma reconocida mundialmente, y su ubicación no requiere de señalización adicional. Como son:

- a) Extintores portátiles
- b) Estaciones manuales de alarma de incendios
- c) Detectores de incendio
- d) Gabinetes de agua contra incendios
- e) Válvulas de uso de Bomberos ubicadas en montantes
- f) Puertas cortafuego de escaleras de evacuación
- g) Dispositivos de alarma de incendios

Artículo 39.- Todos los locales de reunión, edificios de oficinas, hoteles, industrias, áreas comunes en edificios de vivienda deberán estar provistos obligatoriamente de señalización a lo largo del recorrido, así como en cada medio de evacuación, de acuerdo con la NTP 399-010-1, para su fácil identificación; además de cumplir con las siguientes condiciones:

- a) Todas las puertas a diferencia de las puertas principales y que formen parte de la ruta de evacuación deberá estar señalizadas con la palabra SALIDA, de acuerdo a NTP 399-010-1
- b) En cada lugar donde la continuidad de la ruta de evacuación no sea visible, se deberá colocar señales direccionales de salida.
- c) Se colocará una señal de NO USAR EN CASOS DE EMERGENCIA en cada uno de los ascensores, ya que no son considerados como medios de evacuación.
- d) Cada señal deberá tener una ubicación, tamaño y color distintivo y diseño que sea fácilmente visible y que contraste con la decoración.
- e) Las señales no deberán ser obstruidas por maquinaria, mercaderías, anuncios comerciales, etc.
- f) Deberán ser instaladas a una altura que permita su fácil visualización.
- g) Deberán tener un nivel de iluminación natural o artificial igual a 50 lux.
- h) El sistema de señalización deberá funcionar en forma continua o en cualquier momento que se active la alarma del edificio.

Artículo 40.- Todos los medios de evacuación deberán ser provistos de iluminación de emergencia que garanticen un periodo de 1 ½ hora en el caso de un corte de fluido eléctrico y deberán cumplir con las siguientes condiciones:

- a) Asegurar un nivel de iluminación mínimo de 10 lux medidos en el nivel del suelo.

- b) En el caso de transferencia de energía automática el tiempo máximo de demora deberá ser de 10 segundos.
- c) La iluminación de emergencia deberá ser diseñada e instalada de manera que si falla una bombilla no deje áreas en completa oscuridad.
- d) Las conexiones deberán ser hechas de acuerdo al CNE Tomo V Art. 7.1.2.1
- e) El sistema deberá ser alimentado por un circuito que alimente normalmente el alumbrado en el área y estar conectado antes que cualquier interruptor local, de modo que se asegure que ante la falta de energía en el área se enciendan las luces.

Artículo 41.- Las salidas de evacuación en establecimientos con concurrencia de público deberán contar con señales luminosas colocadas sobre el dintel de del vano.

Las rutas de evacuación contarán con unidades de iluminación autónomas con sistema de baterías, con una duración de 60 minutos, ubicadas de manera que mantengan un nivel de visibilidad en todo el recorrido de la ruta de escape.

CAPITULO III

PROTECCION DE BARRERAS CONTRA EL FUEGO

Artículo 42.- Clasificación de estructuras por su resistencia al fuego.

Para clasificarse dentro del tipo “resistentes al fuego”, la estructura, muros resistentes y muros perimetrales de cierre de la edificación, deberán tener una resistencia al fuego mínima de 4 horas, y la tabiquería interior no portante y los techos, una resistencia al fuego mínima de 2 horas.

Artículo 43.- Para clasificarse dentro del tipo “semi resistentes al fuego”, la estructura, muros resistentes y muros perimetrales de cierre de la edificación

deberá tener una resistencia al fuego mínima de 2 horas, y la tabiquería interior no portante y techos, una resistencia al fuego mínima de 1 hora.

Artículo 44.- Para clasificarse dentro del tipo “incombustible con protección”, los muros perimetrales de cierre de la edificación deberán tener una resistencia al fuego mínima de 2 horas, y la estructura muros resistentes, techos y tabiquería interior, una resistencia al fuego mínima de 1 hora.

Artículo 45.- La estructura de las construcciones con elementos de madera del “tipo combustible de construcción pesada” se reputará que tiene duración bajo la acción del fuego de una hora.

Artículo 46.- Estructuras clasificadas por su Resistencia al fuego

- a) Construcciones de muros portantes.
- b) Construcciones aporricadas de concreto.
- c) Construcciones especiales de concreto.
- d) Construcciones con elementos de acero.

Artículo 47.- Estructuras no clasificadas por su resistencia al fuego

- a) Construcciones con elementos de madera de la clasificación combustible de la construcción ordinaria.
- b) Construcciones con elementos de acero, de la clasificación sin protección.
- c) Las construcciones de adobe o suelo estabilizado con parámetros y techos ligeros.

Tabla 2. Tablas de recubrimientos mínimos de protección al fuego en elementos estructurales

ELEMENTOS ESTRUCTURALES PROTEGIDOS	MATERIAL AISLANTE	RECUBRIMIENTO MÍNIMO POR MATERIAL AISLANTE (EN PULGADAS) CATEGORIAS		
		Resistencia al Fuego (6 Hrs)	Semi Resistal Fuego (6 Hrs)	Incombust. Con Protección (1 Hrs)
Armaduras en vigas y columnas de concreto armado.	Concreto Estructural	1 1/2	1 1/2	1 1/2
Armadura en viguetas de concreto	Concreto Estructural	1 1/4	1	3/4
Armaduras y amarres en losas de pisos y techos	Concreto Estructural	1	3/4	3/4
Columnas de acero y todos los elementos de tijerales principales	Concreto Estructural	2 1/2	1 1/2	1
Elementos de 6 x 6	Concreto Estructural	2	1	1
Elementos de 6 x 8	Concreto Estructural	1 1/2	1	1
Elementos de 12 x 12	Concreto Estructural	2	1	1
Vigas de acero Tendones en vigas pre o post esforzadas	Concreto Estructural	4	2 1/2	1 1/2
Tendones en placas pre o post esforzadas	Concreto Estructural		1 1/2	1

Fuente: Norma A.130 – Requisitos de Seguridad

Este espesor se protegerá contra descascamiento con estribos con espaciamiento no mayor al peralte del elemento, debiendo estos estribos tener un recubrimiento neto de 1 pulgada.

Artículo 48.- Clasificación de los pisos o techos por su resistencia al fuego.

Tabla 3. Tablas de espesores mínimos para protección al fuego en pisos, techos y cielo raso

CONSTRUCCION DE PISOS O TECHOS	CONSTRUCCION DE CIELO RASO	ESPESOR MÍNIMO TOTAL EN PULGADAS CATEGORIAS		
		Resistencia al Fuego (4 Hrs)	Semi Resist al Fuego (2 Hrs)	Incombust Con Protección (1 Hrs)
Losa de concreto.	Ninguno	6 1/2	4 1/2	3 1/2
Losa de concreto.	Enlucido de yeso o mortero contra el fondo del techo	6	4	3
Aligerado de viguetas de concreto estructural y ladrillo hueco de techos	Enlucido de yeso o mortero contra el fondo del techo		6" de ladrillo y 2" de losa	
Aligerado de viguetas de concreto estructural y ladrillo hueco de techos	Ninguno			5 1/2 (4" de ladrillo 1 1/2" de losa)
Viguetas de concreto	Cielo raso suspendido de vermicurita de 1" de espesor mínimo colgado 6" debajo de las viguetas	3 (sólo losa)	2 (sólo losa)	
Viguetas de acero con losa de concreto	Cielo raso enlucido en malla incombustible asegurada contra el fondo de las viguetas de espesor mínimo 5/8" y mortero 1:3		2 1/4" (sólo losa)	2" (sólo losa) Combustible Construcción pesada

Fuente: Norma A.130 – Requisitos de Seguridad

Artículo 49.- Clasificación de las paredes y tabiques por su resistencia al fuego:

Tabla 4. Tablas de espesores mínimos para protección al fuego en paredes y tabiques

MATERIALES DE PAREDES O TABIQUES	CONSTRUCCION	ESPESOR MÍNIMO TOTAL EN PULGADAS CATEGORIAS		
		Resistencia al Fuego (4 Hrs)	Semi Resist al Fuego (2 Hrs)	Incombust Con Protección (1 Hrs)
Concreto armado	Sólido sin enlucir	6 1/2	4 1/2	3 1/2
Ladrillos de arcilla cocida calcáreos o de:	Ladrillos sólidos sin enlucir	8	6	4
Bloques huecos de concreto	Espesor mínimo de cascarón 2 ¼" sin enlucir	8		
	Espesor mínimo de cascarón 1 3/4" sin enlucir	12		
	Espesor mínimo de cascarón 1 3/8" sin enlucir		8	6
Ladrillos huecos de arcilla cocida, no portantes	Dos celdas mínimo dentro del espesor de la pared, enlucido en ambas caras		7	5
	Tres celdas mínimo dentro del espesor de la pared, enlucido en ambas caras	12		
Bloqueo	Enlucido o sin enlucir	6	4	3
Tabique sólido de mortero o yeso	Armazón interno incombustible			2
Paneles de yeso prensado				2

Fuente: Norma A.130 – Requisitos de Seguridad

Artículo 50.- Cuando se requieran instalar selladores cortafuego, deberá presentarse un proyecto específico para tal fin, indicando los tipos, formas y materiales que atraviesan el cerramiento cortafuego.

Artículo 51.- Solo se pueden utilizar materiales selladores, de acuerdo a la configuración que cada fabricante haya sometido a pruebas y que la composición del conjunto a proteger se encuentre descritos en el directorio de UL vigente.

CAPITULO IV

SISTEMAS DE DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS

Artículo 52.- La instalación de dispositivos de Detección y Alarma de incendios tiene como finalidad principal, indicar y advertir las condiciones anormales, convocar el auxilio adecuado y controlar las facilidades de los ocupantes para reforzar la protección de la vida humana.

La Detección y Alarma se realiza con dispositivos que identifican la presencia de calor o humo y a través, de una señal perceptible en todo el edificio protegida por esta señal, que permite el conocimiento de la existencia de una emergencia por parte de los ocupantes.

