



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“ESTUDIO, FACTORES DE RIESGO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE EMERGENCIA PARA EL MODULAR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

**AVILA GUTIÉRREZ ALEXIS DARIO
MOYA MORENO ELVIS MAURICIO**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

**RIOBAMBA – ECUADOR
2015**

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2014-11-25

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

ÁVILA GUTIÉRREZ ALEXIS DARÍO
MOYA MORENO ELVIS MAURICIO

Titulado:

**“ESTUDIO, FACTORES DE RIESGO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN
DE EMERGENCIA PARA EL MODULAR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA EN LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Carlos Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Juan Cayán Martínez
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Jorge Freire Miranda
ASESOR DE TESIS

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ÁVILA GUTIÉRREZ ALEXIS DARÍO

TRABAJO DE TITULACIÓN: “ESTUDIO, FACTORES DE RIESGO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE EMERGENCIA PARA EL MODULAR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

Fecha de Examinación: 2015-12-09

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

| COMITÉ DE EXAMINACIÓN | APRUEBA | NO APRUEBA | FIRMA |
|---------------------------------------------------------------|---------|---------------|-------|
| Ing. Marcelo Jácome Valdez PRESIDENTE TRIB. DEFENSA | | | |
| Ing. Juan Cayán Martínez DIRECTOR | | | |
| Ing. Jorge Freire Miranda ASESOR | | | |

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Marcelo Jácome Valdez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: MOYA MORENO ELVIS MAURICIO

TRABAJO DE TITULACIÓN: “ESTUDIO, FACTORES DE RIESGO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE EMERGENCIA PARA EL MODULAR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

Fecha de Examinación: 2015-12-09

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

| COMITÉ DE EXAMINACIÓN | APRUEBA | NO APRUEBA | FIRMA |
|---------------------------------------------------------------|---------|---------------|-------|
| Ing. Marcelo Jácome Valdez PRESIDENTE TRIB. DEFENSA | | | |
| Ing. Juan Cayán Martínez DIRECTOR | | | |
| Ing. Jorge Freire Miranda ASESOR | | | |

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Marcelo Jácome Valdez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Alexis Dario Avila Gutierrez y Elvis Mauricio Moya Moreno, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 09 de Diciembre del 2015

Alexis Dario Avila Gutierrez

C.I.: 160065721-5

Elvis Mauricio Moya Moreno

C.I.: 050329858-0

DEDICATORIA

Dedico esta tesis de grado con mucho cariño a mis padres que me dieron la vida y han estado en todo momento.

Gracias por todo papá y mamá por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor.

A mis abuelos Macario Calle y María Calle por sus sabios consejos.

Y a mi querida hermana Maily Ávila.

Alexis Dario Avila Gutierrez

Primero que todo este logro va dedicado para DIOS y la virgencita del cisne que me dieron fuerzas para seguir adelante, a pesar de los obstáculos que se presentaron, nunca me di por vencido siempre tenía fe y confianza que saldría para adelante y lo lograría.

A mis padres Nelly Moreno y Arturo Moya por haberme apoyo en todo lo que necesite, ya que fueron primordiales para mí ya que sin ellos no sé qué hubiese pasado, con sus consejos, valores, que siempre me servían y siempre lo tenía presente en el transcurso de mi vida, a mi abuelita Jesusita que fue muy importante para seguir adelante y persistentemente luchar, y no caer en malos pasos, sin embargo ya no la tengo presente siempre la recordare con su humildad, cariño, comprensión.

¡Gracias a ustedes!

Elvis Mauricio Moya Moreno

AGRADECIMIENTO

A mi padre Ing. Florencio Ávila y a mi madre Sra. Carmita Gutiérrez quienes me han heredado el tesoro más valioso que se le puede dar a un hijo, amor. Quienes sin escatimar esfuerzo alguno han sacrificado gran parte de su vida, que me han formado y educado.

A mis abuelos Sr. Macario Calle y la Sra. María Calle (QPD), por su cariño, paciencia, comprensión y apoyo desde siempre, inculcándome que todo lo que sueña es posible realizarlo.

A mi director y tutor de tesis, Ing. Juan Carlos Cayán e Ing. Jorge Freire, por sus conocimientos invaluable que me brindaron para llevar a cabo esta investigación, y sobre todo su gran paciencia para esperar a que este trabajo pudiera llegar a su fin.

Alexis Dario Avila Gutierrez

Primeramente a DIOS por haberme dado fuerzas para llegar a esta meta tan importante para mí.

A la universidad que me dio la bienvenida, al mundo como tal, y las oportunidades que se me brindaron.

Agradezco mucho a mis padres por la ayuda que me facilitaron para llegar a este triunfo tan grande, a mis maestros, mis compañeros y a la universidad en general por todos los copiosos conocimientos adquiridos en esta etapa universitaria.

Elvis Mauricio Moya Moreno

CONTENIDO

Pág.

| | | |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. | INTRODUCCIÓN | |
| 1.1 | Antecedentes..... | 1 |
| 1.2 | Justificación..... | 2 |
| 1.3 | Objetivos..... | 3 |
| 1.3.1 | <i>Objetivo general.</i> | 3 |
| 1.3.2 | <i>Objetivos específicos</i> | 3 |
| 2. | MARCO TEÓRICO | |
| 2.1 | Generalidades | 4 |
| 2.2 | Definiciones generales..... | 4 |
| 2.3 | Marco legal | 6 |
| 2.3.1 | <i>Constitución Política.</i> | 7 |
| 2.3.2 | <i>Ley de Seguridad Pública.</i> | 8 |
| 2.3.3 | <i>Reglamento de la ley de Seguridad Pública.</i> | 8 |
| 2.3.4 | <i>Código Orgánico de Ordenamiento territorial, Autonomías y Descentralización (COOTAD).</i> | 8 |
| 2.3.5 | <i>Normas INEN. Es.</i> | 9 |
| 2.3.6 | <i>Normativas internacionales.</i> | 9 |
| 2.4 | Riesgo laboral | 10 |
| 2.5 | Métodos de evaluación de riesgos | 10 |
| 2.6 | Métodos de evaluación del riesgo de incendio | 11 |
| 2.7 | Señales de seguridad..... | 12 |
| 2.7.1 | <i>Significado de las señaléticas.</i> | 12 |
| 2.7.2 | <i>Diseño de las señales de seguridad.</i> | 13 |
| 2.8 | Disposiciones para indicaciones de seguridad..... | 13 |
| 3. | ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL | |
| 3.1 | Información general..... | 14 |
| 3.2 | Organigrama de la Escuela de Ingeniería Electrónica..... | 14 |
| 3.3 | Misión y Visión | 14 |
| 3.4 | Diagnóstico de la situación actual de las instalaciones | 15 |
| 3.5 | Análisis de la infraestructura | 15 |
| 3.5.1 | <i>Escaleras de acceso.</i> | 15 |
| 3.5.2 | <i>Puertas de acceso.</i> | 16 |
| 3.5.3 | <i>Pasillos.</i> | 16 |
| 3.5.4 | <i>Rampas.</i> | 16 |
| 3.6 | Análisis de riesgos | 17 |
| 3.7 | Probabilidad de ocurrencia | 22 |
| 3.8 | Análisis del riesgo de incendio | 23 |
| 3.8.1 | <i>Cálculo de la carga térmica ponderada.</i> | 23 |
| 3.8.2 | <i>Análisis del riesgo de incendio. Método MESERI.</i> | 25 |
| 3.9 | Cálculo estimado de vías y tiempos de evacuación..... | 31 |
| 3.9.1 | <i>Uso estimado del uso del edificio.</i> | 32 |
| 3.9.2 | <i>Cálculo de la vía de evacuación.</i> | 32 |
| 3.9.3 | <i>Cálculo del tiempo de evacuación.</i> | 33 |

| | | |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4. | ELABORACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA | |
| 4.1 | Objetivo general | 35 |
| 4.2 | Importancia de un plan de emergencia | 35 |
| 4.3 | Clasificación de las emergencias | 36 |
| 4.4 | Selección de elementos de detección, alerta y protección..... | 36 |
| 4.5 | Selección de extintores portátiles | 43 |
| 4.5.1 | <i>Condiciones de seguridad.</i> | 45 |
| 4.6 | Selección de los elementos de detección | 47 |
| 4.7 | Dimensionamiento de la señalética | 47 |
| 4.7.1 | <i>Requerimientos que deben cumplir la señalética.</i> | 49 |
| 4.9 | Punto de reunión..... | 51 |
| 4.10 | Punto seguro. | 52 |
| 4.11 | Brigadas de emergencia..... | 52 |
| 4.11.1 | <i>Jefe de brigada.</i> | 53 |
| 4.11.2 | <i>Sub jefe de brigada.</i> | 53 |
| 4.11.3 | <i>Líder de brigada.</i> | 53 |
| 4.11.4 | <i>Brigada de primera intervención.</i> | 53 |
| 4.11.5 | <i>Brigada de evacuación, búsqueda y rescate.</i> | 54 |
| 4.11.6 | <i>Brigada de manejo y lucha contra incendios.</i> | 54 |
| 4.11.7 | <i>Brigada de primeros auxilios.</i> | 54 |
| 4.11.8 | <i>Brigada de comunicación.</i> | 54 |
| 4.12 | Acciones y procedimiento en caso de emergencia | 57 |
| 4.12.1 | <i>Protocolo de actuación en caso de una emergencia parcial o total.</i> | 58 |
| 4.12.2 | <i>Protocolo de actuación en caso de incendio.</i> | 59 |
| 4.12.3 | <i>Evacuación.</i> | 59 |
| 4.13 | Rutas de acceso..... | 59 |
| 5. | IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA | 61 |
| 5.1 | Ubicación de los elementos de protección y mitigación contra incendio..... | 61 |
| 5.2 | Ubicación de la señalética | 63 |
| 5.3 | Ubicación de las luces de emergencia. | 65 |
| 5.4 | Accesibilidad | 66 |
| 5.5 | Instalación de medios de comunicación de la emergencia | 67 |
| 5.6 | Instalación de medios de detección de humo | 68 |
| 5.7 | Instalación del punto de encuentro. | 69 |
| 5.8 | Ruta de evacuación..... | 70 |
| 5.9 | Ubicación del mapa de evacuación. | 70 |
| 5.10 | Creación de las brigadas. | 70 |
| 5.11 | Capacitación | 71 |
| 5.12 | Simulacro..... | 71 |
| 5.13 | Análisis del riesgo de incendio después de la implementación..... | 72 |
| 5.14 | Análisis del tiempo de evacuación después de la implementación. | 73 |
| 6. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 74 |
| 6.1 | Conclusiones..... | 74 |
| 6.2 | Recomendaciones | 74 |

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

PLANOS

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|----|----------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Normas referentes a prevención y mitigación de riesgos 10 |
| 2 | Figuras geométricas, colores de seguridad 13 |
| 3 | Dimensiones para pictogramas de seguridad 13 |
| 4 | Diseño y significado de indicaciones de seguridad. 14 |
| 5 | Determinación del nivel de deficiencia..... 20 |
| 6 | Determinación del nivel de exposición..... 20 |
| 7 | Determinación del nivel de probabilidad 20 |
| 8 | Significado de los diferentes niveles de probabilidad..... 20 |
| 9 | Determinación del nivel de consecuencias 21 |
| 10 | Determinación del nivel de riesgo 21 |
| 11 | Significado del nivel de riesgo..... 21 |
| 12 | Clasificación del riesgo de erupción 22 |
| 13 | Clasificación del riesgo de erupción de los volcanes..... 22 |
| 14 | Identificación de amenazas 22 |
| 15 | Factores de análisis para determinar el nivel de vulnerabilidad 23 |
| 16 | Amenazas y probabilidad de ocurrencia 24 |
| 17 | Carga térmica 25 |
| 18 | Análisis cuantitativo del resultado del método MESERI..... 31 |
| 19 | Análisis método de evaluación del riesgo de incendio MESERI..... 32 |
| 20 | Uso del modular de Ingeniería Electrónica..... 34 |
| 21 | Coefficiente de la carga térmica Q_m 37 |
| 22 | Coefficientes de Combustibilidad C 37 |
| 23 | Coefficientes de carga calorífica del inmueble Q_i 37 |
| 24 | Coefficiente influencia del sector corta fuego B 38 |
| 25 | Coefficiente de distancio y tiempo de llegada de los bomberos L 38 |
| 26 | Coefficiente de resistencia al fuego de los elementos constructivos..... 38 |
| 27 | Coefficiente de reducción del riesgo R_i 39 |
| 28 | Coefficiente del peligro a las personas H 39 |
| 29 | Coefficiente de destructibilidad D 39 |
| 30 | Coefficiente del daño por humo F 40 |
| 31 | Sectores de posibles conatos de incendios 40 |
| 32 | Carga de fuego en cada sector..... 41 |
| 33 | Asignación de coeficientes para el cálculo de G_r 41 |
| 34 | Asignación de coeficientes para el cálculo de I_r 42 |
| 35 | Análisis de los posibles resultados..... 42 |
| 36 | Resultados del análisis del método de Gustav Purt..... 43 |
| 37 | Área de cada uno de los sectores [ft^2] 44 |
| 38 | Área máxima protegida por extintores en pies cuadrados [ft^2]..... 44 |
| 39 | Características del extintor de PQS multipropósito ABC [fosfato de amonio] .. 45 |

| | | |
|----|------------------------------------------------------------------|----|
| 40 | Características del extintor..... | 46 |
| 41 | Funciones del Jefe de brigada | 56 |
| 42 | Funciones de la brigada de primeros auxilios | 56 |
| 43 | Funciones de la brigada de manejo y lucha contra incendios | 57 |
| 44 | Funciones de la brigada de evacuación búsqueda y rescate..... | 57 |
| 45 | Análisis del riesgo de Incendio método MESERI | 73 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Tetraedro del fuego 6 |
| 2 | Pirámide de jerarquía de las leyes en el Ecuador..... 7 |
| 3 | Leyes, reglamentos y normas..... 8 |
| 4 | Estructura organizacional de la escuela de Ingeniería Electrónica..... 14 |
| 5 | Fachada frontal del modular de Ingeniería Electrónica 15 |
| 6 | Escaleras de acceso a la planta alta..... 16 |
| 7 | Acceso al modular de Ingeniería Electrónica 17 |
| 8 | Riesgos existentes dentro del modular de Ingeniería Electrónica 19 |
| 9 | Mapa de amenazas volcánicas en las cercanías de la ciudad de Riobamba..... 21 |
| 10 | Factores agravantes o de propagación 28 |
| 11 | Factores de protección 29 |
| 12 | Relación entre el número de personas evacuadas y el tiempo de evacuación 33 |
| 13 | Escalera de evacuación del modular de Ingeniería Electrónica..... 34 |
| 14 | Procedimiento para la elaboración de un plan de emergencias. 35 |
| 15 | Sectores de posibles conatos planta baja 41 |
| 16 | Sectores de posibles conatos planta alta 41 |
| 17 | Asignación de medios de protección y detección..... 42 |
| 18 | Símbolos de identificación del tipo de agente extintor..... 47 |
| 19 | Esquema de visualización de un pictograma de seguridad..... 48 |
| 20 | Disposiciones del rotulo rectangular o cuadrado 50 |
| 21 | Mapa de evacuación..... 51 |
| 22 | Ubicación del punto de encuentro 52 |
| 23 | Organigrama de jerarquía de las brigadas..... 54 |
| 24 | Protocolo de actuación en caso de un incendio 59 |
| 25 | Protocolo de actuación en caso de una emergencia parcial o general 60 |
| 26 | Acceso al modular de Ingeniería Electrónica 62 |
| 27 | Parte frontal del acceso al modular de Ingeniería Electrónica..... 62 |
| 28 | Ubicación del extintor y área de protección en la planta baja 61 |
| 29 | Ubicación de la alarma y del extintor y el área de protección en la planta alta.. 62 |
| 30 | Ubicación de franjas de seguridad para extintores portátiles 62 |
| 31 | Altura máxima de visión a una distancia de 5,5 m 63 |
| 32 | Altura máxima de visión a una distancia de 1 m 63 |
| 33 | Visualización de la señalética 64 |
| 34 | Ubicación de la señalética planta baja 64 |
| 35 | Ubicación de la señalética planta alta 65 |
| 36 | Instalación de la luz de emergencia encima de la puerta principal..... 66 |
| 37 | Prueba de funcionamiento de la luz de emergencia..... 66 |
| 38 | Rampa de acceso..... 67 |
| 39 | Instalación de la alarma 68 |

| | | |
|----|--------------------------------------------------|----|
| 40 | Detector de humo tipo iónico..... | 69 |
| 41 | Altura de ubicación del punto de encuentro | 69 |
| 42 | Ubicación del punto de encuentro | 70 |
| 43 | Ruta de evacuación | 70 |

LISTA DE ABREVIACIONES

| | |
|------------|----------------------------------------------------------|
| S.G.R. | Secretaria de Gestión de Riesgos. |
| I.S.O. | International Organization for Standardization |
| O.S.H.A. | Occupational Safety & Health Administration. |
| I.A.S.S.T. | Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo. |
| D.B.S.I. | Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio. |
| F.R.A.M.E. | Fire Risk Assessment Method for Engineering. |
| I.S.T.CH | Instituto Superior Tecnológico Chimborazo. |
| N.F.P.A. | National Fire Protection Association. |
| N.T.P. | Norma Técnica de Protección. |
| I.N.S.H.T. | Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. |
| Td. | Tiempo de detección. |
| Ta. | Tiempo de alarma. |
| Tp. | Tiempo de retardo. |
| T.P.E. | Tiempo de evacuación. |
| Te. | Tiempo de evacuación. |
| Ro. | Riesgo Inicial. |
| P. | Riesgo Potencial. |
| A. | Riesgo admisible. |
| Qi. | Carga inmobiliaria. |
| Qm. | Carga Térmica. |
| R. | Riesgo de incendio. |
| MESERI | Método simplificado de evaluación de riesgo. |
| P.Q.S. | Polvo Químico Seco. |
| Cal. | Caloría. |
| J. | Joule. |
| N.T.E. | Norma Técnica Ecuatoriana. |

LISTA DE ANEXOS

- A** Análisis de riesgos. Matriz GTC 45.
- B** Tarjeta de revisión del extintor.
- C** Actividades del jefe de brigada.
- D** Actividades del líder de brigada.
- E** Actividades de la brigada de primeros auxilios.
- F** Actividades de la brigada de lucha contra incendios.
- G** Actividades de la brigada de búsqueda y rescate.
- H** Actividades de la brigada de comunicación.
- I** Matriz de asignación de los brigadistas.
- J** Protocolo de alarma.
- K** Colores de seguridad.
- L** Señales de seguridad.
- M** Cartillas de simulacro.
- N** Cuadro de caracterización de víctimas.
- O** Guía de reinicio de actividades.
- P** Implementación.