Artículo 53.- Todas las edificaciones que deban ser protegidas con un sistema de detección y alarma de incendios, deberán cumplir con lo indicado en esta Norma y en el estándar NFPA 72 en lo referente a diseño, instalación, pruebas y mantenimiento.

Artículo 54.- Los equipos que se estandarizan en esta norma no pueden ser variados, en ninguna otra regulación. Los sistemas de detección y alarma de incendios deberán contar con supervisión constante en el área a la cual protegen, con personal entrenado en el manejo del sistema.

Los sistemas que reporten las señales de alarma, supervisión y avería hacia lugares fuera de la propiedad protegida, atendidos de manera continua y que brindan el servicio de monitoreo no será necesario que cuenten con supervisión constante en el área protegida.

Artículo 55.- Todo sistema de detección y alarma de incendios, deberá contar con dos fuentes de suministro de energía, de acuerdo con el CNE Tomo V, Capítulo 7. Los circuitos, cableados y equipos deberán encontrarse protegidos de daños por corrientes inducidas de acuerdo a lo establecido en el CNE.

Artículo 56.- Los sistemas de detección y alarma de incendios, deberán interconectarse de manera de controlar, monitorear o supervisar a otros sistemas de protección contra incendios o protección a la vida como son:

- a) Dispositivos de detección de incendios
- b) Dispositivos de alarma de incendios
- c) Detectores de funcionamiento de sistemas de extinción de incendios.
- d) Monitoreo de funcionamiento de sistemas de extinción de incendios.
- e) Válvulas de la red de agua contra incendios.
- f) Bomba de agua contra incendios.
- g) Control de ascensores para uso de bomberos
- h) Desactivación de ascensores
- i) Sistemas de presurización de escaleras.
- j) Sistemas de administración de humos
- k) Liberación de puertas de evacuación
- l) Activación de sistemas de extinción de incendios.

Artículo 57.- Los dispositivos de alarmas acústicas deben ser audibles en la totalidad del local, y podrán ser accionados en forma automática por los detectores, puesto de control o desde los pulsadores distribuidos en la edificación. Esta instalación de alarma audible deberá complementarse con adecuadas señales ópticas, cuando así lo requieran las características de los ocupantes del mismo.

Artículo 58.- Los dispositivos de detección de incendios automáticos y manuales, deberán ser seleccionados e instalados de manera de minimizar las falsas alarmas. Cuando los dispositivos de detección se encuentren sujetos a daños mecánicos o vandalismo, deberán contar con una protección adecuada y aprobada para el uso.

Artículo 59.- Los dispositivos de detección de incendios deberán estar instalados de forma tal que se encuentren sostenidos de forma independiente de su fijación a los conductores de los circuitos. Los dispositivos de detección de incendios deberán ser accesibles para el mantenimiento y pruebas periódicas.

Artículo 60.- Únicamente es permitida la instalación de detectores de humo de estación simple (detectores a pilas), para usos en edificaciones residenciales y al interior de las viviendas.

Artículo 61.- Para la selección y ubicación de los dispositivos de detección de incendios deberá tomarse en cuenta las siguientes condiciones:

- a) Forma y superficie del techo.
- b) Altura del techo.
- c) Configuración y contenido del área a proteger.
- d) Características de la combustión de los materiales presentes en el área protegida.
- e) Ventilación y movimiento de aire.
- f) Condiciones medio ambientales

Artículo 62.- Los dispositivos de detección de incendios deberán ser instalados de acuerdo a las indicaciones del fabricante y las buenas prácticas de ingeniería. Las estaciones manuales de alarma de incendios deberán ser instaladas en las paredes a no menos de 1.10 m ni a más de 1.40 m.

Artículo 63.- Las estaciones manuales de alarma de incendios deberán distribuirse en la totalidad del área protegida, libre de obstrucciones y fácilmente accesible.

Deberán instalarse estaciones manuales de alarma de incendios en el ingreso a cada una de las salidas de evacuación de cada piso.

Se adicionarán estaciones manuales de alarma de incendios de forma que la máxima distancia de recorrido horizontal en el mismo piso, hasta la estación manual de alarma de incendios no supere los 60.0 m.

Artículo 64.- Únicamente será obligatoria la señalización de las estaciones manuales de alarma de incendios que no sean claramente visibles y por exigencia de la Autoridad Competente.

Artículo 65.- Cuando se instalen cobertores en las estaciones manuales de alarma de incendios, con el fin de evitar falsas alarmas o para protección del medio ambiente, estos deben ser aprobados para el uso por la Autoridad Competente

Para el desarrollo de la presente investigación hemos transcrito los capítulos más relevantes al tema en cuestión, como anexo se adjunta la Norma en su versión completa.

2.5. Definición conceptual del sistema

El sistema de detección y control automático de incendios tiene por objetivo principal el monitoreo de los riesgos determinando la existencia de un amago de incendio y controlándolo oportunamente.

El diseño e implementación de este tipo de sistema debe detectar y extinguir un incendio en el interior de las áreas protegidas mediante la descarga de los agentes limpios como agentes extintores del fuego en Data Center, Centro de Control, Sectores residencias y terciarios, entre otros, bajo la modalidad de “inundación total”.

El sistema de control de incendios deberá contar de la combinación de un sistema de detección y alarma de incendios según la NFPA 72 y NFPA 70,

un sistema de extinción por inundación total de un agente limpio, según NFPA 2001, las cuales en ambos casos deberán tener activación manual y automática.

Todos los módulos de control deberán emitir una señal al sistema para decisión de apagado de los equipos del sistema de HVAC y de presurización, las señales de descarga instalados en el centro de control deberán activarse y el agente limpio será descargado.

El diseño de los sistemas de detección y extinción de incendios del centro de datos, deberá considerar los cálculos técnicos justificativos (% Porcentajes de concentraciones), en donde reflejen los cálculos de descarga y diseño basado en software especializado de cada fabricante.

2.6. Definiciones básicas

Para esta estación de control se va a manejar un sistema de detección puntual, basado en detectores de doble tecnología, los mismos que se encargarán detectar los niveles de humo y así activar los estados de pre-alarma, pre-descarga y descarga de agente limpio FM-200.

2.6.1. Sistema de detección puntual

Son detectores de doble tecnología, los mismos que se instalan cubriendo al 100% el área a proteger, es decir, detectando tanto cambios en la temperatura como la presencia de humo. Estos detectores son montados sobre bases que permiten la interconexión de cada uno de estos con el sistema en totalidad.



Figura 2. *Dispositivo de detección de doble tecnología*

Fuente: Catálogo del fabricante FIKE

2.6.2. Sistema de notificación

Un sistema de Notificación consta de tres tipos de señales, las cuales se son:

Alarma de Nivel 1: Una sirena con luz estroboscópica debidamente señalizada en el interior de la sala que indicará la activación de un primer detector de humo.

Alarma de Nivel 2: Una sirena con luz estroboscópica debidamente señalizada en el interior de la sala que indicará la activación de al menos un segundo detector de humo, esto además denotará el estado de predescarga o cuenta regresiva (30 segundos) al cabo de los cuales se producirá la descarga de agente limpio FM-200 de manera automática.

Notificación de Ambiente Inundado: Una luz estroboscópica debidamente señalizada en el exterior de la sala que indicará que el gas ha sido descargado y que deberá mantenerse la puerta cerrada a fin de mantener la concentración de diseño del gas en el ambiente.

El sistema de notificación consiste en sirenas con luces estroboscópicas y luces estroboscópicas.



Figura 3. Sirena con luz estroboscópica y Luz estroboscópica

Fuente: Catálogo del fabricante FIKE

2.6.3. Sistema de activación manual

Todo sistema debe ser capaz de trabajar de forma manual en caso sea necesario, esto debe hacerse por medio de una estación manual de descarga, debidamente señalizada y protegida por un cobertor STOPPER II con alarma local para evitar activaciones casuales.



Figura 4. Equipo de activación manual

Fuente: Catálogo del fabricante FIKE

2.6.4. Sistema de aborto manual

Así mismo todo sistema debe contar con la opción de abortar una eventual descarga en caso sea necesario (mientras el sistema se encuentre en estado de cuenta regresiva). Esto se realizará mediante el uso de un pulsador de aborto tipo “dead man”.



Figura 5. Botón de aborto

Fuente: Catálogo del fabricante FIKE

2.6.5. Sistema de supresión

2.6.5.1. Agente limpio

En las estaciones de control que albergan eléctricos y/o electrónicos se emplea con elemento extintor a agentes limpios conocidos comercialmente como FM200, se emplea el concepto de inundación total de cada ambiente a fin de conseguir la extinción del fuego.

El diseño del sistema automático de extinción de incendios se desarrolla siguiendo los lineamientos del estándar NFPA 2001. Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems edición 2006 y considerando las referencias normativas contenidas en ella, sin perjuicio de lo establecido en las normas nacionales.

Según el estándar NFPA 2001, este agente extintor debe tener las siguientes características:

Tabla 5. Características de extintor

Nombre químico	Heptafluoropropano
Formula química	CF ₃ CHF ₂ CF ₃
Designación según ISO14520, UNE 23570 y NFPA 2001	HFC-227ea
Peso molecular	170
Punto de ebullición a 1.013 bar	-16.36°C
Densidad del líquido a 20°C	1407 kg/cm ³
Temperatura crítica	101.7 °C
Presión crítica	29.12 bar.
Presión de vapor a 20°C	3.91 bar
Resistencia eléctrica relativa a 1 atm.25°C (N ₂ =1.0)	2.0
Densidad de llenado máxima	1.15 kg/l
Concentración típica de diseño para heptano	8.6%
Factor de inundación para heptano a 20°C	0.686m ³ /m ³
Concentración de diseño para clase A superficial	7.5%
Factor de inundación para clase A superficial	0.591 m ³ /m ³
NOAEL	9%
LOAEL	10.5%
Poder destructor del ozono	0
Potencial de efecto invernadero	2900

Fuente: Estándar NFPA 2001

2.6.5.2. Sistema mecánico

Los sistemas mecánicos de extinción consisten en un cilindro supresor (HFC-227ea), la red de Tuberías (piping) SCH-40, boquillas de descarga y soportes mecánicos para la tubería.

El cilindro contenedor, debe ser activado eléctrica o mecánicamente por un sistema basado en la válvula IMPULSE.

Así mismo, cada cilindro contenedor debe contar con un manómetro, un switch de baja presión y un switch de descarga que serán monitoreados por el panel inteligente a través de módulos de monitoreo.



Figura 6. Cilindro contenedor de agente limpio

Fuente: Catálogo del fabricante FIKE

2.7. Diseño del sistema

El diseño e implementación de este sistema debe considerar el detectar y extinguir un incendio en el interior de las áreas protegidas mediante la descarga de los agentes limpios como agentes extintores del fuego en el Centro de Control, bajo la modalidad de “inundación total” y debe cumplir con las siguientes características técnicas:

- El sistema de control de incendios contará con la combinación de un sistema de detección y alarma de incendios según la NFPA 72 y NFPA 70, un sistema de extinción por inundación total de un agente limpio,

según NFPA 2001, las cuales en ambos casos deberán tener activación manual y automática.

- Los dispositivos periféricos tanto de detección, alarma y módulos de control serán compatibles con el sistema en conjunto.
- Se notificará en la parte exterior del ambiente a través de una luz estroboscópica y una sirena.
- El diseño contemplará baterías selladas libres de mantenimiento de 12 VOLT. 7,2 AMP.H. brindando una autonomía de 48 horas.
- En los pases de salida de cable se instalarán sellos pasa muros resistentes al fuego.
- El diseño e instalación del sistema de detección y extinción de incendios está en estricta concordancia con las correspondientes normas nacionales e internacionales:
 - NFPA 2001 Sistemas de Extinción de fuego con agente limpio.
 - NFPA 70 Código Eléctrico Nacional
 - NFPA 72 Código Nacional de alarmas de fuego.
- Todos los equipos, dispositivos, accesorios para el presente sistema son listados y aprobados por UL y FM (para sistemas de detección, alarma y extinción de incendios).
- Todo el sistema será instalado de acuerdo a lo estipulado en la NFPA 72: National Fire Alarm Code, siguiendo la metodología de instalación, prueba y mantenimiento descrita en dicha norma.
- La instalación del sistema de extinción será desarrollada según específica la norma NFPA 2001, además de cumplir con las buenas prácticas de ingeniería en instalaciones mecánicas.
- El sistema de detección de fuego cumplirá con las siguientes características:
 - Tendrá sensores en todo el centro de control.
 - Tendrá un sistema de detección, alarma y supresión y tener un registro de incidencias.

- El sistema propuesto está configurado como un sistema independiente y autónomo consistente en un Panel de Control (detección, alarma y supresión).
- El panel de detección, alarma y supresión será de última tecnología y generación, y es donde se recibirán las señales de todos los dispositivos de detección (automáticos y manuales) y enviará las señales del sistema de supresión. Además, realizará el registro de eventos por activación, falla e interrupción de cualquiera de los dispositivos conectados al sistema.
- El sistema será actuado por detectores fotoeléctricos.
- El sistema contará con Estaciones de Descarga Manual y Pulsador de Aborto, localizado en cada una de las salidas de las salas protegidas.
- El Panel de Control, monitoreará y/o controlará los sistemas que se describen a continuación, bajo las siguientes condiciones: Las señales de los dispositivos de detección de incendios (automáticos o manuales) tendrán prioridad sobre cualquier otra señal que no sea del tipo contra incendio, aun cuando esta se haya generado primero.
- El sistema de activación:
 - Operará la modalidad de automática y manual.
 - Operará bajo la activación de dos detectores, línea cruzada de detección según la siguiente activación: a la actuación de uno de los detectores de humo del interior de la zona protegida, deberá iluminar un led de alarma en el panel de control, energizar los dispositivos de alarma audible y visible de Nivel 1.
 - La actuación de un segundo detector dentro del sistema deberá iluminar un led de pre-descarga en el panel de control, energizar los dispositivos de alarma audible y visible de PRE-DESCARGA (Nivel 2) para finalmente iniciar la cuenta de retardo (no mayor a 60 segundos).

- La secuencia de aborto del sistema estará habilitada en este estado o después de la finalización del retardo de Pre-Descarga, el sistema de agente limpio deberá ser activado, mientras que se ilumina un led de aviso de fuego en el panel de control, simultáneamente deberá dejar sin energía eléctrica a la zona y activar una alarma visual de descarga a la salida de la sala donde ocurrió la descarga.
- El sistema de agente limpio debe cubrir la totalidad del área de Centro de Control en caso se presente un incendio en esas áreas. Adicionalmente el diseño debe incluir dos equipos extintores manuales de CO2 de cómo mínimo 15 Libras.
- La descarga de agente limpio solo se activará ante un incendio en el Centro de Control, para ello emitirá un mensaje de prealarma 1 con lo que la sirena y luz estroboscópica se activará intermitente. Si el segundo detector de humo, se activa, la sirena con la luz estroboscópica se activará en forma constante. En este punto, un reloj de tiempo deberá comenzar una cuenta regresiva de determinada, mientras que el panel se encuentra en un estado de predescarga. Todos los módulos de control deberán emitir una señal al sistema para decisión de apagado de los equipos del sistema de HVAC, las señales de descarga instalados en la sala de control deberán activarse y el Agente limpio será descargado.
- Los dispositivos manuales tendrán las siguientes características:
 - Las estaciones manuales de descarga serán dispositivos de doble acción que provea la descarga manual del sistema de agente limpio cuando sean usados en conjunción con el panel de control.
 - Las estaciones manuales de descargan serán dispositivos de doble acción que requiera de dos (02) operaciones distintas para iniciar la actuación del sistema.

- Las funciones de las estaciones manuales de descarga deben omitir las funciones de retardo de Predescarga y la de aborto, y deberá causar la descarga del sistema.
- Las estaciones manuales de descarga estarán localizadas en cada una de las salidas de cada riesgo protegido y deberán tener una señal de indicación.
- Las estaciones manuales de descarga estarán conectados a módulos de monitoreo las que deben ser programadas para la función deseada al mismo tiempo tendrán un cobertor para prevenir el accionamiento accidental del sistema de agente limpio.
- Los dispositivos de alarma de incendios tendrán las siguientes características:
 - Las áreas protegidas y el ambiente externo contiguo al centro de control contarán con un sistema de alarmas del tipo sirena multitono programable y luz estroboscópica roja seleccionable entre 15/75, 30,75 o 110 cd.
 - En diseño definirá la cantidad de módulos necesarios para controlar los dispositivos de alarma desde el centro de control.
 - Las sirenas serán de color rojo y cumplirán la norma UL 1971 para dispositivos de señalización de emergencia y UL 464. Tendrán dos sonidos de campo diferentes y seleccionables a 3000 Hz. Las sirenas deberán ser montada sobre pared, en caja, con medidas aproximadas a 4"x 4" X 11/2". Las luces deben cumplir estándares NFPA, ANSI y ADA.
- Los dispositivos de aborto de descarga deberán ser localizados juntos a las estaciones de descarga manual. Las estaciones de aborto deberán ser supervisadas y deberán indicar la condición de problema en el panel de control si estas son presionadas a la condición de no alarma. Deberá tener Señales de peligro e indicativas cumpliendo la NFPA 2001 y las recomendaciones del fabricante. Señales de Peligro en cada una de las entradas a las salas protegidas. Señales

Indicativas para cada una de las estaciones manuales de descarga.
Señales Indicativas para cada una de las estaciones de aborto de descarga. Señales Indicativas para las Alarmas Nivel 1 y 2.

2.7.1. Sistema de detección, alarma y extinción de incendios

El sistema de detección y control electrónico se basará en un panel de detección, alarma de incendios marca FIKE, modelo Cheetah XI 50 que en nuestro esquema básico representa al sistema de control central y principal. Este sistema de control, brinda la tecnología más reciente para comunicar eventos de detección de incendios teniendo además una amplia capacidad de programación y flexibilidad. La tecnología incorporada, permite una comunicación muy rápida y eficiente con y entre sus periféricos, brindando un insuperable tiempo de respuesta de un cuarto de segundo al trabajar en red con otros paneles.

Entre las principales características del Cheeta XI 50 tenemos:

- Dos circuitos (audibles) 24V DC, 2A NAC en el tablero principal con sincronización integrada
- 254 zonas con usuario definido
- Pantalla LCD de 80 caracteres, backlift
- Reloj en tiempo real
- Buffer 3200 de historia de eventos
- Monitoreo de proceso crítico
- Capacidad de prueba de camino para una persona
- Desconexión por circuito/ punto o zona
- Función de maniobra en el panel y control remoto
- Permite operación para liberar el solenoide
- Verificación de Alarma
- Los dispositivos se conectan/ retiran con facilidad
- Menús de Diagnóstico
- Buzzer local con tonos diferentes de eventos.
- 10 LED's de estado para identificar fácilmente el estado del sistema
- Modulo disponible ID DACT Opcional.

- Soporta hasta 31 dispositivos periféricos como Vista Remota, Gráfico de LED y Zona de Anunciadores, Módulos Multi interface, Modulo Ethernet.
- Poder de integrabilidad a otros sistemas.
- Flexibilidad en la programación, ajuste a horarios.



Figura 7. Panel Cheeta XI 50

Fuente: Catálogo del fabricante FIKE

2.7.2. Sistema de detección

2.7.2.1. Detector Fotoeléctrico de Humo y de temperatura 63-1053

El Detector fotoeléctrico y de temperatura permite un protocolo digital para comunicaciones rápida y confiable. El detector incluye un LED tricolor para la indicación instantánea del estado del dispositivo.

- Sus parámetros operativos se mantienen dentro del RAM no volátil del detector.
- Alarmas Duales (sensibilidad diurna y nocturna) con ajustes de margen entre 1.3 – 3.6%/pies
- Pre-Alarmas Duales con ajustes de margen entre 0.5-3.6%/pies
- Configurable para las funciones Aclimate, Verificación de Alarma y Drift Compensación

- Los grupos basados en tiempo pueden ser asignados a conectar niveles de sensibilidad entre niveles Diurno y Nocturno a diferentes horas del día y feriados.