RESUMEN

Se ha diseñado e implementado un plan de emergencia y evacuación en caso de una emergencia en el modular de la Escuela de Ingeniería Electrónica. Con la finalidad de que en caso de producirse una emergencia se pueda precautelar de la mejor manera el bienestar de todas las personas que realicen sus actividades dentro del edificio, así como también los bienes materiales. Para lo cual se estimó la probabilidad de ocurrencia de distintas clases de emergencia dependiendo de su origen y la vulnerabilidad al enfrentar las mismas.

Con el resultado del análisis del riesgo se procedió a elaborar las estrategias, acciones y ubicación de elementos de detección y protección necesarios, para ello es obligatorio la utilización de normas como: NFPA 10, NFPA 72, ISO 3864-1, ISO 7010, ISO 16069, ISO 23542, ISO 23601; entre otras, que se convierten en la guía para la toma de decisiones al momento de la implementación del plan.

La comunicación y puesta en marcha de este plan es fundamental, de esta manera todos sus actores se encontrarán aptos y totalmente capacitados para hacer frente a una situación de emergencia. Es decir sabrán que hacer, a donde ir y cómo actuar en caso de emergencia disminuyendo en gran medida las posibles consecuencias que pudieran suceder durante una emergencia.

Se recomienda la revisión cada dos años de este plan, actualizándolo a la normativa vigente, el seguimiento y ejecución del mantenimiento de todos los elementos de protección y detección de una emergencia; así como también, concientizar a todos los usuarios del modular al cuidado de dichos elementos y de los pictogramas de seguridad.

ABSTRACT

This research is intended to design and implement an emergency and evacuation plan in the Electronic Engineering building in case of an emergency, in order to ensure in the best way the welfare of all people carry out their activities within the building, as well as material goods. For which the probability of occurrence of different types of emergency depending on its origin and face the same vulnerability was considered.

From the risk analysis, it is developed the strategies, actions and the necessary location of detection and protection elements, therefore, it is required the use of standards such as: NFPA 10, NFPA 72, ISO 3864-1, ISO 7010, ISO 16069, ISO 23542, and ISO 23601: among others, these standards become the guide for decision-making during the implementation of the plan.

It is essential the communication and implementation of this plan, so that all workers will be qualified and fully trained to stand up to an emergency situation. In other words, they know what to do, where to go and how to act in emergency case, while reducing the possible consequences of that may happen during an emergency.

As a result, it is recommended an inspection plan every two years, in compliance with the current regulations, monitoring and execution of the maintenance of all protection and detection elements of an emergency: as well as, train and educate building users take care of those elements and safety pictograms.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

A mediados del siglo XX, los riobambeños y chimboracenses tenían el anhelo de tener una universidad que les permitiera a las personas de la época progresar y educarse, sin tener que emigrar a ciudades como Quito o Guayaquil.

Varios sectores sociales juntaron sus capacidades y sumaron esfuerzos y crearon extensiones universitarias para el beneficio de la juventud, las mismas que generaron alternativas para todos los bachilleres de aquella época.

Así se concreta con la expedición de la Ley No. 6909, publicada en el Registro Oficial No. 175, del 7 de mayo de 1969, la creación del Instituto Tecnológico Superior de Chimborazo (ISTCH), como una institución autónoma, con personería jurídica de derecho público. Con los recursos necesarios y el apoyo de las autoridades provinciales se aprueba el estatuto del ISTCH, se recaudan los fondos acumulados en la Tesorería de la Fábrica Cemento Chimborazo y del Banco Central del Ecuador. Se compran setenta y tres hectáreas del predio “Macají” ubicado en el kilómetro uno de la Panamericana Sur.

En el mes de abril de 1972, la juventud proveniente de varios colegios de las provincias de Chimborazo, Tungurahua, Bolívar Cañar, Guayas, Manabí, Cotopaxi, Pastaza y Morona Santiago, acudía entusiasta a inscribirse en el Instituto Tecnológico Superior de

Chimborazo; cientos de postulantes entre hombres y mujeres rindieron las pruebas de admisión alentados por la oferta académica innovadora y original para aquella época. (ESPOCH, 2012)

El inicio de actividades para el funcionamiento del ISTCH fue el primero de mayo del mismo año, siendo pioneras las carreras de Ingeniería Zootécnica, Licenciatura en Nutrición y Dietética. Posteriormente una nueva unidad académica denominada Escuela de Ingeniería Metal Mecánica. (ESPOCH, 2012).

El 21 de diciembre de 1985 se crea la Escuela de Cómputo pasando a depender de la Facultad de Ciencias. El 19 de agosto de 1996, mediante resolución N° 236, la Facultad de Ciencias crea, adjunta a la Escuela de Computación, la carrera de Ingeniería Electrónica.

En el año 2000, mediante resolución No. Del H.C.P. se crea la Facultad de Informática y Electrónica la misma que agrupa a las escuelas de Ingeniería en Sistemas, Ingeniería Electrónica y Tecnología en Computación y Diseño Gráfico. (ESPOCH, 2012)

1.2 Justificación

Para que una persona trabaje o realice sus labores cotidianas con normalidad se debe garantizar sus libertades vitales; es decir protegerlas de amenazas y de ciertas situaciones peligrosas, esto implica crear sistemas de seguridad que les faciliten una actuación pronta y oportuna a dichas situaciones de riesgo.

Toda institución educativa sin importar el tipo, categoría y tamaño que tuviere, se las consideran como lugares de alta concurrencia pública, en ellas encontramos personas en distintas facetas y actividades. La posibilidad de estar en una situación de emergencia en este tipo de instalaciones educativas puede desencadenar consecuencias graves y dependiendo de su naturaleza incluso catastróficas.

Todas las actividades, reglamentos internos, medios de protección y seguridad que se encuentren previstas o implantadas deben estar por escrito y aprobadas por los organismos internos y/o externos pertinentes.

De la misma manera se debe buscar la normalización y divulgación de todas las actividades y medidas que se deben tomar y realizar en caso de suscitarse una emergencia.

Por ello proponemos este proyecto de tesis “ESTUDIO, FACTORES DE RIESGO, E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE EMERGENCIA PARA EL MODULAR DE LA ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRONICA EN LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO.” basándonos en un estudio de riesgos y en la normativa nacional establecida por los organismos de control (IESS, MRL, MSP, otros), con el fin de proporcionar un aporte para la institución.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general. Elaborar el Estudio, factores de riesgo, e implementación de un plan de emergencia para el Modular de la Escuela de Ingeniería Electrónica en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar y evaluar el estado actual de la infraestructura del modular de Ingeniería Electrónica y cotejarla con los requerimientos de las distintas normativas vigentes.
- Determinar el riesgo de incendio dentro de las instalaciones del modular de Ingeniería Electrónica
- Establecer el procedimiento adecuado a llevarse a cabo en caso de suscitarse un conato de incendio, en el cual garantiza la seguridad e integridad de los alumnos y el personal que trabaja en el modular de Ingeniería Electrónica.
- Diseñar e implementar el plan de emergencia y evacuación en el modular de Ingeniería Electrónica.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades

Al realizar un análisis de los factores de riesgo, se busca identificar, disminuir y prevenir un posible accidente, además de estar preparados para afrontar factores externos que no dependen de la empresa o institución. Tales como son los fenómenos naturales. Tener implementado un plan de emergencia en donde toda la organización y planificación se encuentre divulgada entre sus diferentes actores, optimizando los recursos y medios técnicos destinados al manejo de dicha emergencia, reduciendo al mínimo los posibles daños a la infraestructura y/o a las personas es de vital importancia para toda institución. (INSHT, 1999).

Para considerar que un plan de emergencia se encuentra implementado, se debe tener en cuenta que las instalaciones físicas del edificio deben tener ubicado los distintos medios de prevención y manejo de emergencias. Las mismas que deben estar de acuerdo a la naturaleza de las actividades y características de la infraestructura; complementándose con el análisis de riesgos e identificación de las fallencias existentes dentro del mismo, de este modo la ubicación de los medios de protección y detección de una emergencia serán los idóneos.

Los factores de riesgo que justifican la implementación de los planes de emergencia en instituciones educativas (de alta concurrencia pública), son; existencia de personal foráneo, densidad de ocupación, características de los ocupantes y las limitaciones lumínicas. Existen demasiadas variables cuando se habla de un incendio, que elaborar un plan de emergencia estándar para todo tipo de situaciones es imposible, por ello se debe tomar medidas extras cuando de manejo y control de incendios se trata. (INSHT, 1983).

2.2 Definiciones generales

Riesgo; se asume como riesgo a los daños que se pueden dar al estar en una situación de peligro, y su rango de medida es la vulnerabilidad a cada tipo de peligro.

En el ámbito laboral existen tres tipos de riesgos: patológico, accidente y sanitario. Pero en el caso de estudio también se debe tener en cuenta los riesgos de tipo geológico es decir; sísmicos o volcánicos que son los que mayores probabilidades tienen de suceder.

Medidas de prevención; serán todas las acciones o medidas que se implementen para disminuir o mitigar los riesgos existentes en el sitio de trabajo. Dichas medidas a tomarse son de implementación obligatoria por parte del empleador. (IASST, 2005).

La seguridad en el trabajo; son todas las acciones preventivas o correctivas que se toman para disminuir o eliminar la probabilidad de ocurrencia de un accidente de trabajo o eliminar y controlar la probabilidad de que se produzca una enfermedad laboral.

Evaluación de riesgos; es un proceso que busca estimar los efectos de aquellos riesgos que no se puedan disminuir o eliminar. Dado resultados veraces con los cuales las personas encargadas de velar por la seguridad y salud de los trabajadores, puedan tomar acciones eficientes.

Ergonomía; es el análisis de las actividades que se realizan con referencia al puesto de trabajo. Es básicamente la guía para adaptar o diseñar el puesto de trabajo para evitar distintos problemas de salud. En términos sencillos adapta el puesto de trabajo a al trabajador y no que el trabajador se adapte al puesto de trabajo.

Primeros auxilios; es la ayuda inmediata que se le debe dar a una persona después de que se haya suscitado un accidente.

Incendio, el fuego es una reacción química, si este escapa del control de las personas se lo denomina incendio. Existen diferentes formas de que se inicie un incendio. Por lo general las causas más comunes dentro de una empresa son las fallas en las conexiones eléctricas.

El fuego; esta reacción química involucra un combustible (sólidos líquidos o gaseosos), un comburente, calor y la reacción en cadena. Esta fuerte reacción química de oxidación es un proceso exotérmico, lo que quiere decir que, al mismo tiempo, desprende energía en forma de calor al aire de su alrededor. El aire que se encuentra alrededor de las moléculas o partículas calientes disminuye de densidad y literalmente tiende a flotar.

Figura 1. Tetraedro del fuego



Fuente: (WIKIPEDIA, 2015)

2.3 Marco legal

Al hablar del ámbito legal dentro del Ecuador se debe tener muy en cuenta los convenios internacionales a los que se encuentra inscrito, ya que el Ecuador acepta cumplir dichos reglamentos, siempre y cuando no infrinjan los mandatos y leyes de la constitución política del estado.

El tratado internacional más representativo es el de la Comunidad Andina de Naciones, en el cual se busca la homologación de las políticas económicas y sociales buscando el mejoramiento del nivel de vida de los habitantes de los países inscritos en este convenio.

Además afirma que para mejorar dicha calidad de vida se debe dar condiciones de trabajo decentes y uno de los elementos fundamentales para garantizar dicho trabajo es dar las condiciones adecuadas de seguridad y salud.

Por eso en dicho convenio, crean el Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el cual se establecen las normas y sugiere a los países miembros adoptar las directrices necesarias para crear un sistema de gestión integrado. Que, en tal sentido, corresponde a los Países Miembros adoptar medidas necesarias para mejorar las condiciones de seguridad y salud en cada centro de trabajo de la Subregión y así elevar el nivel de protección de la integridad física y mental de los trabajadores.

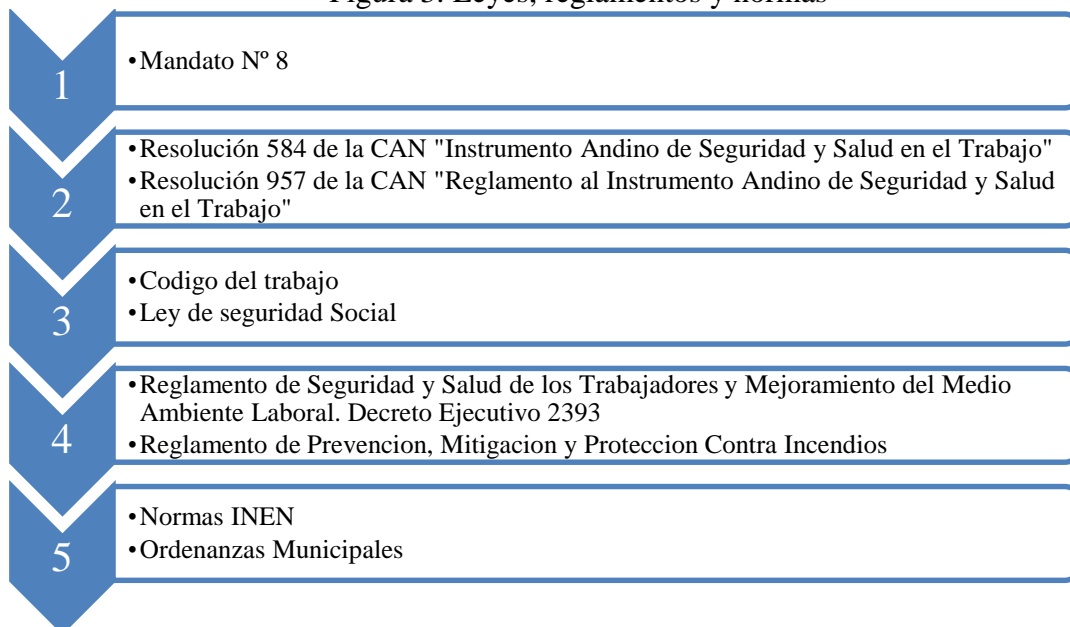
Figura 2. Pirámide de jerarquía de las leyes en el Ecuador



Fuente: Autores

Son varias las leyes y normas creadas para identificar, cualificar y mitigar los riesgos, así como también el manejo de las emergencias. Entre las más relevantes tenemos.

Figura 3. Leyes, reglamentos y normas



Fuente: Autores

2.3.1 Constitución Política. El estado Ecuatoriano en su constitución garantiza los siguientes derechos y obligaciones, con referencia a la gestión de riesgos.

Art. 389.- El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

Art. 390.- Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad.

2.3.2 *Ley de Seguridad Pública.*

Art. 11.- De los órganos ejecutores.- Los órganos ejecutores del Sistema de Seguridad Pública y del Estado estarán a cargo de las acciones de defensa, orden público, prevención y gestión de riesgos, conforme lo siguiente:

De la gestión de riesgos.- La prevención y las medidas para contrarrestar, reducir y mitigar los riesgos de origen natural y antrópico o para reducir la vulnerabilidad, corresponden a las entidades públicas y privadas, nacionales, regionales y locales. La rectoría la ejercerá el Estado a través de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

2.3.3 *Reglamento de la ley de Seguridad Pública.*

Art. 3.- Del órgano ejecutor de Gestión de Riesgos.- La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos es el órgano rector y ejecutor del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos.

Asegurar que las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.

2.3.4 *Código Orgánico de Ordenamiento territorial, Autonomías y Descentralización (COOTAD).*

Art. 140.- Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos.- La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al cantón se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos sísmicos con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza.

2.3.5 Normas INEN. El instituto Ecuatoriano de Normalización ha creado normas para estandarizar los parámetros con los cuales se debe analizar e implementar todos los parámetros que respectan a prevención y mitigación de riesgos.

También ha optado por adoptar normativas internacionales que se acoplen de manera idónea a todo ámbito laboral. Entre ellas tenemos.

2.3.6 Normativas internacionales. Para poder desarrollar y tener una base ideal para implementar las normativas de seguridad en el Ecuador, se debe tener muy cuenta normativas internacionales.