Figura 8. Detector 63-1053

Fuente: Catálogo del fabricante FIKE

2.7.2.2. Mini módulo de monitor 55-045

Módulo miniatura de 2.75" x 1.75" para montar en una pequeña caja de empalme detrás de un dispositivo de monitoreo. Este dispositivo monitoreará un dispositivo de entrada cableado Clase B usando el extremo de 39K ohm de la resistencia de línea. La versión del disyuntor aísla por completo de corto circuito al cableado estilo 7 de NFPA.

- Este módulo proporciona hilos de transmisión para una fácil conexión
- Diseñado para ser cableado y montado sin conexiones rígidas dentro de una caja eléctrica promedio.
- Corrientes de Reserva: 0.485mA
- Corrientes de Alarma: 2.0mAmax.
- 1.31" Alto x 2.73" Ancho x 0.61" Espesor (33mm Alto x 69mm Ancho x 15mm Espesor)



Figura 9. Mini modulo monitor 55-045

Fuente: Catálogo del fabricante FIKE

2.7.2.3. Módulo supervisado de control 55-042

Este módulo brinda protocolo digital para comunicaciones rápidas y seguras. El módulo incluye un LED tricolor que indica al instante el estado del dispositivo. El Módulo Supervisado de Control da a los circuitos de notificación del edificio una interface inteligente para el circuito direccionable.

- Capacidad de operar solenoides de hasta 2 amps @ 24V DC.
- Puede operar NACs, solenoides, o Cajas Maestras, pero no varias simultáneamente.
- Puede ser instalación sobre caja de empalme de 4" x 4" x 2 1/8"
- Resistencia Max. de cable del Circuito NAC es 100Ω
- Resistencia EOL del Circuito NAC para cableado Clase B es 39KΩ
- Corriente de Reserva: 0.560mA
- Corriente de Alarma: 2.0mA max.
- 4.17" Alto x 4.26" Ancho 1.22" Espesor (106mm Alto x 108mm Ancho x 31mm Espesor)



Figura 10. Módulo supervisado de control 55-042

Fuente: Catálogo del fabricante FIKE

2.7.2.4. Módulo de relé 55-043

El modo del relé proporciona al edificio una interfase de salida de contacto seco mediante un circuito direccionable inteligente. Se disponen de dos contactos configurables de Forma C del relé para 2 Amps @ 30V DC, 0.5Amp @120VAC.

Contiene una amplia gama de modos operativos incluso operación multizona, hasta 4 estados diferentes y programación multi-estado. Los parámetros operativos se mantienen en el RAM no volátil para respuestas rápidas y seguras ante condiciones de emergencia.

- Pueden ser instalado sobre caja de empalme de 4" x 4" x 2 1/8"
- Resistencia max. de cableado, entrada de contacto seco: 100Ω
- Categorías de contacto seco: 3A@30VDC resistente, sin código, 0.9A@70.7VAC resistente, sin código
- Corriente de Espera: 0.500mA
- Corriente de Alarma: 2.0mA max.
- 4.17" Alto x 4.26" Ancho x 1.22" Espesor (106mm Alto x 108mm Ancho x 31mm Espesor)

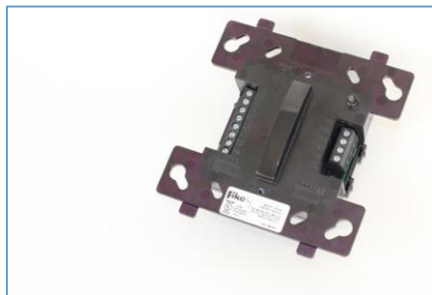


Figura 11. Módulo de relé 55-043

Fuente: Catálogo del fabricante FIKE

2.7.2.5. Módulo de relé 55-043

La estación manual de alarma debe operar con un módulo direccionable para ser registrado en el circuito direccionable inteligente. Dispositivo de activación manual de doble acción.

- Diseño Duradero
- Resistente a Impactos y a Vibración
- Supervisión Dinámica
- La palanca una vez bajada permanecerá así hasta que se reposicione con llave.
- Operación a Dos Hilos
- Instalación Superficial o Semi-Empotrada

- Modelos de Acción Doble
- Listado por UL
- Aprobado por CSFM, FM y NYMEA

La estación manual de descarga será marca FIKE, modelo 20-1343 para supresión y el cobertor será marca STI, modelo STOPPER II STI-1130- Red.

2.7.2.6. Estación de aborto manual

La estación de aborto manual cuenta con la opción de abortar una eventual descarga en caso sea necesario (mientras el sistema se encuentre en estado de cuenta regresiva). Esto se realizará mediante el uso de un pulsador de aborto tipo “dead man”, el cual será marca FIKE, modelo 10-1639.

2.7.2.7. Sistema de notificación

Un sistema de Notificación usualmente consta de tres tipos de señales, las cuales se son:

- Alarma de Nivel 1: Una sirena con luz estroboscópica debidamente señalizada en el interior de la sala que indicará la activación de un primer detector de humo.
- Alarma de Nivel 2: Una sirena con luz estroboscópica debidamente señalizada en el interior de la sala que indicará la activación de al menos un segundo detector de humo, esto además denotará el estado de predescarga o cuenta regresiva (30 segundos) al cabo de los cuales se producirá la descarga de agente limpio FM-200 de manera automática.
- Notificación de Ambiente Inundado: Una luz estroboscópica debidamente señalizada en el exterior de la sala que indicará que el gas ha sido descargado y que deberá mantenerse la puerta cerrada a fin de mantener la concentración de diseño del gas en el ambiente.

El sistema de notificación consistirá de sirenas con luces estroboscópicas y luces estroboscópicas marca WHEELLOCK de las series ASWP-2475W- FR y RSS-241575W-FR, respectivamente.

2.7.3. Sistema de extinción

El sistema mecánico de extinción consiste en un cilindro de agente limpio y el piping de tubería SCH-40, boquillas de descarga y soportes mecánicos para la tubería.

De acuerdo a los cálculos hidráulicos y a las tablas expuestas con anterioridad, se tendrán 01 sistemas de extinción por agente limpio FM200 (HFC-227ea). EL cilindro contenedor, será marca FIKE y será activado eléctrica o mecánicamente por un sistema basado en la válvula IMPULSE de FIKE.

Así mismo, el cilindro contenedor debe contar con un manómetro, un switch de baja presión y un switch de descarga que serán monitoreados por el panel inteligente a través de módulos de monitoreo.

Finalmente, de acuerdo a lo mencionado, el sistema utilizará tubería SCH- 40 y accesorios (fittings) clase 300 para distribuir el gas en función de la arquitectura del sitio y utilizará boquillas de descarga FIKE para la expulsión del gas.

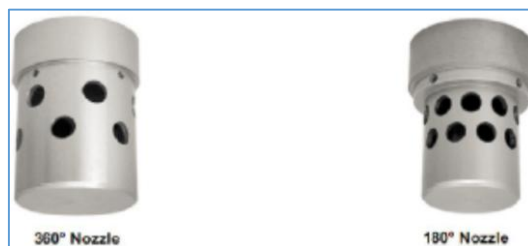


Figura 12. Boquillas de descarga

Fuente: Catálogo del fabricante FIKE

2.7.4. Instalación del sistema

Los componentes del sistema se ubicarán de acuerdo a la cobertura de los equipos según indican las normas.

2.7.4.1. Entubados

El conducto para todos los dispositivos de notificación, control, enlace, etc., será tubería metálica IMC de $\frac{3}{4}$ ", mientras que, para algunas zonas, donde se requiera, se utilizará tubería conduit metálica flexible. La tubería exterior será instalada en la superficie de las paredes, de acuerdo con el código eléctrico nacional, NFPA 70, mientras que la tubería interior al edificio será adosada.

Todo el cableado será instalado en un conducto. El área del diámetro del conducto no excederá 40 por ciento del área representativa interior donde están incluidos tres o más cables dentro de un solo conducto.

Los cables se deben separar de cualesquiera los conductores abiertos de los circuitos de la clase 1 y no serán colocados en ningún conducto, caja de ensambladura o alcantarilla conteniendo los cables de la clase 1.

El cableado para el control de baja tensión, como es: notificación del alarmar, comunicación de la emergencia y las funciones auxiliares de energía-limitada similares se pueden instalar en el mismo conducto del circuito de la línea de señales y de inicialización. El sistema será diseñado para permitir la operación simultánea de todos los circuitos sin interferencia o la pérdida de señales.

Los conductos no incorporarán el panel de control o ningún otro componente proporcionado a menos que donde la entrada es especificada por el fabricante.

El conducto tendrá como mínimo un diámetro de $\frac{3}{4}$ ".

2.7.4.2. Cableados

El cableado cumplirá con los códigos locales, o códigos nacionales y según la recomendación por el fabricante.

El número y el tamaño de conductores serán según lo recomendado por el fabricante, pero serán no menos de AWG 18 para iniciar el dispositivo y la línea de señales circuitos (Tipo cable con protector FPL), y AWG 14 para los circuitos de la aplicación de la notificación.

Todo el cableado y cable serán enumerados y/o aprobados por el supervisor del área técnica del cliente con prueba reconocida para el uso de instalación local.

Todo el cableado del campo será supervisado para los circuitos abiertos, los circuitos cortos y las condiciones puestas a tierra.

El panel de control será conectado con un circuito dedicado separado de los conductos de señales, con un interruptor dedicado separado para la conexión y desconexión de la alimentación eléctrica y será provisto por el USUARIO. Este circuito será etiquetado ALARMA DE INCENDIO.

2.7.5. Pruebas del sistema

Al finalizar la instalación se procederá a realizar la configuración y programación del sistema de protección de incendios, luego de realizaran las pruebas del sistema de detección de incendios, del sistema de extinción de incendios y las pruebas en conjunto del sistema automático de protección de incendios.