Tabla 1. Normas referentes a prevención y mitigación de riesgos

| | Título de la Norma |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Normas INEN | NTE INEN 92 Clasificación de los Fuegos. NTE INEN 878 Rótulos y Placas Rectangulares y Cuadradas. Dimensiones. |
| Normas internacionales adoptadas por el INEN | NTE INEN ISO 3864-1 Símbolos Gráficos Colores de Seguridad y Señales de Seguridad. Parte 1: Principios de Diseño para Señales de Seguridad e Indicaciones de Seguridad. NTE INEN ISO 21542 Construcción de Edificios. Accesibilidad y Usabilidad del Entorno Edificado. |
| Normas internacionales usadas de base para la elaboración de reglamentos | NFPA 10 Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios |

Fuente: Autores

Tales como:

- ISO 7010 Símbolos Gráficos. Colores y Señales de Seguridad.

- ISO 16069 Símbolos Gráficos. Señales de seguridad. Guía para el Sistema de Rutas de Evacuación.
- ISO 23601 Identificación de Seguridad. Mapa de Evacuación y Escape.

2.4 Riesgo laboral

Es la posibilidad de que un trabajador sufra un accidente durante su jornada de trabajo, aunque también se considera como accidente laboral cualquier eventualidad que le pueda suceder al trabajador mientras se dirige al sitio de trabajo. Se pueden clasificar en:

- Riesgos físicos; su origen se deriva del entorno del trabajo.
- Riesgos químicos; dependen directamente en la manipulación de sustancias que puedan producir quemaduras, intoxicación, asfixia, etc.
- Riesgos biológicos; solo puede ser en industrias especializadas o de manejo de agentes infecciosos.
- Riesgos ergonómicos; estos se derivan de la mala postura o un puesto de trabajo que no es el adecuado para el operario, con referencia a sus capacidades físicas.
- Riesgos psicosociales; sus factores de evaluación son varios, exceso de trabajo, problemas con los compañeros de trabajo, depresión, etc.

2.5 Métodos de evaluación de riesgos

Según el Ministerio de Trabajo, las metodologías de evaluación de riesgos quedan a elección de la o las personas que se encuentren realizando dichas evaluación, siempre y cuando cumplan con los parámetros establecidos. Por ello las empresas prefieren utilizar guías las cuales modifican según sus actividades y necesidades.

NTP 330 Sistema Simplificado de Evaluación de Riesgos; la evaluación del riesgo se vuelve más fácil debido a la verificación del riesgo e identificación de las deficiencias mediante la aplicación de cuestionarios de chequeo.

GTC 45 Guía para la Identificación de los Peligros y la Valoración de los Riesgos en Seguridad y Salud ocupacional; es una guía que presenta un conjunto integrado de prácticas, principios y criterios para mejorar la identificación de los peligros y cualificar los riesgos. Teniendo como base las normas OHSAS 18001, NTP 330 y BS 8800.

2.6 Métodos de evaluación del riesgo de incendio

Existen varios métodos de evaluación del riesgo de incendio, estos métodos se basan en la relación entre la noción de exposición, la magnitud (no medible exactamente) y la probabilidad de que se suscite un incendio. Los métodos de evaluación más conocidos son:

Método de Gustav Purt; con este método se deduce las medidas de prevención contra incendios. Este método evalúa riesgos de tipo medio de forma orientativa y rápida. No determina qué tipo de elementos detectores se deben instalar o que medios de extinción se deben colocar, por ellos se debe utilizar normas adicionales como la NFPA 10. Utiliza una gráfica para determinar el resultado del análisis realizado.

Gretenor; es la base de diferentes tipos de evaluación de incendios, su método de cálculo es bastante completo, y el resultado determinara si el riesgo es aceptable o si se debe volver a realizar una vez implementadas las medidas de protección y detección.

FRAME; es el método del cual se obtienen los resultados más veraces, esto se debe a sus tres parámetros de evaluación; personas, patrimonio y actividades. Si ninguno de estos resultados supera la unidad, se puede decir que las medidas de prevención de la empresa o institución son las idóneas.

Meseri, es el método de evaluación más sencillo de aplicar, además de ser el método que la SGR recomienda para evaluar el riesgo de incendios en instituciones educativas. Ya que ofrece una visión global del riesgo, no se puede aplicar a empresas con una calificación de riesgo de incendio grave.

Es considerado como un esquema de asignación de puntos debido a que se basan en la consideración individual, de diversos factores generadores o agravantes del riesgo de incendio; y por otro, de aquellos que reducen y protegen frente al riesgo.

2.7 Señales de seguridad

Se necesita un sistema estándar de señalización para que los trabajadores sin importar el ámbito o naturaleza de la empresa puedan identificarlas de manera rápida y efectiva.

De no existir una estandarización puede conllevar a una confusión y podría aumentar la probabilidad de ocurrencia de un accidente de trabajo, es decir aumentar el riesgo.

Las señales acústicas no se encuentran debidamente estandarizadas, cada empresa crea su propio sistema de comunicación a través de alarmas como más le convenga. Con las cuales las indicaciones a seguir más conocidas son: evacuación total (sonido continuo), evacuación parcial (dos pitidos una pausa), incendio (pitido pausa), etc. Esos son ejemplos comunes que se pueden encontrar dentro de la planificación de la comunicación dentro de un plan de emergencia. Cabe recalcar que el uso de los pictogramas de seguridad adecuados, no reemplaza métodos adecuados de trabajo, instrucciones y adiestramiento del operario o la implementación de medidas para la prevención de accidentes.

2.7.1 Significado de las señaléticas. En el Ecuador la norma NTE INEN ISO 3864-1 es la que se detalla el uso, color y dimensionamiento de la señalética, lo que se resume en la siguiente tabla.

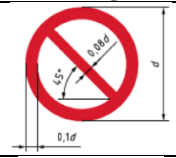

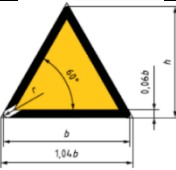
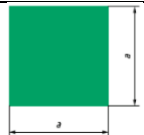
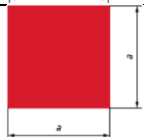
Tabla 2. Figuras geométricas, colores de seguridad y colores de contraste para señales de seguridad

| Figura geométrica | Significado | Color de seguridad | Color de contraste al color de seguridad | Color del símbolo grafico |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------|------------------------------------------|---------------------------|
|  | Prohibición | Rojo | Blanco | Negro |
|  | Acción obligatoria | Azul | Blanco | Blanco |
|  | Precaución | Amarillo | Negro | Negro |
|  | Condición segura | Verde | Blanco | Blanco |
|  | Equipo contra incendios | Rojo | Blanco | Blanco |

Fuente: (ISO, 2011)

2.7.2 *Diseño de las señales de seguridad.* Para dimensionar las señales de seguridad se deben realizar de acuerdo a las especificaciones de la norma.

Tabla 3. Dimensiones para pictogramas de seguridad





| Señal de seguridad | Significado |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|  | Prohibición |
|  | Condición obligatoria |
|  | Peligro |
|  | Condición segura |
|  | Equipo contra incendios |

Fuente: (ISO, 2011)

2.8 Disposiciones para indicaciones de seguridad

Para el diseño y significado de las diferentes indicaciones de seguridad; las bandas deben ser del mismo color, inclinadas a un Angulo de 45°.

Tabla 4. Diseño y significado de indicaciones de seguridad.

| Diseño | Combinación de Colores | Significado | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|  | Amarillo y contraste negro | Lugares de peligro y obstáculos donde existe el riesgo de que la gente se golpee, se caiga | Alertar de peligros potenciales |
|  | Rojo y contraste blanco | | Prohibir la entrada |
|  | Azul y contraste blanco | Indicar una condición obligatoria | |
|  | Verde y contraste blanco | Indicar una condición segura | |

Fuente: (ISO, 2011)

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

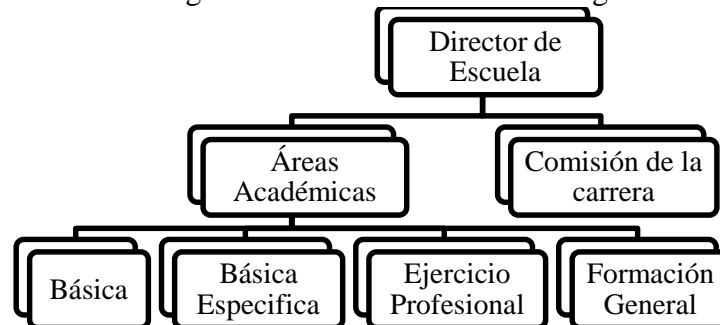
3.1 Información general

La Escuela de Ingeniería Electrónica, tiene un reconocido prestigio en la formación integral de profesionales líderes, honestos y preparados con vocación para contribuir al desarrollo científico, técnico, social, económico e industrial del país.

El profesional en esta área de la Ingeniería, por su visión y conocimiento de la Electrónica, las telecomunicaciones y la informática, puede desempeñarse como diseñador y administrador de sistemas de comunicación de datos, de control, hardware y software para optimizar procesos, que permitan el desarrollo de la organización. (ESPOCH, 2007)

3.2 Organigrama de la Escuela de Ingeniería Electrónica

Figura 4. Estructura organizacional de la escuela de Ingeniería Electrónica



Fuente: (Revista Estructura Orgánico Funcional, 2003)

3.3 Misión y Visión

Misión: “Formar ingenieros en electrónica, control y redes industriales, competentes, emprendedores, conscientes de su identidad local y nacional para contribuir al desarrollo sustentable del país, en función al Plan Nacional del Buen Vivir.”

Visión: “Ser líder en la formación de profesionales e investigadores en el área de electrónica, control y redes industriales contribuyendo al soporte científico y tecnológico para el desarrollo humano integral con calidad, pertinencia y reconocimiento social.”

3.4 Diagnóstico de la situación actual de las instalaciones

En el modular a analizar, no existe ningún estudio de seguridad, tampoco existe un plan de contingencia en caso de suscitarse una emergencia, es decir que las personas que realizan sus labores cotidianas dentro de este modular no cuentan con los medios ni los conocimientos necesarios para hacer frente a una eventualidad adversa.

Figura 5. Fachada frontal del modular de Ingeniería Electrónica



Fuente: Autores

3.5 Análisis de la infraestructura

La normativa base para realizar el análisis de un entorno construido es la INEN ISO 24542, en la misma se detalla las dimensiones mínimas que una construcción debe tener para considerar que su entorno es accesible.

Cabe recalcar que en dicha norma muchos de los parámetros son una recomendación y otros son de carácter obligatorio. Al analizar un entorno ya construido se deberá tener en cuenta las recomendaciones que se da en la norma para mejorar su accesibilidad.

3.5.1 Escaleras de acceso. Existe una variación de medida en cada tramo de la escalera de acceso a la planta alta, sus medidas son: 1,6 m; 1,64 m y 1,2 m respectivamente. Al analizar estas medidas con los datos correspondientes de la norma NTE INEN ISO 24542, se concluye que no se está cumpliendo con la recomendación de la norma.

La normativa establece que para escaleras de acceso se debe tener una medida mínima de 1,7 m de ancho. Pero dicho parámetro es solo una recomendación cuando se analiza un entorno construido y de carácter obligatorio en edificaciones por construirse.

Figura 6. Escaleras de acceso a la planta alta



Fuente: Autores

3.5.2 Puertas de acceso. La dimensión mínima es de 0,8 m; todas las puertas de acceso ya sea a las aulas, oficinas o principal cumplen con dicha dimensión.

Pero no cumplen con el requerimiento de apertura; es decir, en establecimientos de alta concurrencia pública las puertas de acceso deberán abrirse hacia afuera.

3.5.3 Pasillos. Existe una dimensión adecuada en el pasillo de la planta alta, lamentablemente no existe la facilidad de acceso para personas discapacitadas a dicha planta.

3.5.4 Rampas. No existe ningún tipo de rampa para el acceso a la planta baja, ni tampoco a la planta alta. En las tres aulas existentes en este modular tampoco cuentan con dichas rampas de accesibilidad para personas discapacitadas.

Figura 7. Acceso al modular de Ingeniera Electrónica



Fuente: Autores

3.6 Análisis de riesgos

Este edificio es de uso múltiple, en el cual se tiene aulas, oficinas, laboratorios y un centro de control de redes. En la planta baja se tiene cuatro aulas tipo auditorio, mientras que en la planta alta se cuenta con un laboratorio, una oficina múltiple, un baño, una oficina de control de redes, una oficina administrativa con un área como bodega.

El método de análisis de riesgos va a ser la GTC 45, de fácil interpretación permitiendo la identificación de situaciones de riesgo a través de la investigación individual de sus factores. Identificando anomalías o carencias preventivas; categorizando la situación y como resultado prioriza la creación e implementación de medidas de protección y/o prevención.

La metodología de la guía se estructura y se aplica de tal forma que ayuda a identificar los riesgos, tomar decisiones, comprobar si las medidas aplicadas son pertinentes y prioriza la ejecución de las acciones.

Se determina el riesgo evaluando al proceso al determinar la probabilidad de que ocurran los accidentes y la magnitud de sus consecuencias. Para evaluar el nivel del riesgo se determina lo siguiente.

$$NR = NP \times NC \quad (1)$$

Dónde.

NP = Nivel de probabilidad

NC = Nivel de consecuencia

A su vez:

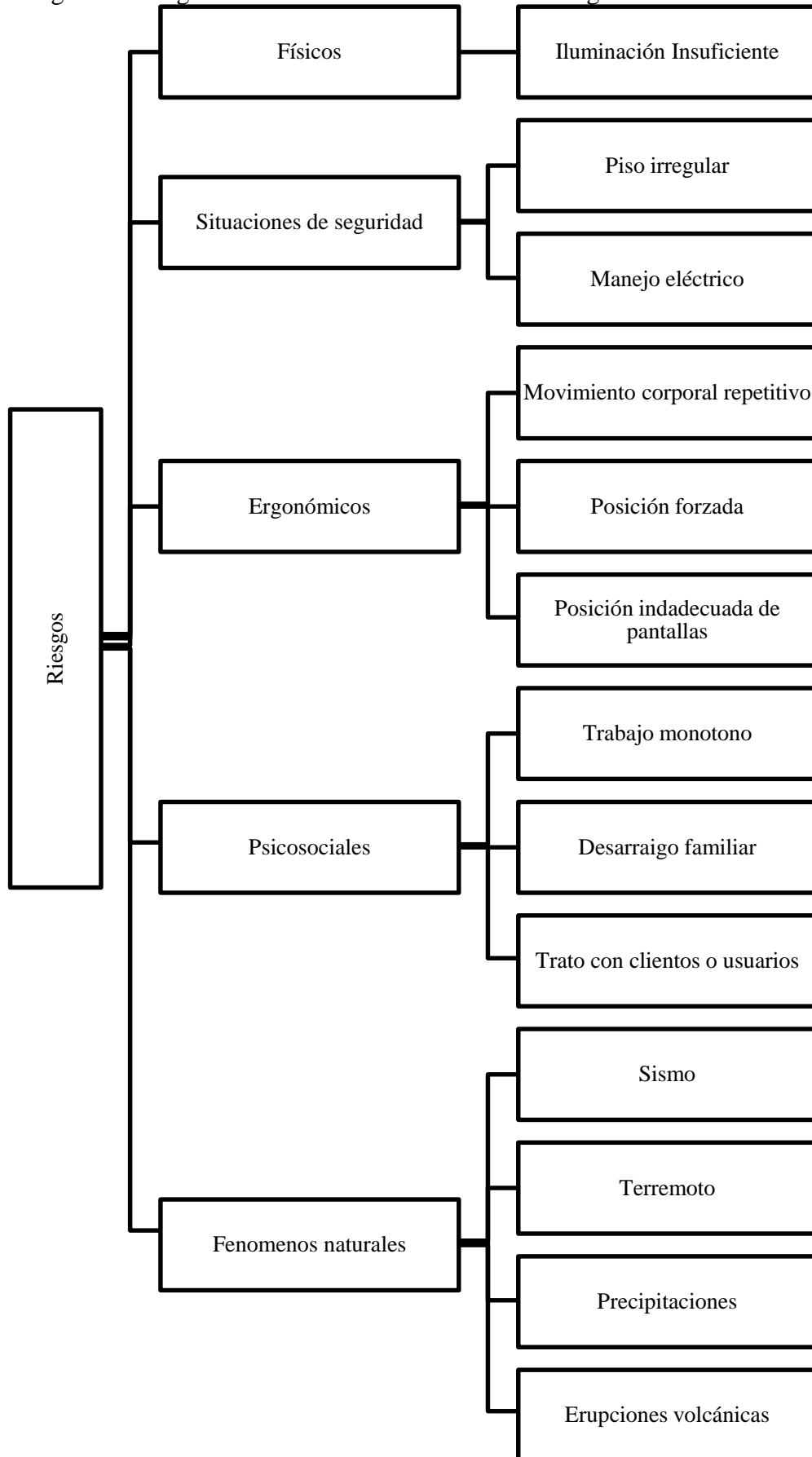
$$NP = ND \times NE \quad (2)$$

Dónde:

ND = Nivel de deficiencia

NE = Nivel de exposición

Figura 8. Riesgos existentes dentro del modular de Ingeniería Electrónica



Fuente: Autores

Tabla 5. Determinación del nivel de deficiencia

| Nivel de deficiencia | Valor de ND | Significado |
|----------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Muy alto (MA) | 10 | Se han detectado peligros que determinan como posible la generación de índices o consecuencias muy significativas o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo es nula o no existe o ambos |
| Alto (A) | 6 | Se han detectado algunos peligros que pueden dar lugar a consecuencias muy significativas o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es baja |
| Medio (M) | 2 | Se han detectado peligros que pueden dar lugar a consecuencias poco significativas o de menor importancia o la eficacia del conjunto de medidas preventivas es moderada |
| Bajo (B) | No se asigna valor | No se ha detectado consecuencia alguna o la eficacia de las medidas es alta o ambos. El riesgo está controlado |

Fuente: (INSHT, 1999)

Tabla 6. Determinación del nivel de exposición

| Nivel de exposición | Valor de NE | Significado |
|---------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Continua (EC) | 4 | La situación de exposición se presenta sin interrupción o varias veces con tiempo prologado durante la jornada laboral |
| Frecuente (EF) | 3 | La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos |
| Ocasional (EO) | 2 | La situación de exposición se presenta alguna vez durante la jornada la laboral y por un periodo de tiempo corto |
| Esporádica (EE) | 1 | La situación de exposición se presenta de manera eventual |

Fuente: (INSHT, 1999)

Tabla 7. Determinación del nivel de probabilidad

| Niveles de probabilidad | | Nivel de exposición (NE) | | | |
|---------------------------|----|--------------------------|---------|--------|--------|
| | | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Nivel de deficiencia (ND) | 10 | MA - 40 | MA - 30 | A - 20 | A - 10 |
| | 6 | MA - 24 | A - 18 | A - 12 | M - 6 |
| | 2 | M - 8 | M - 6 | B - 4 | B - 2 |

Fuente: (INSHT, 1999)

Tabla 8. Significado de los diferentes niveles de probabilidad

| Nivel de probabilidad | Valor de NP | Significado |
|-----------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Muy alto (MA) | Entre 40 y 24 | Situación deficiente con exposición continua o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia |
| Alto (A) | Entre 20 y 10 | Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en la vida laboral |
| Medio (M) | Entre 8 y 6 | Situación deficiente con exposición esporádica o bien situación mejorable con exposición continúa o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez. |
| Bajo (B) | Entre 4 y 2 | Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición. |

Fuente: (INSHT, 1999)

Tabla 9. Determinación del nivel de consecuencias

| Nivel de consecuencias | NC | Significado |
|---------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Daños personales |
| Mortal o catastrófico (M) | 100 | Muerte |
| Muy grave (MG) | 60 | Lesiones o enfermedades graves irreparables (Incapacidad permanente, parcial o invalidez) |
| Grave (G) | 25 | Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT) |
| Leve (L) | 10 | Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad |

Fuente: (INSHT, 1999)

Tabla 10. Determinación del nivel de riesgo

| Nivel de riesgo NR = NP x NC | | Nivel de probabilidad | | | |
|---------------------------------|-----|-----------------------|-------------------|--------------|-------------------|
| | | 40 - 24 | 20 - 10 | 8 - 6 | 4 - 2 |
| Nivel de Consecuencias (NC) | 100 | I 4000 - 2400 | I 2000 - 1200 | I 800 - 600 | II 400 - 200 |
| | 60 | I 2400 - 1440 | I 1200 - 600 | II 480 - 360 | II 200 III 120 |
| | 25 | I 1000 - 600 | II 500 - 250 | II 200 - 150 | III 100 - 50 |
| | 10 | II 400 - 240 | II 200 III 100 | III 80 - 60 | III 40 IV 20 |

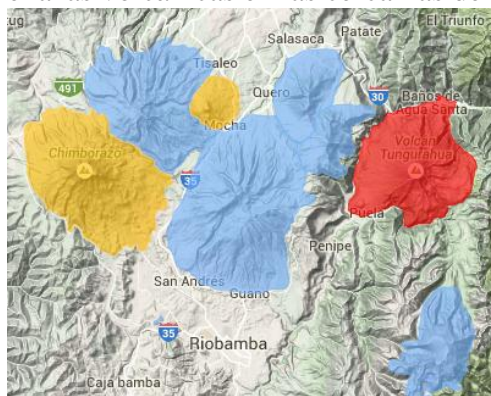
Fuente: (INSHT, 1999)

Tabla 11. Significado del nivel de riesgo

| Nivel de riesgo | Valor de NR | Significado |
|-----------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I | 4000 - 600 | Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo este bajo control. Intervención urgente. |
| II | 500 - 150 | Corregir y adoptar medidas de control de inmediato. Sin embargo, suspenda actividades si el nivel de riesgo está por encima o igual de 360. |
| III | 120 - 40 | Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad |
| IV | 20 | Mantener las medidas de control existentes, pero se debería considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aun es aceptable. |





Fuente: (INSHT, 1999)

Figura 9. Mapa de amenazas volcánicas en las cercanías de la ciudad de Riobamba









Fuente: (Instituto Geofísico EPN, 2015)

Tabla 12. Clasificación del riesgo de erupción

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|  | Inactivo o Dormido |
|  | Activo |
|  | Potencialmente activo |
|  | En erupción |

Fuente: Autores

Tabla 13. Clasificación del riesgo de erupción de los volcanes cercanos a la ciudad de Riobamba

| Clasificación | Volcanes |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|  | Chimborazo |
|  | Carihuairazo |
|  | Igualata |
|  | Huisla |
|  | Tungurahua |
|  | Altar |

Fuente: (Instituto Geofísico EPN, 2015)

Tabla 14. Identificación de amenazas

| Amenaza | ¿Puede afectar al centro educativo? | | Nivel de exposición a la amenaza | | |
|-----------------------|-------------------------------------|----|----------------------------------|-------|------|
| | SI | NO | Alto | Medio | Bajo |
| Sismos | X | | X | | |
| Inundaciones | | X | | | |
| Deslizamientos | | X | | | |
| Erupciones Volcánicas | X | | X | | |
| Tsunamis | | X | | | |
| Vientos fuertes | X | | | | X |
| Caída de ceniza | X | | X | | |

Fuente: (SGR, 2010)

Los fenómenos naturales son riesgos que no pueden ser controlados, pero para los cuales se puede estar preparado.

No todos los tipos de fenómenos naturales afectan de la misma manera a las instalaciones y al personal, dependerá mucho de su ubicación geográfica y el entorno que lo rodea.

Extinto o dormido => última erupción hace más de 10 000 años.

Potencialmente activo => última erupción hace menos de 10 000 años.

Activo => última erupción hace más de 500 años.

En erupción => con actividad eruptiva en 2011 (válido para 2015).

Los factores que determinaran la vulnerabilidad y la probabilidad de ocurrencia de un desastre pueden ser analizados y cuantificados, de esta manera se podrá planificar e intervenir con acciones concretas dentro de la empresa o institución en búsqueda de manejar los efectos directos y colaterales que puedan suceder durante una emergencia causada por un fenómeno natural.

Tabla 15. Factores de análisis para determinar el nivel de vulnerabilidad

| Vulnerabilidades | SI | NO | Observaciones |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|-------------------------------------------------------|
| Ventanas | | | |
| Los vidrios se encuentran rotos | | X | |
| Presentan peligro de quebrarse | | X | |
| Tienen protección externa | X | | |
| Instalaciones eléctricas | | | |
| Están en mal estado | | X | Varios cables de red se encuentran pegados a la pared |
| Existen cables sueltos o expuestos | X | | |
| La instalación es adecuada a su uso | X | | |
| Se desarrolla acciones preventivas en la institución | | X | |
| Existe un mecanismo de información acerca de los riesgos a los que se encuentran expuestos | | X | |
| Se ha marcado de forma correcta el punto de reunión | | X | |
| Se encuentran capacitados en gestión de riesgos | | X | |
| Existen recursos de respuesta ante una emergencia | | X | |

Fuente: (Plan Institucional de Emergencias para centros Educativos, 2005) / Autores

3.7 Probabilidad de ocurrencia

La probabilidad de que ocurran consecuencias perjudiciales (víctimas, daños a la propiedad, pérdida de medios de subsistencia, interrupción de actividad económica o deterioro ambiental) como resultado de la interacción entre amenazas naturales o antropogénicas y condiciones de vulnerabilidad. Una evaluación completa de los riesgos no sólo evalúa la magnitud y la probabilidad, también evalúa las consecuencias.

Para determinar la probabilidad de ocurrencia de los eventos antes mencionados, se toman como base los criterios de:

- Muy probable: Las posibilidades de ocurrencia son inminentes.
- Probable: Las posibilidades de ocurrencia son amplias.
- Poco probable: Hay pocas probabilidades de que ocurra.

Tabla 16. Amenazas y probabilidad de ocurrencia

| Amenaza | Factores de riesgo | Ocurrencia |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Sismo, caída de ceniza | La ciudad de Riobamba está asentada sobre una zona sísmica, además de la cercanía al volcán Tungurahua que se encuentra en actividad desde hace ya varios años. Lo que podría producir terremotos, sismos y posible caída de ceniza volcánica que colapsaría desagües en la terraza, afectando la estructura del edificio. | MUY PROBABLE |
| Granizadas, descargas eléctricas | Mal temporal, falta de mantenimiento desagües de edificio y sumideros de calles colindantes. | PROBABLE |
| Incendio | No es un edificio totalmente libre de humo. Falta mantenimiento de instalaciones eléctricas y desenergización de equipos. | MUY PROBABLE |
| Desordenes civiles | Existen tres aulas en la parte baja del edificio, en el momento en que se ingresa, se cambia de hora y al finalizar las clases. | PROBABLE |

Fuente: Autores

3.8 Análisis del riesgo de incendio

Toda institución educativa debe realizar un análisis del riesgo de incendio adecuado para sus actividades; en el Ecuador la SGR y el MRL recomiendan usar el método simplificado de análisis de riesgo de incendio MESERI.

La carga térmica es el poder calorífico en función del tiempo, que tiene todo material en el momento de su combustión.

3.8.1 Cálculo de la carga térmica ponderada. Todo método de análisis de riesgo necesita como dato fundamental la carga térmica existente en el recinto que está siendo evaluado.

Para realizar este cálculo es recomendable basarse en la norma NTP 766 Carga de Fuego Ponderada: Parámetros de Calculo, en esta norma se analizan distintos puntos que sintetizan y maximizan la efectividad del cálculo.

$$Q_S = (\sum_{i=1}^n q_{si} S_i C_i / A) R_a \quad (3)$$

Dónde:

S_i = Superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego.

n = Numero de zonas de incendio.

A = Superficie del sector de incendio.

C_i = Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada combustible existente en el sector de incendio.

R_a = Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial. Si existieran varios focos de activación se tomara el valor de mayor riesgo inherente, siempre y cuando ocupe un 10% mínimo del área o sector de incendio.

q_{si} = Densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente, según los distintos procesos que se realicen en el sector de incendio.

El valor de q_{si} , se lo va a determinar por las tablas del Real Decreto 2267/2004 Reglamento de Seguridad Contra Incendio en Establecimientos Industriales. Se aplicara a cada uno de las dependencias existentes dentro del modular analizado, estimando su carga térmica.

Tabla 17. Carga térmica

| Planta | Unidad | Espacio /ambiente/lugar de trabajo | Si | q_{si} | q_{si} | Ci | Ra |
|-----------|-----------------|------------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|
| | | | [m ²] | MJ/m ² | Mcal/m ² | // | // |
| 1 | Académico | EIE - 103 | 75,65 | 200 | 48 | 1,3 | 1 |
| 1 | Académico | EIE - 102 | 77,49 | 200 | 48 | 1,3 | 1 |
| 1 | Académico | EIE - 101 | 73,80 | 200 | 48 | 1,3 | 1 |
| 1 | Apoyo académico | Sala de profesores | 75,65 | 600 | 144 | 1,3 | 1 |
| 1 | Apoyo académico | Laboratorio de comunicación | 22,80 | 200 | 48 | 1,3 | 1 |
| Sub Total | | | 361,00 | $Q_{S1} =$ | 343 | 82 | 19 |
| 2 | Administrativo | Archivo | 18,45 | 1700 | 409 | 1,3 | 2 |
| 2 | Apoyo académico | Sala de profesores | 19,37 | 600 | 144 | 1,3 | 1 |
| 2 | Apoyo académico | Sala de profesores | 20 | 600 | 144 | 1,3 | 1 |
| 2 | Apoyo académico | Servidores | 11,72 | 400 | 96 | 1,3 | 1 |
| 2 | Apoyo académico | Sala de profesores | 71,19 | 600 | 144 | 1,3 | 1 |
| 2 | Apoyo académico | Laboratorio de redes industriales | 73,80 | 200 | 48 | 1,3 | 1 |
| 2 | Apoyo académico | Laboratorio de electrónica | 75,65 | 200 | 48 | 1,3 | 1 |
| 2 | Apoyo académico | Área de hardware | 18 | 1200 | 280 | 1,3 | 1 |
| Sub total | | | 360,59 | $Q_{S2} =$ | 133 | 555 MJ/m ² | 30 kg/m ² |
| Total | | | 722 | $Q_{ST} =$ | 108 | 449 MJ/m ² | 24 kg/m ² |

Fuente: Autores

3.8.2 *Análisis del riesgo de incendio. Método MESERI.* Para aplicar el método simplificado de evaluación de riesgo de incendio, debemos tener definido varios parámetros del mismo.

Este método conjuga de manera simple los parámetros de las instalaciones y medios de protección, con el objetivo de obtener un resultado ponderado de los factores. Dichos resultados son de fácil interpretación, agilitando la investigación, dando de forma rápida las recomendaciones, con el fin de disminuir la probabilidad de que un incendio se suscite y que sus consecuencias sean demasiado graves.

Al ser un método simplificado comprime mucha información en poco espacio, en el cual sobresalen los aspectos más importantes los cuales se dividen en dos partes. Los factores propios de las instalaciones (factores agravantes) y los factores de protección.

Al realizar el análisis de cada uno de los factores existentes dentro del método MESERI, tenemos.

Número de plantas o altura del edificio; al analizar un incendio dentro de un edificio, mientras más alto sea, más rápido será la propagación del incendio. El valor de la calificación depende de la altura o de cuantos pisos tenga. Si la altura entre los diferentes pisos es variable, se debe tomar siempre la menor.

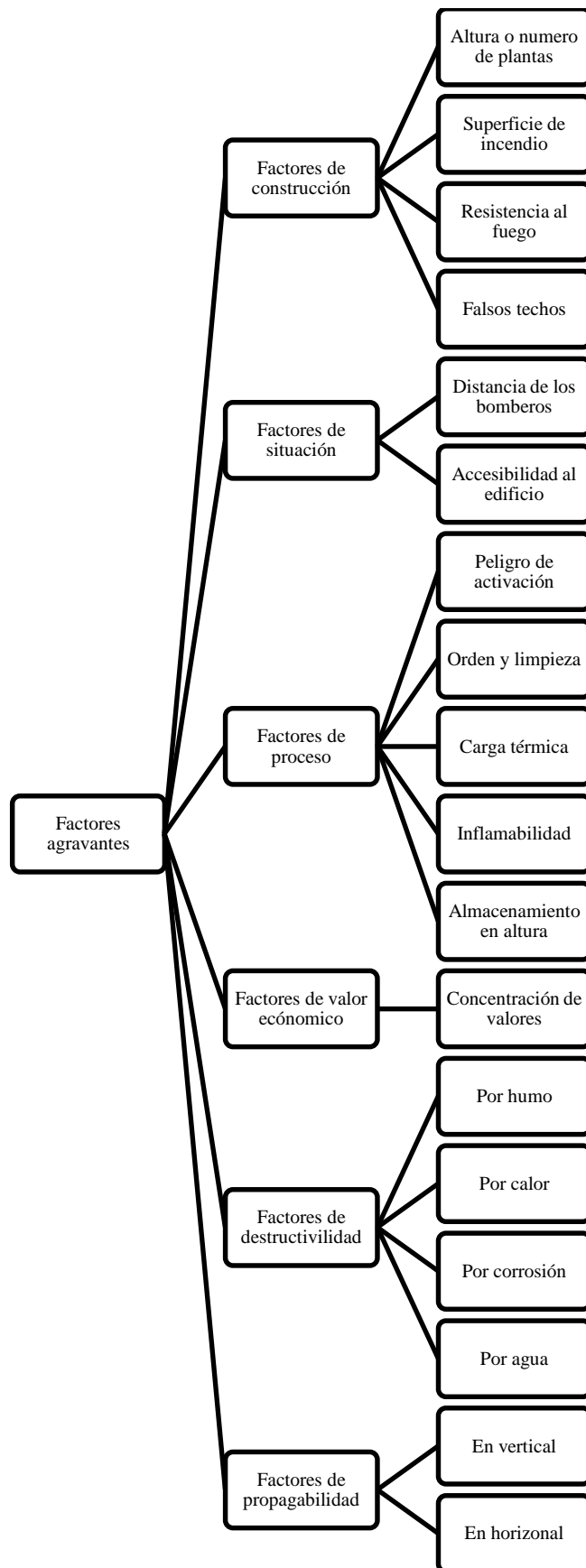
Superficie de incendio; se debe tener en cuenta que las divisiones deben estar construidas por materiales calificados como RF-240 y para las puertas RF-120 o mejor (INSHT, 1983), de lo contrario se considerara que toda el área es la superficie de incendio.

Resistencia al fuego; se refiere a la estabilidad al fuego de los elementos constructivos, se considerara alta una estructura de hormigón.

Falsos techos, es el recubrimiento en la parte superior, especialmente en naves industriales; por lo general acumulan residuos volviéndolos de más fácil combustión.