2.7.6. Documentación del sistema

Una serie de planos serán entregados dentro del dossier de calidad. Estos planos serán realizados en AutoCAD. Los planos mostrarán todas las áreas a protegerse, la ubicación de todos los componentes, dibujos eléctricos y materiales, con los números de las partes componentes del sistema.

Se hará entrega de manuales de operación y mantenimiento y se incluirá hojas técnicas, una descripción general del sistema, secuencia de operación, guías para el mantenimiento e información relacionada a solución de problemas.

La Documentación a ser entrega deberá ser como mínimo lo siguiente:

- Lista de Planos AS-BUILT.
- Lista de equipos y materiales instalados.
- Manuales y catálogos de los equipos instalados.
- Formatos de prueba de los dispositivos de detección (inicialización).

- Formatos de pruebas de los dispositivos de Notificación.
- Certificado de calidad de la totalidad de los equipos y materiales instalados.
- Acta de entrega y Aceptación del Sistema firmado por todas las partes responsables del Proyecto.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

Conseguir tener una estación segura.

3.1.2. Hipótesis específica

H1: Cumplimiento con los estándares internacionales de la NFPA vigente.

H2: Tener una estación amigable con el medio ambiente.

3.2. Definición de variables

Son las medidas que se adoptarán para mejorar la gestión de obtención de los óptimos resultados con el objetivo de obtener un estudio de ingeniería adecuado.

3.3. Operacionalización de variable

Independiente:

- Utilización de software propio y cálculos manuales para el desarrollo del diseño
- Estándares internacionales NFPA.

Dependiente:

- OPEX disponible por la organización para la ejecución del proyecto.

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo y diseño de investigación

Debido a la naturaleza del presente proyecto se ha definido un tipo de investigación científica cuyo punto de partida ha sido la intervención durante el diseño y construcción del centro de control para la estación Mipaya de Pluspetrol en el año 2012.

4.2. Método de investigación

En este proyecto se obtendrá el diseño del sistema, los cuales serán debidamente sustentados por tablas, memorias descriptivas y resultados de software a emplear en el mismo.

Para el desarrollo de esta tesis se tomará como referencia y patrón los estándares de la National Fire Protection Association (NFPA) así como el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

4.3. Población y muestra

Población:

Son los datos, variables y exigencias obtenidas hasta antes de la conclusión del presente proyecto.

Muestra:

La muestra está formada por la población descrita en el punto anterior, la cual es pequeña.

4.4. Lugar de estudio

Este proyecto tendrá como lugar de diseño la ciudad de Lima y como lugar de implementación la estación de Mipaya ubicada en el lote 56 dentro del valle del Bajo Urubamba, Selva Central, políticamente perteneciente al distrito de Echarate, provincia de La Convención, departamento de Cusco.

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

- Software FlowCalc FIK3.02, Licensed to: Fike Protection Systems.
- Tablas de cálculo.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

Es la etapa existente antes de la recolección de datos en donde se detallan las diversas medidas de resumen de las variables mencionadas líneas arriba, al mismo tiempo se explica el formato de presentación de las mismas.

V. RESULTADOS

Luego de haber realizado el análisis y diseño del sistema tenemos como resultado el dimensionamiento y listado de equipos necesarios para la correcta implementación y operación del sistema en referencia.

Tabla 6. Listado de equipos

ITEM	DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS	CANTIDAD
1.00	Detección y alarma de incendio	
1.01	Estación Manual de Descarga	1
1.02	Estación Manual de Aborto	1
1.03	Módulo de Desconexión para Mantenimiento	1
1.04	Sirena con Luz Estroboscópica	2
1.05	Luz Estroboscópica	2
1.06	Módulo de control supervisado	4
1.07	Detector de Doble Tecnología	4
1.08	Módulo de Monitoreo	3
2.00	Sistema de Extinción con HFC-227ea	
2.01	Cilindro de Agente Limpio con Actuador, 215 Lb Agente HFC227ea	1
2.02	Módulo de Control de Descarga	1
2.03	Switch de Presión Baja	1
2.04	Switch de Descarga de Agente	1
2.05	Boquilla de Descarga de Agente Limpio	3
3.00	Apagado de Sistema de Aire Acondicionado	
3.01	Módulos Para Desconexión del Sistema de HVAC	1

Fuente: Elaboración propia del autor

Por otro lado, haciendo uso del Software FlowCalc FIK3.02 se logra determinar la capacidad adecuado para el tanque con el agente limpio extintor.

A continuación, mostramos el resultado obtenido

CONSOLIDATED REPORT

Tabla 7. Información de usuario

Company Name	
Address	
Phone	
Contact	Cristian Gallardo
Title	Gerente de Proyectos

Fuente: Software FlowCalc FIK3.02

Tabla 8. Información del proyecto

Project Name	Extinción para centro de control
Designer	Cristian Gallardo
Number	
Account	
Location	
Description	Malvinas

Fuente: Software FlowCalc FIK3.02

Tabla 9. Información del recinto

Elevation	0 ft (relative to sea level)
Atmospheric Correction Factor	1
Enclosure Number: 1	
Name	ambiente
Enclosure Temperature	
Minimum	70 F
Maximum	70 F
Maximum Concentration	7.223%
Design Concentration	
Adjusted	7.222 %
Minimum	7.000 %
Minimum Agent Required	145.6 lbs
Width	0.0 ft

Length	0.0 ft
Height	0.0 ft
Volume	4266.7 cubic ft
Non-permeable	0.0 cubic ft
Total Volume	4266.7 cubic ft
Adjusted Agent Required	150.5 lbs
Number of Nozzles	2
Enclosure Number: 2	
Name	cto de baterias
Enclosure Temperature	
Minimum	70 F
Maximum	70 F
Maximum Concentration	7.235 %
Design Concentration	
Adjusted	7.234 %
Minimum	7.000 %
Minimum Agent Required	28.5 lbs
Width	0.0 ft
Length	0.0 ft
Height	0.0 ft
Volume	834.8 cubic ft
Non-permeable	0.0 ft
Total Volume	834.8 cubic ft
Adjusted Agent Required	29.5 lbs
Number of Nozzles	1

Fuente: Software FlowCalc FIK3.02

Tabla 10. Información del agente

Agent	HFC-227ea / Propellant N2
Adjusted Agent Required	180.0 lbs
Cylinder Name	215 lb. Cylinder, Upright
Cylinder Part Number	70-268
Number of Main Cylinders	1
Number of Reserve Cylinders	0
Manifold	No Manifold
Pipe Take Off Direction	Up
Agent Per Cylinder	180.0 lbs
Fill Density	58.3 lbs / cubic ft
Cylinder Empty Weight	155.0 lbs
Weight, All Cylinders + Agent	335.0 lbs
Floor Area Per Cylinder	2.18 square ft
Floor Loading Per Cylinder	154 lbs / square ft

Fuente: Software FlowCalc FIK3.02

PIPE NETWORK

Tabla 11. Pipe Network Part 1 - Pipe

Part 1 - Pipe			Pipe			
Description	Start	End	Type	Diameter	Length	Elevation
Main Cyl. X 1	0	1		3 in	2.41 ft	2.41 ft
Pipe	1	2	40T	1-1/2 in	9.26 ft	9.26 ft
Pipe	2	3	40T	1-1/2 in	3.33 ft	0.00 ft
Pipe	3	4	40T	1 in	11.60 ft	0.00 ft
Pipe/E1-N1	4	5	40T	1 in	0.15 ft	-0.15 ft
Pipe	3	6	40T	1-1/4 in	1.66 ft	0.00 ft
Pipe	6	7	40T	1 in	8.33 ft	0.00 ft
Pipe/E1-N2	7	8	40T	1 in	0.15 ft	-0.15 ft
Pipe	6	9	40T	1/2 in	4.00 ft	0.00 ft
Pipe	9	10	40T	1/2 in	8.33 ft	0.00 ft
Pipe/E2-N1	10	11	40T	1/2 in	0.15 ft	-0.15 ft

Fuente: Software FlowCalc FIK3.02

Tabla 12. Pipe Network Part 2 – Equivalent Length

Part 2 - Equivalent Length									
Start	End	90	45	Thru	Side	Union	Other	Added	Total
0	1	0	0	0	0	0		0.00 ft	30.9 ft
1	2	0	0	0	0	0		0.00 ft	9.3 ft
2	3	1	0	0	0	0		0.00 ft	7.6 ft
3	4	0	0	0	1	0		0.00 ft	17.3 ft
4	5	1	0	0	0	0		0.00 ft	3.0 ft
3	6	0	0	0	1	0		0.00 ft	9.2 ft
6	7	0	0	1	0	0		0.00 ft	10.1 ft
7	8	1	0	0	0	0		0.00 ft	3.0 ft
6	9	0	0	0	1	0		0.00 ft	7.4 ft
9	10	1	0	0	0	0		0.00 ft	10.0 ft
10	11	1	0	0	0	0		0.00 ft	1.9 ft

Fuente: Software FlowCalc FIK3.02

Tabla 13. Pipe Network Part 3 – Nozzles

Part 3 - Nozzles						
Start	End	Flow	Name	Size	Type	Nozzle Area
0	1	180.0 lbs				
1	2	180.0 lbs				
2	3	180.0 lbs				
3	4	75.3 lbs				
4	5	75.3 lbs	E1-N1	1 in	360 Degree	0.3922 square in
3	6	104.7 lbs				
6	7	75.2 lbs				
7	8	75.2 lbs	E1-N2	1 in	360 Degree	0.3922 square in
6	9	29.5 lbs				
9	10	29.5 lbs				
10	11	29.5 lbs	E2-N1	1/2 in	360 Degree	0.1954 square in

Fuente: Software FlowCalc FIK3.02

PARTS INFORMATION

Total Agent Required: 180.0 lbs
 Cylinder Name: 215 lb. Cylinder, Upright (Part: 70-268)
 Number Of Cylinders: 1
 Field1

Nozzle	Type	Diameter	Nozzle Area	Part Number
E1-N1	360 Degree	1 in	0.3922 square in	80-055-2040
E1-N2	360 Degree	1 in	0.3922 square in	80-055-2040

Nozzle	Type	Diameter	Nozzle Area	Part Number
E2-N1	360 Degree	1/2 in	0.1954 square in	80-053-1440