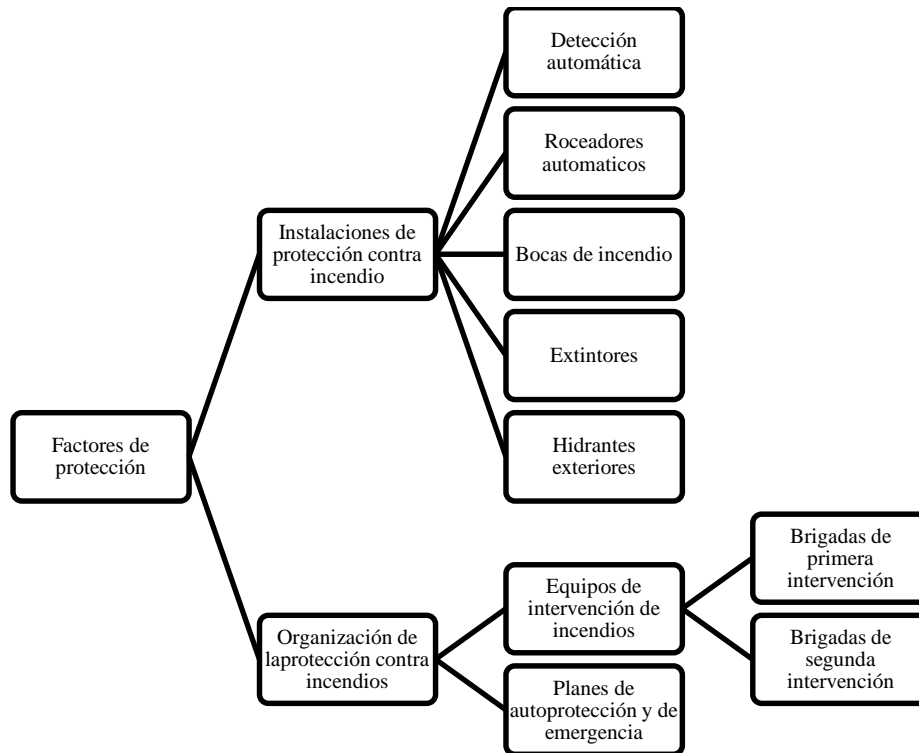
Distancia de los bomberos; es el valor asignado a la relación entre la distancia y el tiempo estimado de llegada, solo se considerara las instalaciones del cuerpo de bomberos que cuente con personal correctamente capacitado y vehículos las 24 horas del día.

Figura 10. Factores agravantes o de propagación



Fuente: Autores

Figura 11. Factores de protección



Fuente: Autores

Accesibilidad a el edificio; se considera a los accesos que sirvan de entrada para el combate contra incendios.

Peligro de activación; se evalúa las posibles fuentes de ignición contemplando el proceso productivo y la actividad que probablemente puedan originar un incendio.

Carga térmica; se evalúa la cantidad de calor en una superficie que tienen la posibilidad de producir una combustión de todos los materiales existentes. Inflamabilidad de los combustibles; es la posibilidad de que se presente una ignición con respecto a los combustibles presentes.

Almacenamiento en altura; si existe un almacenamiento en lugares superiores a los 2m, aumenta el peligro de que se produzca un incendio.

Orden y limpieza; evalúa el orden y limpieza del lugar analizado, así como también la existencia de un plan de mantenimiento de las instalaciones, así como también el respeto a los lugares asignados para el almacenamiento respectivo.

Concentración de valores; es el valor asignado a la cuantía de pérdidas económicas que puede ocasionar un incendio dentro de las instalaciones, sin considerar las pérdidas posteriores.

Los factores de destructibilidad analizan la posibilidad que las maquinarias, equipos, materia prima, etc.; sean destruidos por factores generados en un incendio o por la acción de agentes extintores del mismo. Dentro del análisis se ponderan los siguientes: calor, humo, corrosión y agua.

Propagabilidad horizontal; al existir líneas de producción en serie o de tipo “lineal”; en la que la materia prima utilizada, materiales o maquinaria ofrezca la continuidad para la posible propagación de las llamas.

Propagabilidad vertical; al existir elementos (maquinaria, estructura) ubicados de tal forma que permita la propagabilidad en vertical; también cuando existe almacenamiento en altura.

Detección automática; para poder estimar este factor, debe existir en todos los lugares del edificio, puede existir dos variables con vigilancia humana y sin vigilancia humana; con lo que se refiere a un control continuo, además cada uno de estos ítems se divide en si los medios de detección se encuentran conectados a una central.

Rociadores automáticos; tendrá las mismas opciones que la detección automática y para calificarlo debe existir de forma obligatoria en todo el edificio o localidad.

Extintores portátiles; se debe tener muy en cuenta si existen y si tienen un plan de revisión y mantenimiento adecuado.

Al igual que las bocas de incendio. La existencia de hidrantes exteriores también será un valor preponderante en el momento del análisis.

Equipos de intervención contra incendios; se valorara la existencia de brigadas de primera y segunda intervención. Para considerar ubicar la puntuación correspondiente se debe tener en cuenta si el personal está debidamente capacitado, que existan en todo el horario de trabajo y que exista el material de protección adecuado.

Los planes de emergencia también se convierten en un factor dentro del análisis. Contar con un Plan de Emergencia es responsabilidad de todas las instituciones públicas y privadas. De poco o nada sirve un plan de emergencia técnicamente bueno, si reposa en un cajón. Tanto su elaboración como la puesta en práctica requieren de la cooperación de los integrantes de las instituciones.

La fórmula del método MESERI es:

$$P = [5/129]x + [5/30]y + 1[BCI] \quad [4]$$

Dónde:

x = La suma de los factores generadores o agravantes

y = La suma de los factores de protección

BCI = Brigada contra incendio

Tabla 18. Análisis cuantitativo del resultado del método MESERI

| P | Significado | Nivel de riesgo |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 0 a 2 | Se debe suspender todas las actividades e implementar las medidas correctivas y preventivas necesarias. De no ser posible controlar, eliminar o disminuir el riesgo se debe planificar un cambio en las instalaciones. Implementación obligatoria del plan y brigadas de emergencia | Intolerable Muy grave |
| 2,1 a 4 | No se puede continuar con el trabajo hasta implementar las medidas correctivas y preventivas. Implementación obligatoria del plan y brigadas de emergencia | Importante Riesgo grave |
| 4,1 a 6 | Es necesario implementar las medidas de prevención y correctivas en el menor tiempo posible. Implementación obligatoria del plan y brigadas de emergencia | Controlable Riesgo medio |
| 6,1 a 8 | No es obligatorio mejorar el control de riesgos; se pueden buscar soluciones más rentables y eficaces. Se requiere de verificaciones periódicas. | Aceptable Riesgo leve |
| 8,1 a 10 | Se debe continuar con la verificación de efectividad del plan y brigada de emergencia al igual que el mantenimiento correspondiente a los medios de protección y detección. | Trivial Riesgo muy leve |

Fuente: (MAPFRE, 1978)

Tabla 19. Análisis método de evaluación del riesgo de incendio MESERI

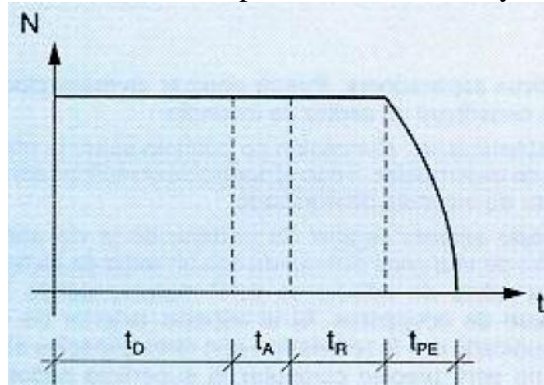
| Nombre de la Empresa: Epoch -Ingeniería Electrónica | | Servicios | | Fecha: | Riobamba, 07 de septiembre, 2015 | Área: | Modular | | |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------|---------|---|---|
| Persona que realiza evaluación: | | Sr. Moya/Sr. Ávila | | | | | | | |
| Concepto | | Coefficiente | Puntos | Concepto | | Coefficiente | Puntos | | |
| CONSTRUCCIÓN | | | | DESTRUCTIBILIDAD | | | | | |
| Nº de pisos | Altura | | | Por calor | | | | | |
| 1 o 2 | menor de 6m | 3 | 3 | Baja | 10 | 5 | | | |
| 3,4, o 5 | entre 6 y 15m | 2 | | Media | 5 | | | | |
| 6,7,8 o 9 | entre 15 y 28m | 1 | | Alta | 0 | | | | |
| 10 o más | más de 28m | 0 | | Por humo | | | | | |
| Superficie mayor sector incendios | | | | Baja | 10 | 10 | | | |
| de 0 a 500 m ² | | 5 | Media | 5 | | | | | |
| de 501 a 1500 m ² | | 4 | Alta | 0 | | | | | |
| de 1501 a 2500 m ² | | 3 | 4 | Por corrosión | | | | | |
| de 2501 a 3500 m ² | | 2 | | Baja | 10 | 0 | | | |
| de 3501 a 4500 m ² | | 1 | | Media | 5 | | | | |
| más de 4500 m ² | | 0 | | Alta | 0 | | | | |
| Resistencia al Fuego | | | | Por Agua | | | | | |
| Resistente al fuego (hormigón) | | 10 | 10 | Baja | 10 | 0 | | | |
| No combustibel (metálica) | | 5 | | Media | 5 | | | | |
| Combustible (madera) | | 0 | | Alta | 0 | | | | |
| Falsos Techos | | | | PROPAGABILIDAD | | | | | |
| Sin falsos techos | | 5 | 5 | Vertical | | | | | |
| Con falsos techos incombustible M0 | | 3 | | Baja | 5 | 3 | | | |
| Con falsos techos combustible M4 o peor | | 0 | | Media | 3 | | | | |
| FACTORES DE SITUACIÓN | | | | Alta | 0 | | | | |
| Distancia de los Bomberos | | | | Horizontal | | | | | |
| menor de 5 km | 5 min. | 10 | 10 | Baja | 5 | 0 | | | |
| entre 5 y 10 km | 5 y 10 min. | 8 | | Media | 3 | | | | |
| entre 10 y 15 km | 10 y 15 min. | 6 | | Alta | 0 | | | | |
| entre 15 y 25 km | 15 y 25 min. | 2 | | SUBTOTAL (X) | | | 73 | | |
| más de 25 km | 25 min. | 0 | | FACTORES DE PROTECCIÓN | | | | | |
| Accesibilidad de edificios | | | | INSTALACIONES Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN | | | | | |
| Buena | | 5 | 1 | | | SV | CV | | |
| Media | | 3 | | Detección automática | | | | | |
| Mala | | 1 | | Sin CRA | 0 | 3 | 0 | | |
| Muy mala | | 0 | | Con CRA | 2 | 4 | | | |
| PROCESOS | | | | Rociadores automáticos | | | | | |
| Peligro de activación | | | | Sin CRA | 5 | 7 | 0 | | |
| Bajo | | 10 | 5 | Con CRA | 6 | 8 | | | |
| Medio | | 5 | | Extintores portátiles | | | 0 | | |
| Alto | | 0 | | Bocas de incendio equipadas | | | 2 | 4 | 0 |
| Carga Térmica | | | | Hidrantes exteriores | | | 2 | 4 | 0 |
| Bajo | Inferior 1000 Mj/m ² | 10 | 10 | ORGANIZACIÓN | | | | | |
| Moderada | Entre 1000 y 2000 | 5 | | Brigadas de primera intervención | | 2 | 2 | 0 | |
| Alta | Entre 2000 y 5000 | 2 | | Brigadas de segunda intervención | | 4 | 4 | 0 | |
| Muy alta | Superior a 5000 | 0 | | Plan de autoprotección y emergencia | | 2 | 4 | 0 | |
| Combustibilidad | | | | SUBTOTAL (Y) | | | | 0 | |
| Bajo | | 5 | 3 | CONCLUSIÓN (Coeficiente de Protección) | | | | | |
| Medio | | 3 | | $P = \frac{5}{129}x + \frac{5}{30}y + 1(BCI)$ | | | | | |
| Alto | | 0 | | P | 2,8 | Riesgo Grave | | | |
| Orden y Limpieza | | | | OBSERVACIONES: Cada vez que se hacen mejoras dentro de los factores X y Y disminuimos los riesgos de incendios; este método permite cuantificar los daños y su aplicación frecuente minimiza los daños a personas. | | | | | |
| Alto | | 10 | 5 | | | | | | |
| Medio | | 5 | | | | | | | |
| Bajo | | 0 | | | | | | | |
| Almacenamiento en Altura | | | | | | | | | |
| menor de 2 m. | | 3 | 2 | | | | | | |
| entre 2 y 4 m. | | 2 | | | | | | | |
| más de 6 m. | | 0 | | | | | | | |
| FACTOR DE CONCENTRACIÓN | | | | | | | | | |
| Factor de concentración S/m² | | | | | | | | | |
| Menor a 600 | | 3 | 0 | | | | | | |
| entre 600 y 1500 | | 2 | | | | | | | |
| Superior a 1500 | | 0 | | | | | | | |
| Realizado por: | | Revisado por: | | Aprobado por: | | | | | |

Fuente: SGR / Autores

3.9 Cálculo estimado de vías y tiempos de evacuación

La mejor forma de precautelar la integridad de los ocupantes es la de que se puedan trasladar a un sitio seguro a través de una ruta adecuada en un tiempo aceptable, de esta manera se considerara como una evacuación eficiente.

Figura 12. Relación entre el número de personas evacuadas y el tiempo de evacuación



Fuente: (INSHT, 1999)

La suma de todos estos tiempos es el tiempo de evacuación. Estos están en función de la implementación del plan de emergencias, al no existir se tomara los valores máximos para realizar el cálculo respectivo.

El tiempo de detección (t_D), es el lapso de tiempo desde el momento mismo que se inicia la emergencia y el momento en que la o las personas responsables den el aviso de alarma. Desglosándolo se tendría el tiempo de detección automática o humana, el de la comprobación de la emergencia y el de aviso para iniciar la alarma.

El tiempo de alarma (t_A), es el tiempo en que se emiten las señales de evacuación correspondientes (audibles, luminosos o sonoros). Esto depende de las tecnologías de detección implementadas.

El tiempo de retardo (t_R), se lo considera como el tiempo en que las personas asimilan la señal de alerta y evacuación y empiecen a dirigirse a las salidas más cercanas. Influye en gran medida la eficacia de envío de los mensajes de alerta.

El tiempo de evacuación; es el tiempo en que las personas se demoraran en recorrer desde su puesto de trabajo hasta la salida más cercana.

3.9.1 *Uso estimado del uso del edificio.* En la tabla que se encuentra a continuación se detalla el área de cada departamento y cuantas personas lo usan habitualmente.

Tabla 20. Uso del modular de Ingeniería Electrónica

| Planta | Unidad | Espacio/ambiente/lugar de trabajo | Área [m ²] | Ocupantes |
|--------|-----------------|-----------------------------------|------------------------|-----------|
| 1 | Académico | EIE – 103 | 75,65 | 30 |
| 1 | Académico | EIE – 102 | 77,49 | 30 |
| 1 | Académico | EIE – 101 | 73,80 | 30 |
| 1 | Apoyo académico | Sala de profesores | 75,65 | 12 |
| 1 | Apoyo académico | Laboratorio de comunicación | 22,80 | 11 |
| 1 | Cir. Interna | Pasillo | 35,61 | |
| 2 | Administrativo | Archivo | 18,45 | 2 |
| 2 | Apoyo académico | Sala de profesores | 19,37 | 3 |
| 2 | Apoyo académico | Sala de profesores | 20 | 3 |
| 2 | Apoyo académico | Servidores | 11,72 | 2 |
| 2 | Serv. Generales | Servicio Higienico | 13,40 | 3 |
| 2 | Apoyo académico | Sala de profesores | 71,19 | 30 |
| 2 | Apoyo académico | Laboratorio de Redes Industriales | 73,80 | 25 |
| 2 | Apoyo académico | Laboratorio de electronica | 75,65 | 25 |
| 2 | Apoyo académico | Área de hadware | 18,00 | 3 |
| 2 | Cir. interna | Pasillo | 39,41 | |
| Total | 722 | 209 | | |

Fuente: Autores

3.9.2 *Cálculo de la vía de evacuación.* Existe una sola ruta de evacuación, por lo cual se debe verificar que es la adecuada para el número de personas que utilizan el edificio y de no ser así tomar las medidas correctivas pertinentes.

Figura 13. Escalera de evacuación del modular de Ingeniería Electrónica



Fuente: Autores

El ancho de las escaleras no cumple con los parámetros de la norma NTP INEN ISO 21542, por lo cual se verificará si se encuentra apta para usarla como medio de evacuación con referencia al número de ocupantes.

$$P \leq 3S + 160A \quad (5)$$

Dónde:

P = El número de ocupantes

S = Superficie útil de la escalera

A = Ancho de la escalera

La fórmula anterior hace referencia a los ocupantes probables de la planta alta. Según la normativa INSHT, el ancho de las escaleras de evacuación no debe ser menor a 1 m, con dicha medida se estima que la superficie útil es de 11 m², la altura total del edificio es de 7,5 m, y la altura desde la planta baja al techo es de 4 m. Entonces se tiene que:

$$S = 7,5 \times 11/4 A \quad (6)$$

Reemplazando:

$$96 \leq 3 \times 20,6A + 160A$$

$$A \geq 0,43$$

El ancho de las escaleras es de 1,6 m, y el ancho mínimo requerido es de 0,43 m, es decir se está cumpliendo con los requerimientos de seguridad que se necesitan.