Nozzle	Drill Diameter	Drill Size
E1-N1	0.2040 inches	6
E1-N2	0.2040 inches	6
E2-N1	0.1440 inches	27

Pipe:	Type	Diameter	Length
	40T	1/2 in	12.48 ft
	40T	1 in	20.23 ft
	40T	1-1/4 in	1.66 ft
	40T	1-1/2 in	12.59 ft

List of 90 degree elbows:

- 2 - 1 in
- 1 - 1-1/2 in
- 2 - 1/2 in

List of Tees:

- 1 - 1-1/2 in
- 1 - 1-1/4 in

SYSTEM ACCEPTANCE

Tabla 14. Aceptación del sistema

System Discharge Time	8.7 seconds
Percent Agent in Pipe	16.7%
Percent Agent Before First Tee	8.7%
Enclosure Number	1
Enclosure Name	ambiente
Minimum Design Concentration	7.000%
Adjusted Design Concentration	7.222%
Predicted Concentration	7.531%
Maximum Expected Agent Concentration	7.531% (At 70 F)

Fuente: Software FlowCalc FIK3.02

Nozzle	Minimum Agent Required	Adjusted Agent Required	Predicted Agent Delivered	Nozzle Pressure (Average)
E1-N1	72.8 lbs	75.3 lbs	75.9 lbs	141 psig
E1-N2	72.8 lbs	75.2 lbs	81.6 lbs	144 psig

Tabla 15. Aceptación del recinto N° 2

Enclosure Number	2
Enclosure Name	cto de baterias
Minimum Design Concentration	7.000%
Adjusted Design Concentration	7.234%
Predicted Concentration	5.625%
Maximum Expected Agent Concentration	5.625% (At 70 F)

Fuente: Software FlowCalc FIK3.02

Nozzle	Minimum Agent Required	Adjusted Agent Required	Predicted Agent Delivered	Nozzle Pressure (Average)
E2-N1	28.5 lbs	29.5 lbs	22.5 lbs	112 psig

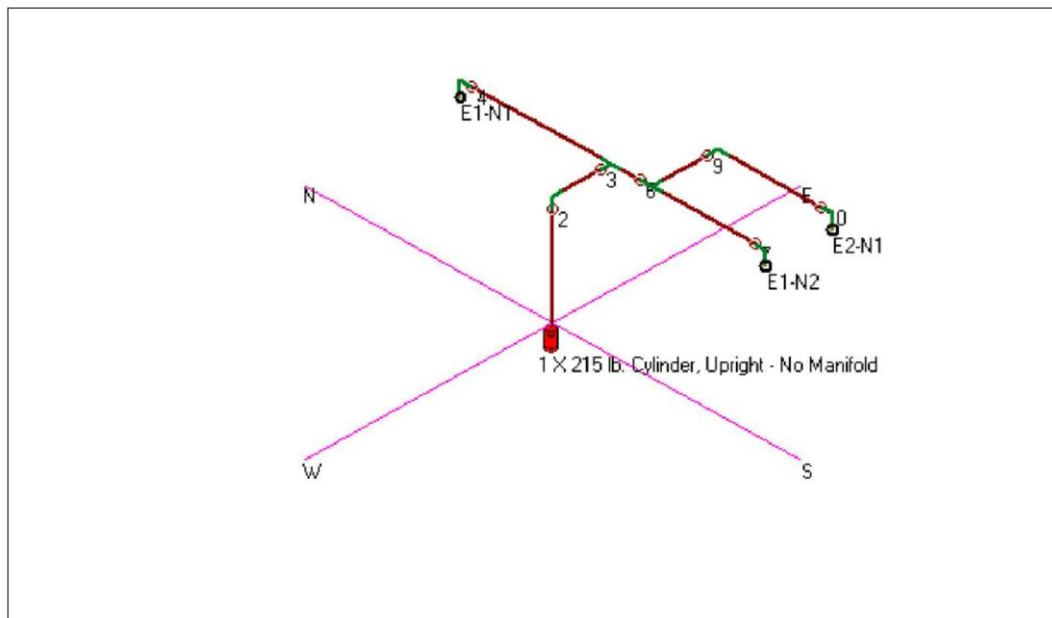


Figura 13. Vista isométrica (plano cartesiano) – Ubicación de aspersores

Fuente: Software FlowCalc FIK3.02

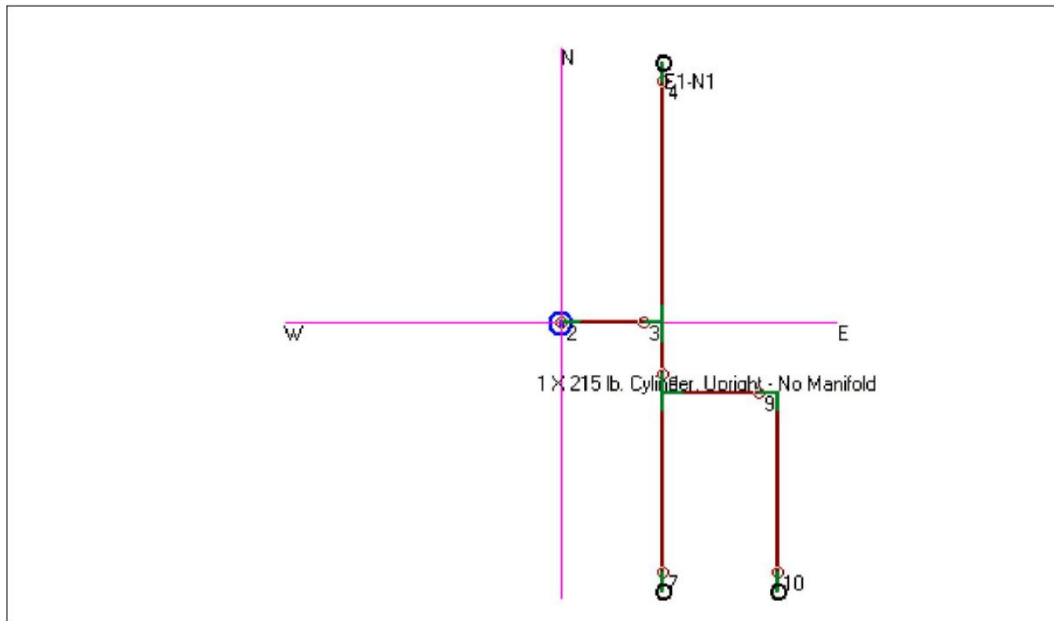


Figura 14. Vista de planta (plano cartesiano) – Ubicación de aspersores
 Fuente: Software FlowCalc FIK3.02

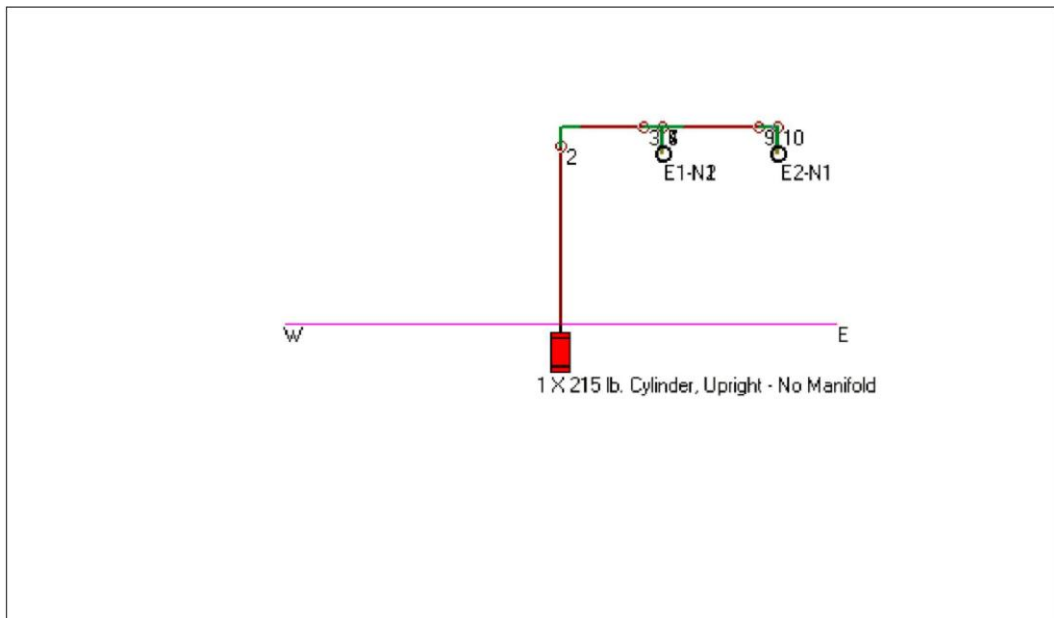


Figura 15. Vista frontal (plano cartesiano) – Ubicación de aspersores
 Fuente: Software FlowCalc FIK3.02

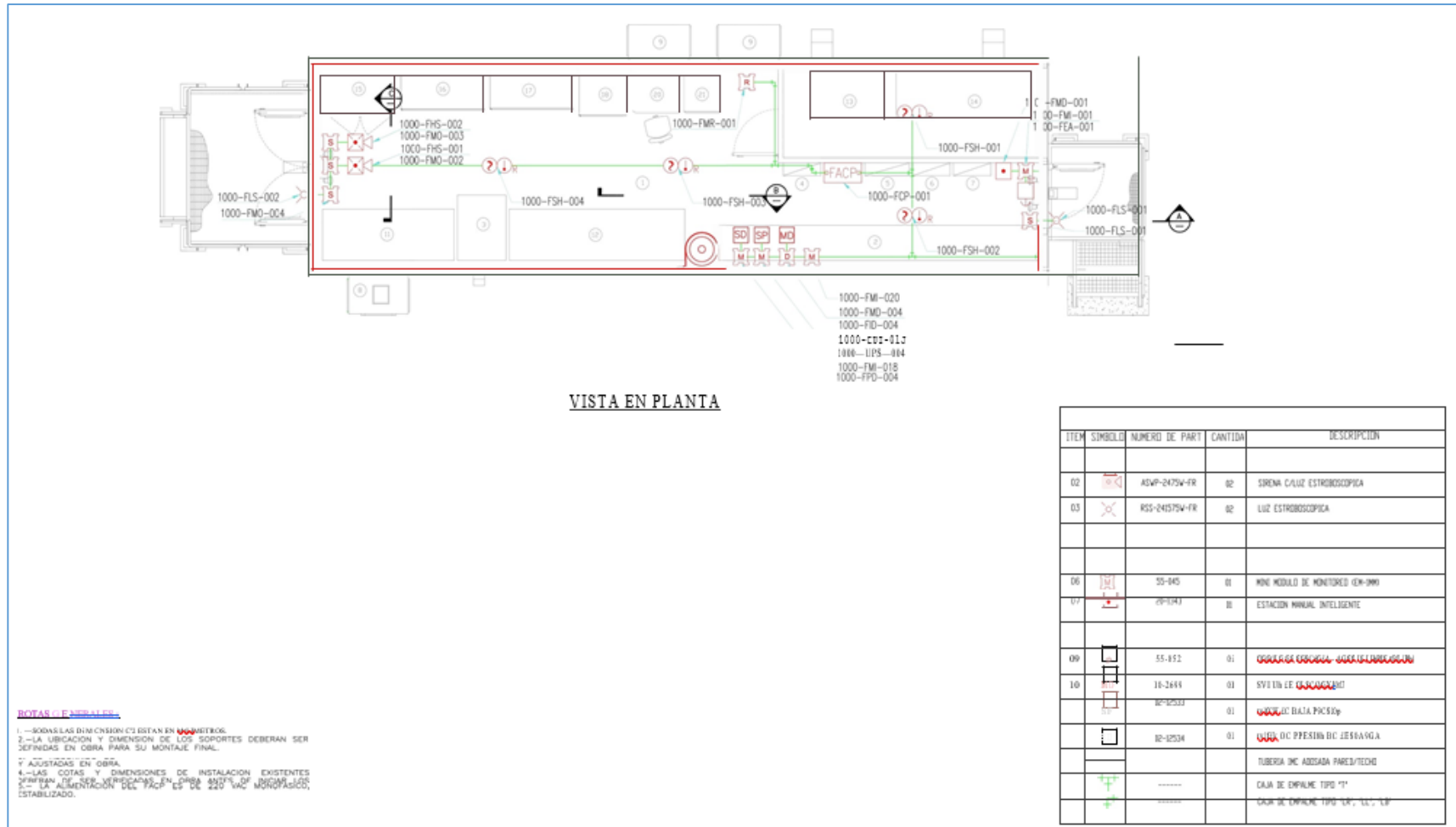


Figura 16. Vista de planta – Ubicación de equipos del sistema de detección y extinción de incendios
Fuente: Software FlowCalc FIK3.02

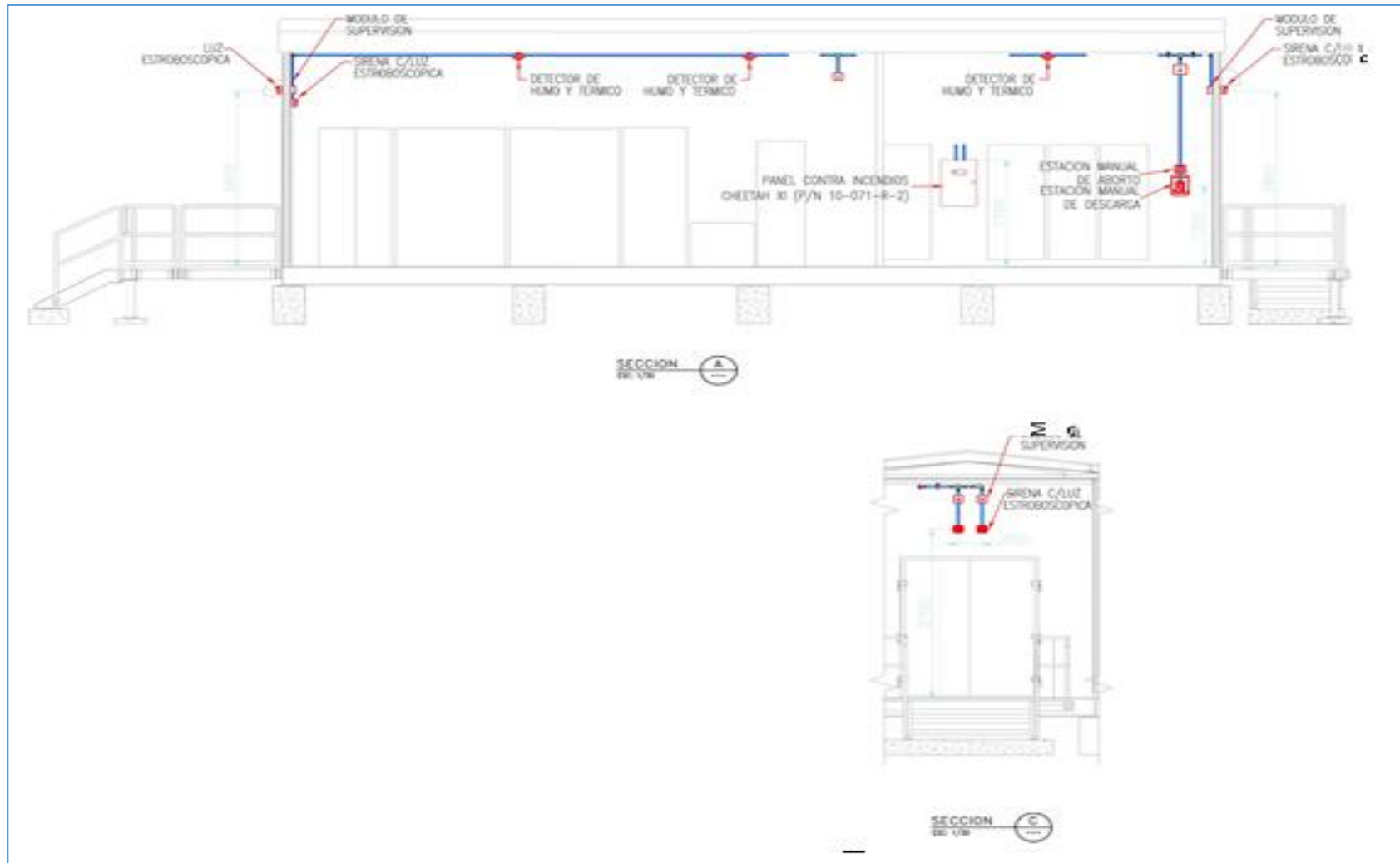


Figura 17. Vista lateral y frontal – Disposición de equipo de detección y equipos de maniobra manual
 Fuente: Software FlowCalc FIK3.02

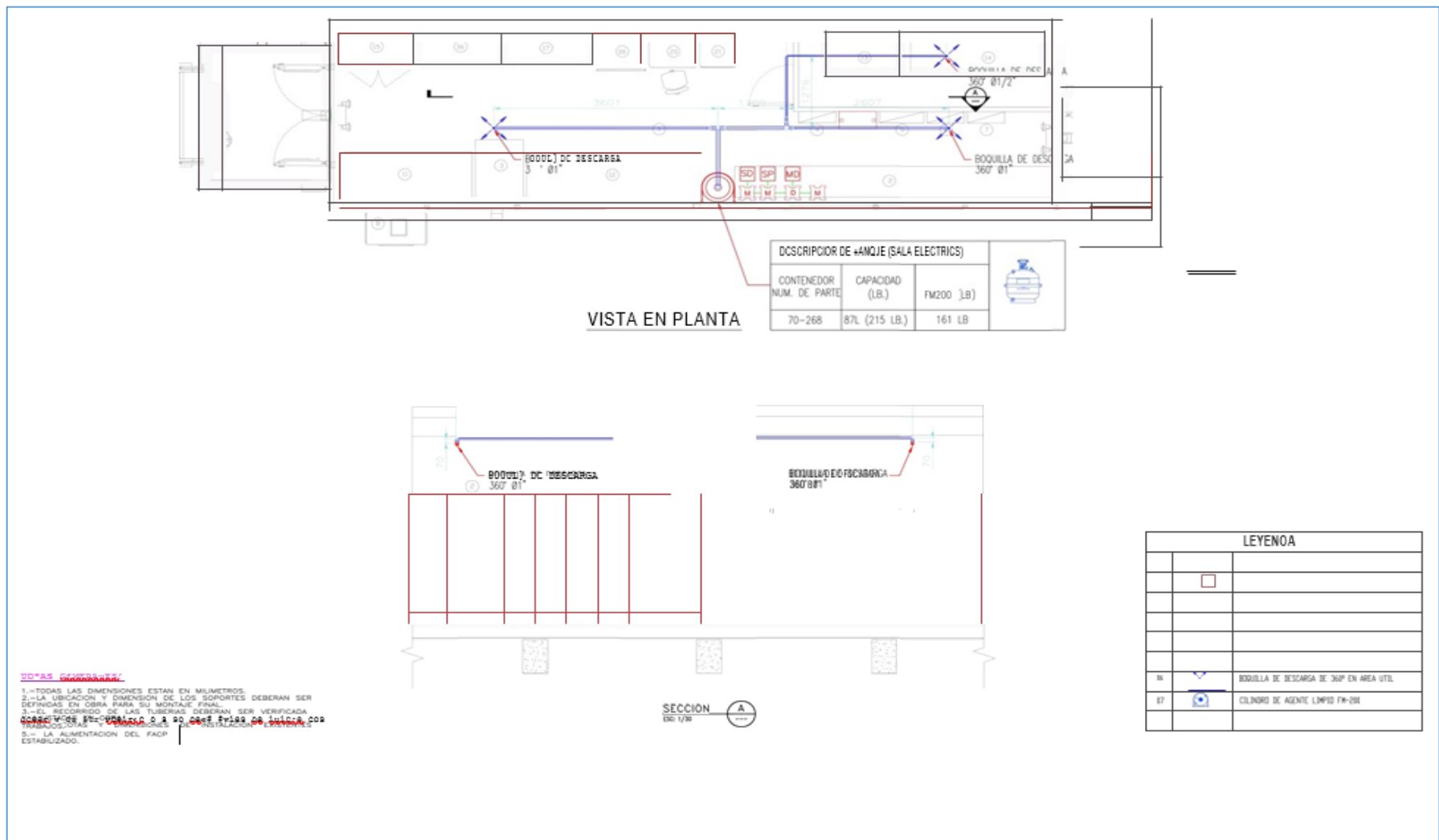
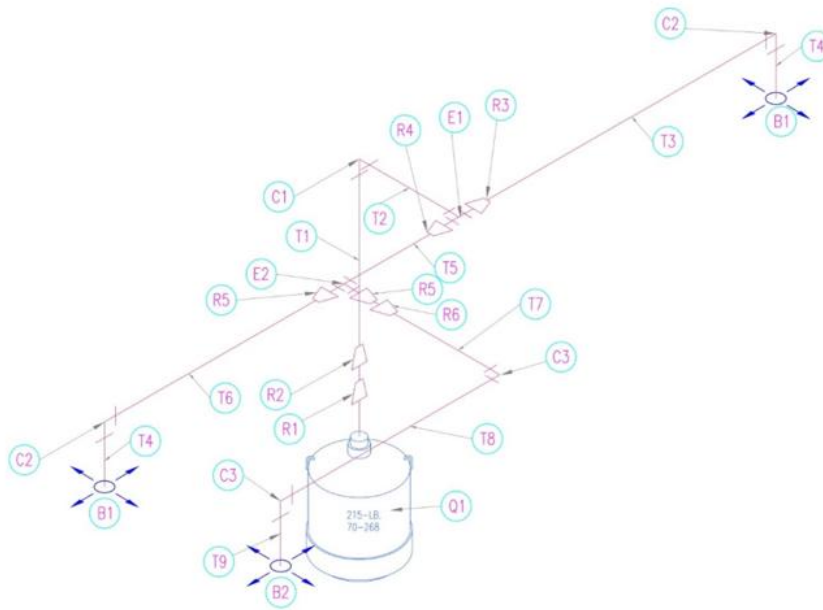