3.9.3 *Cálculo del tiempo de evacuación.* Estimando que cualquier persona adulta que no tenga ningún tipo de impedimentos físicos ni mentales pueda recorrer cualquier distancia a una velocidad aproximada de un metro sobre segundo, se realizaran los cálculos correspondientes.

Al no existir ningún medio de detección automática el tiempo de detección será de 10 minutos ya que será mediante el personal. El tiempo de alarma implica el envío de mensajes, sonidos o luces. No debe ser superior a un minuto.

El tiempo de retardo, cuando el personal está debidamente capacitado y se han realizado los simulacros correspondientes no debe exceder el minuto. Si no existe el plan de emergencia el tiempo de retardo puede extenderse hasta cinco minutos.

El tiempo propio de evacuación, es aquel en una persona se demora en recorrer desde el punto A hasta la salida más cercana. Para un análisis adecuado se debe tomar la distancia más lejana a la salida. Es decir la distancia desde el laboratorio multimedia en la planta alta hasta la salida del modular. El tiempo aproximado es de un minuto.

$$\begin{aligned}T_E &= T_D + T_A + T_R + T_{PE} & (7) \\T_E &= 10min + 1min + 5min + 1min \\T_E &= 17min\end{aligned}$$

El tiempo aproximado para que el modular quede totalmente evacuado es de diecisiete minutos.

CAPÍTULO IV

4. ELABORACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA

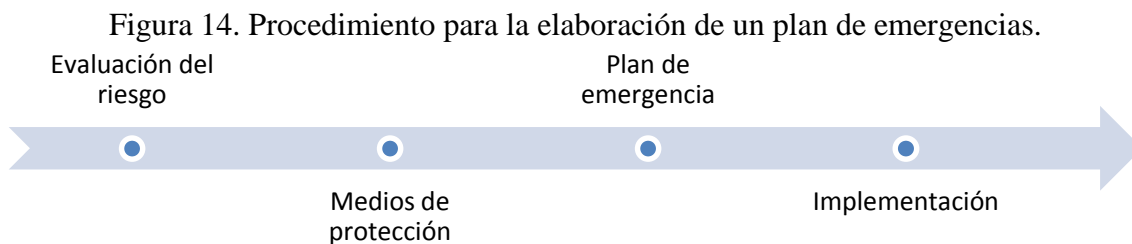
4.1 Objetivo general

Precautelar la integridad física de todos los ocupantes y los bienes existentes en el modular de Ingeniería Electrónica.

4.2 Importancia de un plan de emergencia

La vigente legislación en el Ecuador, requiere la implementación de planes de emergencia y contingencia para determinados tipos de edificaciones o actividades. De no existir una ley o normativa se debe implementar un plan de emergencia cuando las consecuencias humanas o materiales sean demasiado altas. Esto ocurre con mayor frecuencia en lugares de alta concurrencia pública, independientemente de la labor que en ellos se realice. Un siniestro representa un riesgo grave para todas las personas que lo utilicen.

El conjunto de medidas de prevención-protección prevista y/o implantada, así como la secuencia de actuaciones a realizar ante la aparición de un siniestro deben estar normalizadas por escrito y ser conocidas por todas aquellas personas que puedan verse afectadas.



Fuente: Autores

En el capítulo III se realizó el análisis de riesgos, así como también la evaluación de los medios existentes de protección, llegando a la conclusión de que no existe ningún medio que alerte, prevenga o mitigue la existencia de una emergencia, así como también la falta de capacitación y conciencia del peligro a cada uno de los usuarios del modular de Ingeniería Electrónica, precautelando su seguridad y bienestar

4.3 Clasificación de las emergencias

Para elaborar el plan de emergencias se debe tener en cuenta que tipo de emergencias se pueden suscitar dentro del edificio y cual pudiera ser su magnitud.

Simulacro de emergencia; situación en la que de forma voluntaria se simula una situación de riesgo, no precisa que todas las personas involucradas sepan sobre la realidad de los sucesos; ya que busca evaluar la respuesta de las personas y la preparación de las mismas.

Conato de emergencia; situación que puede ser controlada de forma rápida y con una solución sencilla, para ello se debe buscar la implementación de las brigadas de primera intervención. Solo utiliza los medios de protección disponibles dentro del edificio o locación.

Emergencia parcial; es una situación en la cual deben intervenir todos los integrantes de las brigadas y se usara todos los medios de protección disponibles, se realizara una evacuación parcial o por zonas afectadas. Esta emergencia no generara daños a sectores aledaños o colindantes.

Emergencia general; además de la intervención de todas la brigadas y el uso de los medios de protección; se necesita la intervención de organismos externos como bomberos, defensa civil, etc., la evacuación es realizada de forma total.

4.4 Selección de elementos de detección, alerta y protección

Se debe instalar una alarma manual para dar los avisos correspondientes de evacuación; pero en el caso de un incendio se necesita otras medidas de protección como extintores, rociadores automáticos detectores de humo. Para saber qué tipo de elementos se debe instalar en el modular, se va a aplicar el método de GUSTAV PURT.

Este método se basa en el análisis de dos variables; el riesgo del edificio y el riesgo del contenido ponderando diferentes factores similares a los del método MESERI, cabe recalcar que ambos métodos tienen de base el método de evaluación GRETENER. El cuál es el método base para varios métodos de análisis.

Calculo del riesgo del edificio (GR)

$$GR = \left[[Q_m] * C + Q_i \right] * B * L \left[W * R_i \right] \quad (8)$$

Dónde:

Q_m = Coeficiente de carga calorífica

C = Coeficiente de combustibilidad

Q_i = Coeficiente correspondiente a la carga calorífica del inmueble

B = Coeficiente correspondiente a la situación e importancia del sector corta fuegos

L = Coeficiente correspondiente al tiempo necesario para iniciar la extinción

W = Factor correspondiente a la resistencia al fuego de la estructura portante de la constructora.

R_i = Coeficiente de reducción del fuego

Tabla 21. Coeficiente de la carga térmica Q_m

| Escala | Mcal/m ² | Q_m |
|--------|---------------------|-------|
| 1 | 0-60 | 1 |
| 2 | 61-120 | 1,2 |
| 3 | 121-240 | 1,4 |
| 4 | 241-480 | 1,6 |
| 5 | 481-960 | 2 |
| 6 | 961-1920 | 2,4 |
| 7 | 1921-3840 | 2,8 |
| 8 | 3841-7680 | 3,4 |
| 9 | 7681-15360 | 3,9 |
| 10 | Mas de 156361 | 4 |

Fuente: (INSHT, 1984)

Tabla 22. Coeficientes de Combustibilidad C

| Escala | Clase de riesgo material | C |
|--------|--------------------------|-----|
| 1 | Fe VI | 1 |
| 1 | Fe V | 1 |
| 1 | Fe IV | 1 |
| 2 | Fe III | 1,2 |
| 3 | Fe II | 1,4 |
| 4 | Fe I | 1,6 |

Fuente: (INSHT, 1984)

Tabla 23. Coeficientes de carga calorífica del inmueble Q_i

| Escala | Mcal/m ² | Q_i |
|--------|---------------------|-------|
| 1 | 0-80 | 0 |
| 2 | 84-180 | 0,2 |
| 3 | 184-280 | 0,4 |
| 4 | 284-400 | 0,6 |

Fuente: (INSHT, 1984)

Tabla 24. Coeficiente influencia del sector corta fuego B

| Escala | Características | B |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1 | Superficie del sector corta fuego inferior a 1500 m ² Maximo 3 plantas Altura del techo 10 m | 1,0 |
| 2 | Superficie del sector corta fuego entre a 1500 m ² y 3000 m ² De 4 o 8 plantas Altura del techo entre 10 y 25 m Situado en el segundo sotano o mas abajo | 1,3 |
| 3 | Superficie del sector corta fuego entre a 3000 m ² y 10000 m ² Mas de 8 plantas Altura del techo superior a 25 m Situado en el segundo sotano o mas abajo | 1,6 |
| 4 | Superficie del sector corta fuego superior a 10000 m ² | 2,0 |

Fuente: (INSHT, 1984)

Tabla 25. Coeficiente de distancia y tiempo de llegada de los bomberos L

| Escala | Tiempo de intervención | 10 min 1 km | 10-20 min 1-6 km | 20-30 min 6-11 km | 30 min 11 km |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------|----------------------|-----------------|
| 1 | Bomberos profesionales Bomberos de la empresa | 1,0 | 1,1 | 1,3 | 1,5 |
| 2 | Puesto de policia Bomberos de la empresa dispuestos a intervenir siempre | 1,1 | 1,2 | 1,4 | 1,6 |
| 3 | Puesto de intervencion de bomberos | 1,2 | 1,3 | 1,6 | 1,8 |
| 4 | Cuerpo local de bomberos sin reten. | 1,4 | 1,7 | 1,8 | 2,0 |

Fuente: (INSHT, 1984)

Tabla 26. Coeficiente de resistencia al fuego de los elementos constructivos

| Escala | Clase de resistencia al fuego | W | Correspondencia a una carga calorifica [Mcal/m ²] |
|--------|-------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------|
| 1 | F-30 | 1,0 | - |
| 2 | F-30 | 1,3 | 148 |
| 3 | F-60 | 1,5 | 240 |
| 4 | F-90 | 1,6 | 320 |
| 5 | F-120 | 1,8 | 460 |
| 6 | F-180 | 1,9 | 620 |
| 7 | F-240 | 2,0 | 720 |

Fuente: (INSHT, 1984)

Cálculo de riesgo del contenido IR

$$IR = H * D * F \quad (9)$$

Dónde:

H = Coeficiente de daño a las personas.

D = Coeficiente de peligro para los bienes.

F = Coeficiente de influencia del humo.

Tabla 27. Coeficiente de reducción del riesgo Ri

| Escala | Apreciación | Ri | Datos |
|--------|------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Mayor que normal | 1 | Inflamabilidad facilitada por el almacenaje extremadamente abierto o poco compacto de las materias combustibles. Combustion previsible generalmente rapido. Numero de focos de ignición peligrosos mayor que normal. |
| 2 | Normal | 1,3 | Inflamabilidad normal debido a almacenaje medianamente abierto y poco compacto de las materias combustibles. Combustión previsible normal. Focos de ignición habituales. |
| 3 | Menor que normal | 1,6 | Inflamación reducida por almacenaje de una parte (24-50%) de la materia combustible en recipientes incombustibles o de muy difícil combustión. Almacenaje muy denso de los materiales combustibles. Desarrollo muy rapido de un incendio poco probable. En principio el edificio es de una sola planta. De superficie inferior a 3000m ² . |
| 4 | Muy pequeño | 2 | Muy debil probabilidad de ignición debido al almacenaje de materias combustibles en recipientes cerrados de chapa de acero o de un material equivalente por su resistencia al fuego y almacenaje muy denso. En principio, probabilidad de combustión lenta (fuegos lentos) |

Fuente: (INSHT, 1984)

Tabla 28. Coeficiente del peligro a las personas H

| Escala | Grado de peligro | H |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1 | No hay peligro para las personas | 1 |
| 2 | Hay peligro para las personas, pero estas no están imposibilitadas para moverse (pueden eventualmente salvarse por sí solas). | 2 |
| 3 | Las personas en peligro están imposibilitadas (evacuación difícil por sus propios medios). | 3 |

Fuente: (INSHT, 1984)

Tabla 29. Coeficiente de destructibilidad D

| Escala | Grado de peligro | D |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1 | El contenido del edificio no representa un valor considerable o es poco susceptible de ser destruido (por sectores corta fuego) | 1 |
| 2 | El contenido del edificio representa un valor superior a Fr. \$2500/m ² o bien un valor total o superior a 2000000 en el interior del sector corta fuego y es susceptible de ser destruido | 2 |
| 3 | La destrucción de los bienes es definitiva y su pérdida irreparable (bienes culturales); es decir, los valores destruidos no pueden ser reparados de manera rentable, o bien representan una pérdida que constituye una amenaza para la existencia de la empresa. | 3 |

Fuente: (INSHT, 1984)

Tabla 30. Coeficiente del daño por humo F

| Escala | Grado de peligro | D |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1 | Sin peligro de humos o corrosión | 1 |
| 2 | Más de 20% del peso total de todos los materiales combustibles son materiales que desprenden mucho humo o productos de combustión tóxicos. Edificios o zonas corta fuego sin ventanas | 2 |
| 3 | Más del 50% del peso total de los materiales combustibles son materiales que desprenden mucho humo o productos de combustión tóxicos. Más del 20% del peso total de todos los materiales combustibles son productos que desprenden gases de combustión corrosivos. | 3 |

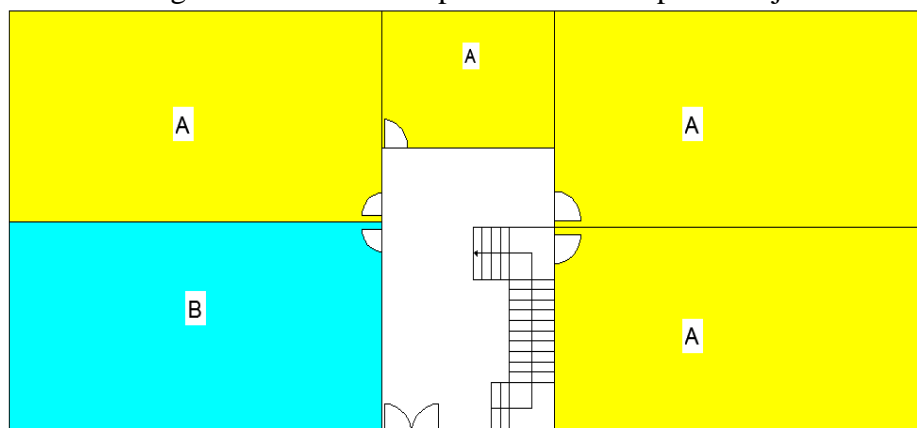
Fuente: (INSHT, 1984)

Tabla 31. Sectores de posibles conatos de incendios

| Planta | Unidad | Espacio/ambiente/lugar de trabajo | Área [m ²] | Ocupantes |
|--------|--------|-----------------------------------|-------------------------|-----------|
| 1 | A | EIE – 103 | 75,65 | 30 |
| 1 | | EIE – 102 | 77,49 | 30 |
| 1 | | EIE – 101 | 73,80 | 30 |
| 1 | | Laboratorio de comunicación | 22,80 | 11 |
| 1 | B | Sala de profesores | 75,65 | 12 |
| 2 | C | Archivo | 18,45 | 2 |
| 2 | | Sala de profesores | 19,37 | 3 |
| 2 | | Sala de profesores | 20 | 3 |
| 2 | D | Servidores | 11,72 | 2 |
| 2 | E | Sala de profesores | 71,19 | 30 |
| 2 | F | Laboratorio de Redes Industriales | 73,80 | 25 |
| 2 | | Laboratorio de electronica | 75,65 | 25 |
| 2 | | Área de hadware | 18,00 | 3 |

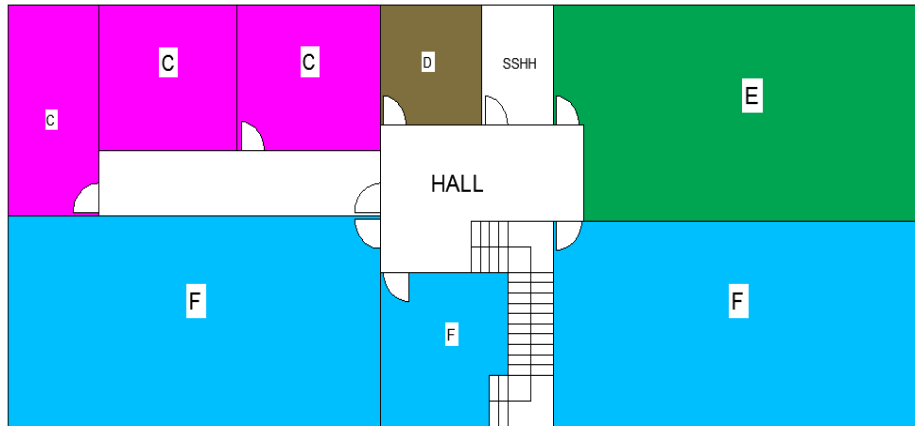
Fuente: Autores

Figura 15. Sectores de posibles conatos planta baja



Fuente: Autores

Figura 16. Sectores de posibles conatos planta alta



Fuente: Autores

Tabla 32. Carga de fuego en cada sector

| Sector | Qs | Qs | Qs |
|--------|---------------------|-------------------|-------------------|
| | Mcal/m ² | MJ/m ² | kg/m ² |
| A | 38 | 228 | 12 |
| B | 3 | 14 | 1 |
| C | 108 | 450 | 24 |
| D | 11 | 44 | 2 |
| E | 3 | 11 | 1 |
| F | 84 | 354 | 19 |

Fuente: Autores

Tabla 33. Asignación de coeficientes para el cálculo de Gr

| Sector | Qm | c | Qi | B | L | W | Ri | Gr |
|--------|-----|---|-----|---|-----|---|-----|-----|
| A | 1,0 | 1 | 0,2 | 1 | 1,2 | 2 | 2,0 | 0,4 |
| B | 1,0 | 1 | 0,2 | 1 | 1,2 | 2 | 2,0 | 0,4 |
| C | 1,2 | 1 | 0,2 | 1 | 1,2 | 2 | 1,6 | 0,5 |
| D | 1,0 | 1 | 0,2 | 1 | 1,2 | 2 | 2,0 | 0,4 |
| E | 1,0 | 1 | 0,2 | 1 | 1,2 | 2 | 2,0 | 0,4 |
| F | 1,2 | 1 | 0,2 | 1 | 1,2 | 2 | 2,0 | 0,4 |

Fuente: Autores

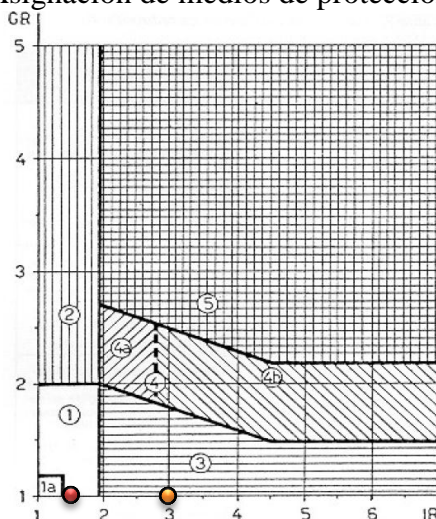
Tabla 34. Asignación de coeficientes para el cálculo de Ir

| Sector | H | D | F | Ir |
|--------|---|---|-----|-----|
| A | 1 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| B | 1 | 2 | 1,5 | 3,0 |
| C | 1 | 2 | 1,5 | 3,0 |
| D | 1 | 2 | 1,5 | 3,0 |
| E | 1 | 2 | 1,5 | 3,0 |
| F | 1 | 1 | 1,5 | 1,5 |

Fuente: Autores

Todos los valores serán asignados a cada una de las secciones tomando en cuenta sus áreas, tipo de fuego a producirse, posibles pérdidas o daños.

Figura 17. Asignación de medios de protección y detección



Fuente: Autores/ (INSHT, 1984)

Tabla 35. Análisis de los posibles resultados

| Sector | Significado |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Una instalación automática de protección contra incendio no es necesaria, pero si recomendable. |
| 1 ^a | Medidas superfluas especiales |
| 2 | Instalación automática de extinción necesaria; instalación de pre detección no apropiada al riesgo |
| 3 | Instalación de pre detección necesaria, instalación automática de extinción (sprinklers) no apropiada al riesgo |
| 4 | Doble protección (por instalación de pre detección y extinción automática). De no realizar la doble protección tener en cuenta la posición del límite. |
| 4 ^a | Instalación de extinción |
| 4b | Instalación de pre detección |
| 5 | Doble protección por instalaciones de pre detección y de extinción automática necesarias |

Fuente: (INSHT, 1984)

Según el análisis realizado por el método de Gustav Purt; de la gráfica se obtienen dos resultados.

Tabla 36. Resultados del análisis del método de Gustav Purt

| Ubicación | Sección | Resultados |
|-----------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | A-F | Instalación automática de protección contra incendio no es necesaria. |
| | B-C-D-E | Instalación de pre detección necesaria, instalación automática de extinción no apropiada al riesgo |

Fuente: Autores

Ya que el resultado de análisis indica que no es necesario la instalación de medios de extinción automática de incendios, el método recomienda la instalación de extintores portátiles en cada una de los sitios probables de incendio.

4.5 Selección de extintores portátiles

Para seleccionar el extintor portátil el Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios del Ecuador, especifica en su artículo 31, seleccionar el extintor de acuerdo a la norma NFPA 10 Extintores Portátiles Contra Incendios.

Para seleccionar el extintor de forma adecuada se debe identificar de manera adecuada los siguientes factores.

- Tipo de incendio que pueda ocurrir
- Tamaño de incendio
- Efectividad del extintor
- Clasificación del riesgo
- Equipos eléctricos cercanos
- Condiciones de temperatura
- Adecuación del extintor a su ambiente

Según la NFPA se pueden clasificar en tres los tipos de riesgos de incendio que puedan ocurrir. Leve [carga térmica menor a 35 kg/m²]; moderado [carga térmica entre los 35 kg/m² y los 75 kg/m²]; grave [carga térmica mayor a 75 kg/m²]. En el caso del modular de Ingeniería Electrónica solo existen dos tipos de fuegos; tipo A [madera, papel, fibras y plásticos] y fuego de tipo C, del tipo eléctrico. Al riesgo de tipo C se lo evaluará como un foco de ignición y se valorará de forma inmediata la cantidad de elementos combustibles a su alrededor. La carga térmica no excede los 35 kg/m² en ninguno de los sectores delimitados. Es decir en todos los sectores se tiene un riesgo leve. Para poder utilizar las tablas estandarizadas de la norma NFPA 10 se debe transformar las unidades, es decir de medidas internacionales [m²] al sistema inglés [ft²].

Tabla 37. Área de cada uno de los sectores [ft²]

| Sector | Área [ft ²] |
|--------|-------------------------|
| A | 2688 |
| B | 814 |
| C | 814 |
| D | 126 |
| E | 766 |
| F | 223 |

Fuente: Autores

Ningún sector tiene un área que supere los 6 000 ft², medida mínima estandarizada dentro de las tablas de la NFPA 10.

Según la norma NFPA 10, la clasificación del extintor según el riesgo es de 2A.

Al evaluar el riesgo de un incendio a causa de fallas eléctricas, se evalúa el porcentaje del material de recubrimiento y el porcentaje del material combustible más cercano; dicho material es de tipo A, es decir el de la calificación anterior, con lo que la nueva clasificación del extintor es 2AC.

Tabla 38. Área máxima protegida por extintores en pies cuadrados [ft²]

| Clasificación del extintor | Ocupación de riesgo leve | Ocupación de riesgo ordinario | Ocupación de riesgo alto |
|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| 1A | — | — | — |
| 2A | 6 000 | 3.000 | — |
| 3A | 9 000 | 4 500 | — |
| 4A | 11 250 | 6 000 | 4 000 |
| 6A | 11 250 | 9 000 | 6 000 |
| 10A | 11 250 | 11 250 | 10 000 |
| 20A | 11 250 | 11 250 | 11 250 |
| 30A | 11 250 | 11 250 | 11 250 |
| 40A | 11 250 | 11 250 | 11 250 |

Fuente: (NFPA, 2007)

La disposición de los equipos eléctricos puede provocar un incendio tridimensional, en este caso la norma específica utilizar un extintor de 10 lbs mínimo con una capacidad de descarga de 1 lb/s. Las consideraciones para ubicar los extintores son:

- Los extintores deben estar colocados en un lugar visible de fácil acceso y disposición inmediata.
- Deben estar colocados a lo largo de las vías de circulación.
- No deben estar obstruidos ni ocultos de la vista
- Si no se puede evitar una obstrucción visual de manera completa, se debe instalar rótulos para identificar el lugar exacto del emplazamiento.
- Los extintores con un peso bruto no mayor a 40 lbs deben ser instalados a una altura tal que la parte superior del extintor no esté a más de 1,53 m de alto

- Las instrucciones de uso deben estar ubicadas de forma frontal y visible.
- el área dispuesta para el extintor debe estar debidamente identificada, dimensionada y señalizada con cinta refractiva.
- Los gabinetes no deben tener un cerrojo, exceptuando los casos en que puedan ser sometidos a abuso.
- Los extintores dentro de un gabinete o hueco en la pared deben ubicarse de tal manera que las instrucciones queden hacia afuera.

Tabla 39. Características del extintor de PQS multipropósito ABC [fosfato de amonio]

| Método de operación | Capacidad | Alcance horizontal del chorro | Tiempo aprox. de descarga | Protección requerida bajo 40 °F | Clasificación UL |
|-----------------------|------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------|----------------------|
| Presurizado | 1 a 5 lbs | 5 a 12 ft | 8 a 10 seg | No | 1 a 3AC y 2A a 10BC |
| Presurizado o capsula | 2½ a 9 lbs | 5 a 12 ft | 8 a 15 seg | No | 1 a 4AC y 10 a 40BC |
| Presurizado o capsula | 9 a 17 lbs | 5 a 20 ft | 10 a 25 seg | No | 2 a 20AC y 10 a 80BC |

Fuente: (NFPA, 2007)/Autores

Tabla 40. Características del extintor de agente halogenado [Halon 1211 bromoclorodifluorometano]

| Método de operación | Capacidad | Alcance horizontal del chorro | Tiempo aprox. de descarga | Protección requerida bajo 40 °F | Clasificación UL |
|---------------------|-------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Presurizado | 5½ a 9 lbs | 9 a 15 ft | 8 a 15 seg | No | 1A:10BC |
| Presurizado | 13 a 22 lbs | 14 a 16 ft | 10 a 18 seg | No | 2 a 4 AC y 20 a 80 BC |

Fuente: (NFPA, 2007)/Autores

Un extintor de 5 lbs de PQS multipropósito, cumple con todas las características necesarias de protección para todas las secciones.

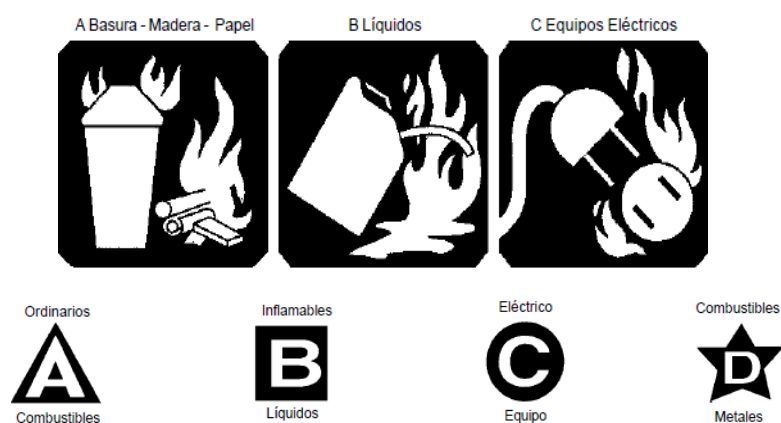
4.5.1 Condiciones de seguridad. Todos los extintores portátiles deben tener las siguientes condiciones mínimas de seguridad.

- Debe estar montado y ubicado de tal manera que se pueda quitar de forma fácil en caso de un incendio.

- De ser el caso se debe considerar el uso de guantes para el uso del extintor
- De fácil acceso, es decir que no se necesite subirse a sillas o escaleras pequeñas para poder acceder al extintor.
- Los extintores portátiles deben estar correctamente identificados por sus símbolos, ubicados en la parte frontal.
- La saturación del componente extintor en una localidad específica debe ser previamente analizada, ya que el agente es tóxico que en grandes concentraciones en lugares pequeños puede llegar a ser mortal.
- Se debe tener en cuenta los daños que puede generar el agente extintor a los equipos e instalaciones.

En el caso de estudio la saturación no en las oficinas que son los lugares más pequeños no va a ser tan alta debido a sus dimensiones con relación a la capacidad del extintor. Además los equipos que se utilizan son accesibles y de fácil limpieza.

Figura 18. Símbolos de identificación del tipo de agente extintor y en qué caso se puede usar



Fuente: (NFPA, 2007)

- La disposición del extintor será de tal manera que desde ningún foco de ignición se tenga que recorrer una distancia mayor a 12 m. Ya sea un recorrido radial o no.
- En la ubicación se debe considerar la ruta de evacuación y las puertas de salida y en lo posible situarlos cerca de ellas.

- Los extintores de incendio con un peso bruto no mayor de 40 lb (18.14 kg) deben instalarse de manera que la parte superior de extintor no está a más de 5 pies (1.53 m) sobre el suelo.

4.6 Selección de los elementos de detección

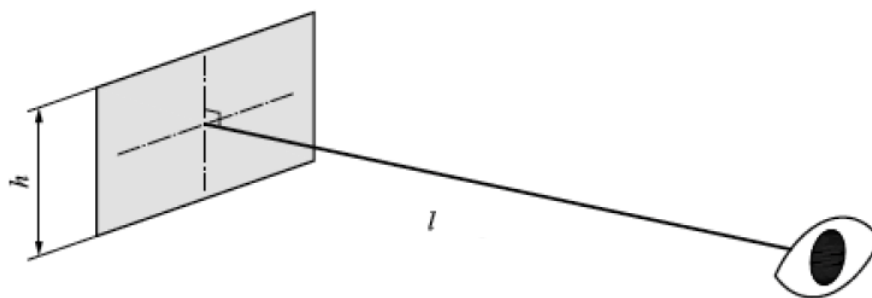
Para elegir el tipo de detector adecuado se debe tener en cuenta tan solo dos parámetros, si la combustión que se puede generar es lenta, es decir gran cantidad de humo y poco calor o de combustión rápida de gran cantidad de calor y llamas. En el primer caso se debe instalar un detector de humo; para el segundo un detector térmico o si el riesgo lo amerita la combinación de ambos.

Para el caso en estudio se necesita instalar un detector de humo debido al tipo de carga térmica que contiene (fuego clase A) y a la cantidad de dicha carga térmica.

4.7 Dimensionamiento de la señalética

Para dimensionar la señalética se debe utilizar la norma NTE INEN ISO 3864-1, en la cual se indican los parámetros básicos para una correcta identificación del pictograma de seguridad.

Figura 19. Esquema de visualización de un pictograma de seguridad



Fuente: (ISO, 2011)

$$l = z_0 h \quad (10)$$

Dónde:

l = la distancia de visualización.

z_o = Factor de distancia.

h = la altura de la señalética.

De forma teórica, se debe realizar el análisis de dimensionamiento para cada señalética que se vaya a implementar y dar las medidas acordes a esos resultados. Pero de forma práctica todas las señales deben ser del mismo tamaño.

Por ello se aplicara la formula a la distancia más lejana y de más difícil observación. De esta manera se mejorara la calidad de percepción de los pictogramas de seguridad en todo el edificio.

La distancia más lejana de observación va a ser de 5 m (debido a la ubicación de las diferentes señaléticas); la norma señala que cuando no se pueda averiguar de manera adecuada el porcentaje de la población con visión normal (como en el caso de estudio), el factor z_o a utilizarse será de 60.

Para señales externamente iluminadas, el factor se verá afectado por el nivel de iluminación; en el caso analizado, las señales de seguridad serán iluminadas por luces de emergencia; entonces, se deberá multiplicar el factor por 0,5 (factor estándar recomendado por la norma).

Además el ángulo de observación influye directamente en la identificación correcta de la señal de seguridad por ello también se le debe asignar un valor, el menor angula de observación será de 30°.

$$h \geq l_s / (z_o \times \cos \theta \times 0,5)$$

Dónde:

l_s = distancia requerida para una observación segura

z_o = factor de distancia pertinente

$\text{Cos}\theta$ = Factor de observación

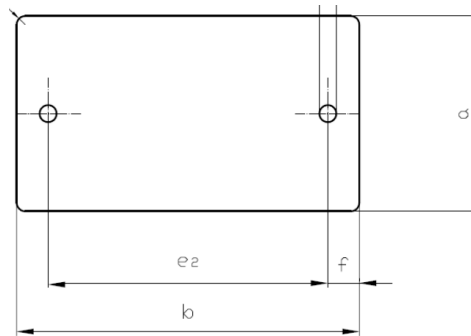
0,5 = Factor de iluminación de emergencia

$$h \geq 5 \text{ m} / 60 \times \cos 30 \times 0,5$$

$$h \geq 191,57 \text{ mm}$$

Este valor debe ser normalizado, por lo que se debe cotejar con los valores determinados de la norma NTE INEN 878 Rótulos, Placas Rectangulares y Cuadradas. Dimensiones.

Figura 20. Disposiciones del rotulo rectangular o cuadrado



Fuente: (INEN, 2013)

Para letreros cuadrados solo se da una medida de 200 mmx200 mm, medida que cumple con los requerimientos del cálculo realizado.

4.7.1 *Requerimientos que deben cumplir la señalética.* Además de cumplir todo lo estipulado en la norma NTE INEN ISO 3864-1, la señalética debe cumplir distintos requerimientos según las siguientes normas.

- ISO 16069. Símbolos gráficos – Señales de seguridad – Sistema de señalización de rutas de evacuación.
- ISO 7010. Símbolos gráficos – Colores de seguridad y señales de seguridad – Registro de señales de seguridad.
- ISO 3864-3. Símbolos Gráficos – Colores de Seguridad y Señales de Seguridad – Parte 3: Diseños Principales para Símbolos Gráficos Usados en Señales de Seguridad.
- ISO 3864-4. Símbolos Gráficos – Colores de Seguridad y Señales de Seguridad – Parte 4: Propiedades Colorimétricas y Fotométricas de los Materiales para Señales de Seguridad.

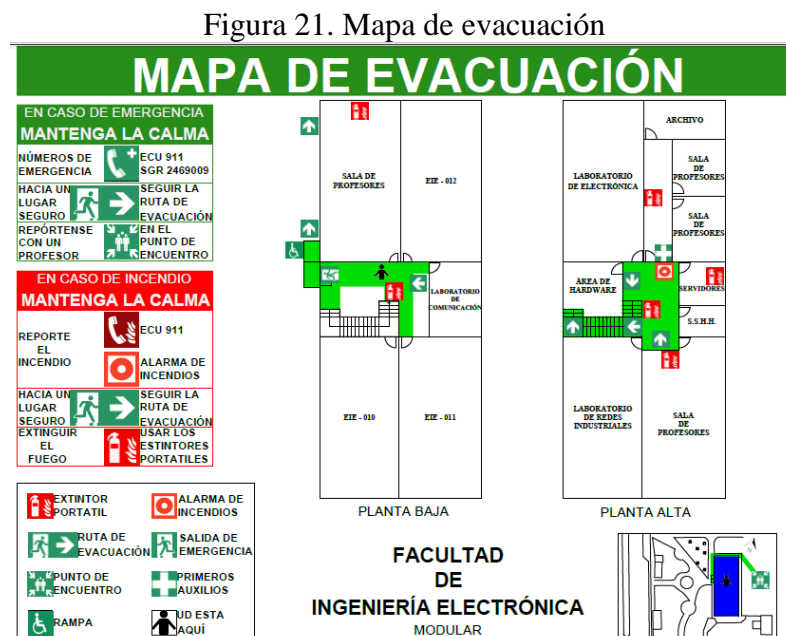
4.8 Mapa de evacuación

Para diseñar el mapa de evacuación dentro del país no existe una norma estándar o requerimientos estipulados en leyes u ordenanzas.