Figura 18. Vista de planta y lateral – Disposición de equipos de extinción de incendios
 Fuente: Software FlowCalc FIK3.02



ISOMETRICO DEL SISTEMA DE EXTINCION EN SALA ELECTRICA
ESCALA: S/E

TUBERIA ASTM A-53			
ITEM	CANT	DESCRIPCION	CODIGO
T1	01	TUB. 1½" NPS. SCH 40 ASTM A-53 LONG: 2822 mm	----
T2	01	TUB. 1½" NPS. SCH 40 ASTM A-53 LONG: 1015 mm	----
T3	01	TUB. 1" NPS. SCH 40 ASTM A-53 LONG: 3535 mm	----
T4	02	TUB. 1" NPS. SCH 40 ASTM A-53 LONG: 45mm	----
T5	01	TUB. 1 ¼" NPS. SCH 40 ASTM A-53 LONG: 1015 mm	----
T6	01	TUB. 1" NPS. SCH 40 ASTM A-53 LONG: 2538 mm	----
T7	01	TUB. ½" NPS. SCH 40 ASTM A-53 LONG: 1219 mm	----
T8	01	TUB. ½" NPS. SCH 40 ASTM A-53 LONG: 2538 mm	----
T9	01	TUB. ½" NPS. SCH 40 ASTM A-53 LONG: 45 mm	----
CONEXIONES Y ACCESORIOS ROSCADAS			
ITEM	CANT	DESCRIPCION	CODIGO
R1	01	REDUCCION CAMPANA 3"x2" CLASE 300	----
R2	01	REDUCCION CAMPANA 2"x1½" CLASE 300	----
R3	01	REDUCCION CAMPANA 1½"x1" CLASE 300	----
R4	01	REDUCCION CAMPANA 1½"x1¼" CLASE 300	----
R5	02	REDUCCION CAMPANA 1¼"x1" CLASE 300	----
R6	01	REDUCCION CAMPANA 1"x½" CLASE 300	----
C1	01	CODO DE 90°x 1½" CLASE 300	----
C2	02	CODO DE 90°x 1" CLASE 300	----
C3	02	CODO DE 90°x ½" CLASE 300	----
E1	01	TEE DE 1½" CLASE 300	----
E2	01	TEE DE 1¼" CLASE 300	----
BOQUILLAS DE DESCARGA			
ITEM	CANT	DESCRIPCION	CODIGO
B1	02	BOQUILLA DE DESCARGA 360° x 1"	----
B2	01	BOQUILLA DE DESCARGA 360° x ½"	----
CILINDRO DE AGENTE LIMPIO			
ITEM	CANT	DESCRIPCION	CODIGO
Q1	01	CAPACIDAD DE TANQUE: 87L (215 lb). LIBRAS DE AGENTE LIMPIO FM 200 (lb): 161 CONTENEDOR N°: 70-268	70-268

Figura 19. Vista isométrica del sistema de extinción de incendios

Fuente: Software FlowCalc FIK3.02

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El propósito general de la tesis presentada es el de mostrar una alternativa de diseño e implementación de un sistema automático de detección y extinción de incendio para la estación Mipaya.

Luego de haber realizado el análisis de un diseño conceptual y luego habiéndolo desarrollado vía el software y tablas respectivas en estricto cumplimiento de la reglamentación nacional e internacional vigente ara este tipo de soluciones hemos obtenido una solución técnica y económica totalmente viable y sustentable en el tiempo, hemos utilizado productos de última generación y de la más alta calidad con el objetivo que el diseño perdure en el tiempo.

Así como la marca propuesta en este diseño existen en el mercado otras marcas que pueden brindar alternativas de solución muy similares, sin embargo, más allá de la calidad de los productos (que es un tema importante) una característica importante en estos diseños es el expertis del diseñador tanto a nivel de software, producto y sobre todo de soluciones lo que garantizará que el diseño propuesta contenga todos los criterios técnicos necesarios.

CONCLUSIONES

1. El diseño propuesto cumple, sin restricción, lo estipulado en:
 - Reglamento Nacional de Edificaciones.
 - Norma A.130 del Ministerio de Vivienda.
 - Norma NFPA 70
 - Norma NFPA 72
 - Norma NFPA 2001
2. El diseño propuesto contempla la mejor alternativa en cuanto a idoneidad de producto, dimensionamiento de equipos, consideraciones de la ubicación geográfica actual de la estación, consideraciones y excepciones en soluciones similares.
3. Se ha considerado como agente extintor un tanque FM 200 el cual es un agente limpio que no contamina ni daña el medio ambiente, sobre todo en locaciones como en la que se encuentra actualmente la estación.
4. La solución planteada es viable en términos técnicos, económicos y medias ambientales.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda brindar todas las facilidades requeridas para la correcta implementación del sistema en la estación.
2. Se recomienda contratar a una empresa externa para que realice las pruebas finales al sistema, esto con el objetivo de buscar imparcialidad y objetividad en el informe final.
3. Se recomienda que se muestre a los alumnos soluciones aplicativas en campo vía conferencias magistrales desarrolladas por profesionales en ejecución de sus funciones.
4. Se recomienda que en la curricula universitaria de la UNAC se incluya el curso de Gerenciamiento de Proyectos, el cual permitirá brindar al alumnado un espectro correcto del cómo enfocar, ejecutar e implementar diversos proyectos, más allá de la especialidad del mismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ Decreto Supremo N° 002 – 2002 – SA, Amplían plazo a que se refiere la Séptima Disposición Complementaria, Transitoria y Final del Reglamento de Establecimientos Farmacéuticos. Lima, Perú, 23 de marzo de 2002.
- ✓ Decreto Supremo N° 011 – 2006, Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú, 23 de mayo de 2006.
- ✓ Decreto Supremo N° 015 – 2004, Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, Perú, 6 de setiembre de 2004.
- ✓ FIKE. Equipment, design & service manual – Clean agent system w/ impulse technology. 2011. Missouri: CyberCat.
- ✓ FIKE. Operation and Maintenance Manual. 2016. Missouri: CyberCat.
- ✓ Ley N° 27779, Ley orgánica que modifica la organización y funciones de los ministerios. Lima, Perú, 11 de julio de 2002.
- ✓ Ley N° 27792, Ley de Organización y funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Lima, Perú, 24 de julio de 2002.
- ✓ NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. NFPA 2001: Estándar sobre Sistemas de Extinción de Incendio con Agentes Limpios. 2015. Madrid: Cepreven.
- ✓ Norma Técnica A.130, Requisitos de Seguridad y Prevención de siniestros en Edificaciones. Lima, Perú.
- ✓ Norma Técnica peruana 399.010-1, SEÑALES DE SEGURIDAD. Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad. Lima, Perú, 13 de enero de 2005.
- ✓ *PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (sexta edición). 2017. USA: PMI.*

ANEXOS

ANEXO Nº 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TEMA: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIO VIA AGENTE LIMPIO PARA UN CENTRO DE CONTROL”				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores
<p>General: ¿Será factible instalar un sistema automático de detección y extinción en el centro de control de la estación Mipaya?</p> <p>Específico: ¿Cuál es el mejor agente extintor para la estación dada su ubicación geográfica?</p>	<p>General: Desarrollar un sistema de detección y extinción tomando en consideración los más altos estándares internacionales que demanda una operación como la instaurada en Mipaya.</p> <p>Específico: Determinar la mejor solución técnica económica para la implementación deseada</p>	<p>Hipótesis General: Conseguir tener una estación segura.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>H1: Cumplimiento con los estándares internacionales de la NFPA vigente.</p> <p>H2: Tener una estación amigable con el medio ambiente.</p>	<p>Variable independiente: - Utilización de software propios y cálculos manuales para el desarrollo del diseño. - Estándares internacionales NFPA.</p> <p>Variable dependiente: OPEX disponible para la ejecución del proyecto.</p>	<p>-Autonomía de la estación ante una posible contingencia.</p> <p>-Contribuir en la reducción de la contaminación ambiental.</p>

ANEXO N° 02: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