Por ello para el diseño de dicho mapa se debería basar en la norma ISO 23601 Identificación de Seguridad. Mapa de Evacuación y Escape. En la cual se identifican los parámetros mínimos así como las medidas que un mapa de evacuación debe tener.

Los parámetros que la norma estipula como esenciales y que no se pueden omitir son los siguientes.

- Ubicación de los elementos de protección y detección contra incendios
- Identificación de la ruta de evacuación.
- Identificación y significado de los pictogramas de seguridad.
- Números de emergencia válidos para dentro del país.
- Identificación de la locación analizada.
- Acciones en caso de emergencia y en caso de incendio.



Fuente: Autores

Además, la norma específica que dichos mapas se deben imprimir a una escala 100:1, para que sea fácil su identificación y su correcta interpretación.

4.9 Punto de reunión

Para determinar el lugar idóneo para ubicar el punto de reunión, al cual todos los ocupantes del modular deberán dirigirse en caso de una evacuación total o parcial se debe tener en cuenta el entorno que lo rodea.

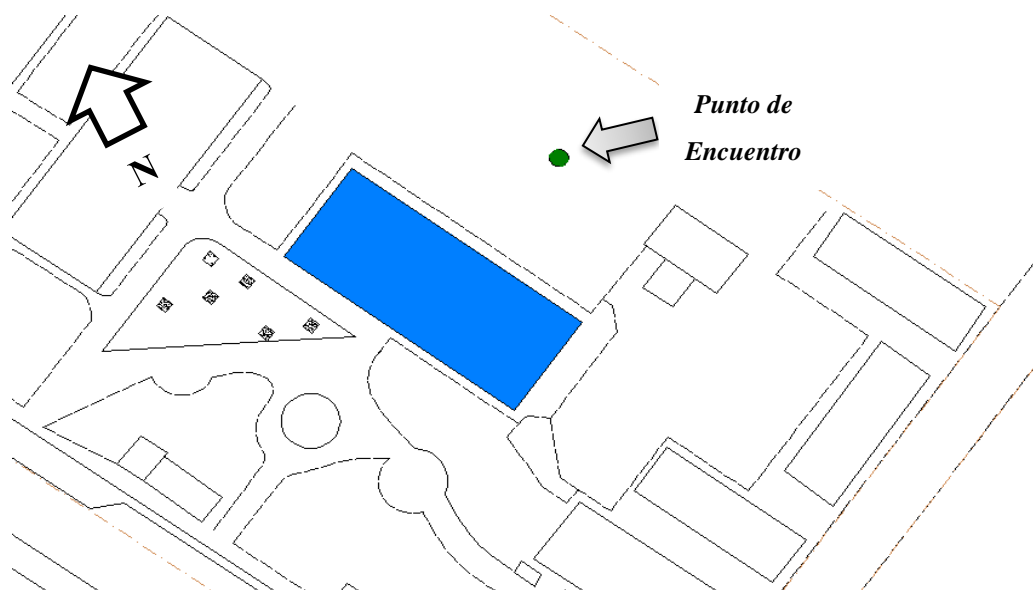
En la figura 24 se observa que en la parte frontal del edificio existen arboles con un tamaño de seis metros, aproximadamente, dependiendo del tipo y la intensidad de la emergencia estos pueden verse afectados, y ocasionar daños a las personas que se encuentren en el radio de afectación de los mismos.

Existe una única vía de acceso hasta el modular de ingeniería electrónica, y es por la parte frontal de la edificación.

Tanto en la parte norte como en la parte sur de la edificación se encuentran con edificaciones, de la escuela de Física y Matemática y aulas pre fabricadas de la Facultad de Ingeniería Electrónica.

En la parte posterior del modular se cuenta con el espacio suficiente para albergar de forma segura a todas las personas que usen el modular, además de que no existen líneas eléctricas de alta ni baja tensión, tampoco árboles o postes que puedan colapsar.

Figura 22. Ubicación del punto de encuentro



Fuente: Autores

El punto de encuentro se debe situar en la parte posterior del edificio a 7 m de la pared y a 6 m de los baños. La altura de ubicación de la señalética debe ser tal que se pueda identificar de manera fácil y rápida.

4.10 Punto seguro

Después de realizar la evacuación total o parcial del edificio hacia el punto de encuentro, se recomienda ir hacia un punto seguro el cual estará ubicado en una locación totalmente apartada de todos los riesgos que existen en los alrededores. Para ubicar este punto seguro se debe tener en cuenta si existe la posibilidad de poder ubicarlo, debido a que las empresas o instituciones no siempre cuentan con el espacio disponible para ello.

En este caso de análisis, si existe el área necesaria para ubicar un punto seguro, pero se analiza que en el punto de reunión cuenta con varios parámetros necesarios para considerarlo como un punto seguro, tales como: lejanía de líneas eléctricas de alta y baja tensión, distancia prudencial de caída de objetos, no existen árboles o estructuras que puedan colapsar. Por ello al punto de reunión se lo considera como un punto seguro.

4.11 Brigadas de emergencia

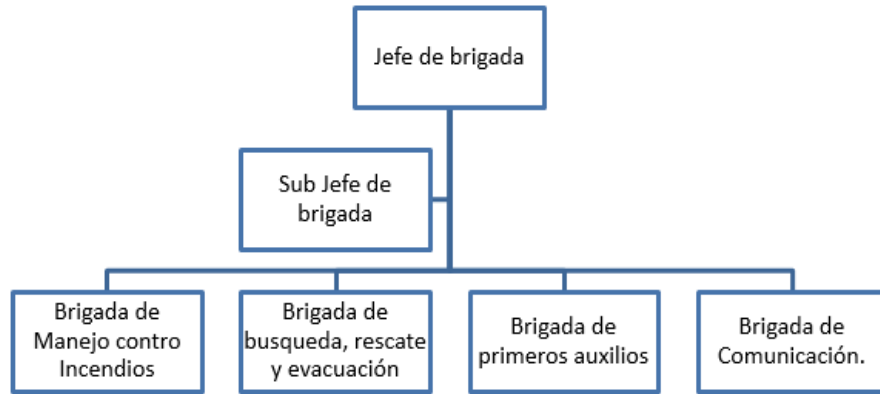
Constituye un grupo de personas correctamente capacitadas, adiestradas y organizadas para actuar en caso de emergencia. También deberán tener una actitud pro activa en harás de prevenir situaciones de emergencia.

Existen dos tipos de brigadas, de primera intervención y de segunda intervención, para mejorar la actuación de las brigadas de segunda intervención estas se pueden dividir en brigadas de evacuación, búsqueda y rescate, control de incendios, primeros auxilios y comunicación. De forma indispensable se debe formar al menos dos brigadas, la brigada de primeros auxilios y la brigada de control y manejo de incendios.

Jerarquizar las brigadas permite asignar tareas específicas a todos los miembros que conforman las brigadas, agilitando su accionar, precautelando mantener la calma y controlar la emergencia de manera adecuada y rápida, sin crear pánico entre los usuarios del edificio o instalación. Se debe tener muy en claro la labor de cada brigada, sus obligaciones y responsabilidades. Capacitarlas en los temas referentes y específicos a sus

áreas, dotar de los implementos necesarios y de ser preciso los equipos de protección individual; cada una de las brigadas deberá tener un líder de brigada que coordine y exija las capacitaciones respectivas y periódicas.

Figura 23. Organigrama de jerarquía de las brigadas



Fuente: (SGR, 2010)

4.11.1 *Jefe de brigada.* En el caso de suscitarse una emergencia es la persona con mayor autoridad. Su accionar será desde el centro de control, lugar en el cual llegaran todos los llamados o avisos de emergencia. De ser necesario contará con personal de asesoramiento y apoyo.

4.11.2 *Sub jefe de brigada.* Es la persona que tomara las riendas de la situación de emergencia en caso de que el jefe de brigada no se encuentre o las acciones a tomar sean tan extensas que se necesite de otra persona en un lugar diferente.

Generalmente el jefe y sub jefe de brigada son las personas con mayor rango administrativo dentro de la institución o empresa.

4.11.3 *Líder de brigada.* Es la persona encargada de dirigir las acciones antes, durante y después de una emergencia. Ejecutará las órdenes del jefe o sub jefe de emergencias; dependiendo del caso, debe ser una persona permanente, de fácil localización en cualquier momento de la jornada de trabajo. Al llegar los organismos externos de ayuda, cederá el mando de las operaciones, prestando su ayuda de ser posible e informando de la situación actual de forma clara.

4.11.4 *Brigada de primera intervención.* Creadas esencialmente para el manejo y control de incendios. Dentro del plan de emergencias de la SGR no se encuentra

debidamente identificada y no menciona su formación dentro de las brigadas de emergencia

Debe conocer las normas fundamentales de la prevención de incendios, además de estar capacitados en el manejo e identificación de extintores y tener los conocimientos necesarios en temas como: agentes extintores, operación de sistemas fijos de extinción, plan de emergencia y tener práctica en extinción con extintores portátiles. Se encuentran distribuidos por áreas y si un miembro de un área en concreto se traslada a una diferente, no deberá intervenir en caso de emergencia.

4.11.5 *Brigada de evacuación, búsqueda y rescate.* Su labor se centra en precautelar la integridad física de todos los ocupantes del edificio o instalación.

4.11.6 *Brigada de manejo y lucha contra incendios.* Además de la BPI, dentro de las empresas o instituciones; si se requiere, se deberá implementar una brigada especializada en el manejo del equipo de extinción de incendios.

Por lo general si se necesita la implementación de esta brigada, se le da la dotación de equipo de protección individual contra incendio, como trajes, cascos, botas, guantes, etc.; esto se debe a que las empresas que necesitan de estas brigadas son clasificadas como de alto riesgo o son empresas que cuentan con una cantidad considerable de trabajadores y bienes materiales que son susceptibles a pérdidas irreparables.

4.11.7 *Brigada de primeros auxilios.* Las personas que conformen esta brigada deben pedir y estar correctamente capacitadas tanto teórica como práctica, en la atención y ayuda a las personas que puedan estar con alguna lesión o herida durante una emergencia.

Evitar que personas que tengan cualquier tipo de fobia integren esta brigada es esencial, ya que podrían convertirse en una carga al resto de miembros de las brigadas. Además de ser personas capaces de trabajar bajo presión.

4.11.8 *Brigada de comunicación.* Esta brigada debe tener definido su centro de operaciones, que debe ser el lugar más seguro y de menor probabilidad de ocurrencia de una emergencia. El jefe de brigada puede dirigir las acciones desde este sitio determinado guiando al resto de las brigadas para evitar la aglomeración y el conflicto.

Tabla 41. Funciones del Jefe de brigada

| Estado de la emergencia | Actividades |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Antes | <p>Conocer del Mapa de Riesgos de la Empresa Conocer del Mapa de Recursos de la Empresa Revisar las estrategias necesarias para la implantación del plan de emergencias. Programar jornadas de capacitación Desarrollar ejercicios de entrenamiento (Simulacros)</p> |
| Durante | <p>Evaluar las prioridades de la emergencia Mantener el alcance del control en la emergencia Una vez determinada la emergencia, activar los sistemas de comunicación INTERNA instalados en la planta alta del modular, se los pulsara para los siguientes eventos: a) EMERGENCIA: Objetivo: <u>Coordinar con los brigadistas de incendio y primeros auxilios, así como con organismos de apoyo externo.</u> ➤ Llamar al 911, b) EVACUACION: Objetivo: <u>Coordinar con los brigadistas de alarma y evacuación, así como con organismos de apoyo externo.</u> Para ayuda externa, en caso de incendios, activar el procedimiento de aviso: ➤ Llamar al 911.</p> |
| Después | <p>Emitir un informe preliminar de la emergencia atendida. Auditar el resultado de las medidas de actuación previstas para analizarlas y evaluarlas Coordinar la recolección de los informes de daños y pérdidas ocasionadas por la emergencia. Decidir si procede la paralización de las actividades En caso de emergencia, tiene plenas atribuciones para disponer del personal, equipos y medios que estime necesarios para el mejor desarrollo de sus funciones.</p> |

Fuente: Autores

Tabla 42. Funciones de la brigada de primeros auxilios

| Estado de la emergencia | Actividades |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Antes | <p>Conocer el Mapa de Riesgos Conocer el Mapa de Recursos Mantener una dotación adecuada de insumos médicos para atender las emergencias en el botiquín. Asegurarse de contar con un sistema ágil y oportuno de medicina ambulatoria. ➤ Participar en capacitación, entrenamiento, simulacros y mantenerse actualizado en técnicas de primeros auxilios.</p> |
| Durante | <p>En activación de <u>Alarma de Emergencias</u>, confirmar y atender los eventuales accidentados. Comunicar inmediatamente al Jefe de Brigada. Valorar la situación de los lesionados, clasificarlos y atenderlos según prioridad. Coordinar y acompañar el traslado del lesionado al centro asistencial de ser requerido Los integrantes del grupo de Primeros Auxilios permanecerán en el área prestando asistencia a quienes la necesiten y saldrán con el resto de personas cuando se esté evacuando. Cuando se requiera movilización especial de personas afectadas, notificarán a cualquier otro integrante de la brigada de Emergencias o persona la ayuda necesaria.</p> |
| Después | <p>Diligenciar el registro de atención de primeros auxilios. Evaluar la calidad de los primeros auxilios prestados. Realizar los ajustes necesarios al plan de atención.</p> |

Fuente: Autores

Tabla 43. Funciones de la brigada de manejo y lucha contra incendios

| Estado de la emergencia | Actividades |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Antes</p> | <p>Conocer el Mapa de Recursos Conocer el Mapa de Riesgos Mantener operativos (funcionando, señalizados y despejados equipos y sistema contraincendios). En activación de Alarma de Emergencias, confirmar presencia de accidentados, llama, humo en alguna dependencia del edificio.</p> |
| <p>Durante</p> | <p>En caso de incendio, proceder en forma técnica y ordenada a realizar la extinción del fuego, ingresar al sitio de impacto para controlar la situación solo a nivel de extintores. Si no es posible controlar la situación: evacuar el lugar afectado y comunicar al Jefe de Brigada para que proceda a dar a la alarma general y evacuar de forma total. Cortar la energía eléctrica desde el tablero principal Si se ha comenzado a evacuar, salir solo con lo indispensable y de ser el caso servir de guía a visitas y/o estudiantes. Revisar baños y otras dependencias en que se pudieran quedar personas atrapadas e ir cerrando las puertas de las dependencias a fin de evitar la propagación de humo y llamas. Si la atmosfera es demasiado densa, por el humo y los gases, cubrir su nariz y boca con un paño mojado.</p> |
| <p>Después</p> | <p>Verificar que todas las personas de su piso hayan salido. Comprobarlo mediante la lista de ingreso de estudiantes dado por los profesores. Reportar la situación de su personal, al igual que de las condiciones anómalas que detectó durante la evacuación de su grupo. Reunirse con el staff de la organización y brigadistas para evaluar lo ocurrido. Cooperar con la investigación y preservar las evidencias o pruebas que sirvan para la investigación de las causas del incendio.</p> |

Fuente: Autores

Tabla 44. Funciones de la brigada de evacuación búsqueda y rescate

| Estado de la emergencia | Actividades |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>antes</p> | <p>Identificar las rutas de evacuación y los puntos de encuentro para facilitar la guía de evacuación a todo el personal en la emergencia. Identificar en cada piso del edificio las tomas eléctricas de poder que deberán desconectarse en la evacuación Activar la alarma manual En activación de Alarma de Emergencias, confirmar presencia de accidentados, llama, humo Comunicar inmediatamente al Coordinador de Emergencias.</p> |
| <p>durante</p> | <p>Coordinar la evacuación del personal. En caso de Incendios, informar al Jefe de Brigadas, para activar el procedimiento de aviso. Dirigir al personal al punto de encuentro Para las personas discapacitadas o que tengan dificultad de bajar al punto de encuentro, el brigadista de Emergencia de ese piso tiene la obligación, de ayudarlo a bajar y pedir ayuda a alguna persona en caso de requerirlo. Impedir que las personas a su cargo regresen a la zona de peligro. Proceder en forma segura y técnica a evacuar personas Abrir todos los accesos identificados en la empresa para la evacuación.</p> |
| <p>después</p> | <p>Verificar que todas las personas de su piso hayan salido. Comprobarlo mediante la lista de ingreso de personal dado Reportar la situación de su personal, al igual que de las condiciones anómalas que detectó durante la evacuación del personal.</p> |

Fuente: Autores

4.12 Acciones y procedimiento en caso de emergencia

Sin importar la naturaleza de la emergencia, esta necesitará la actuación de las personas encargadas y debidamente capacitadas además el uso de los medios de protección disponibles. Las acciones estándar a tomar son:

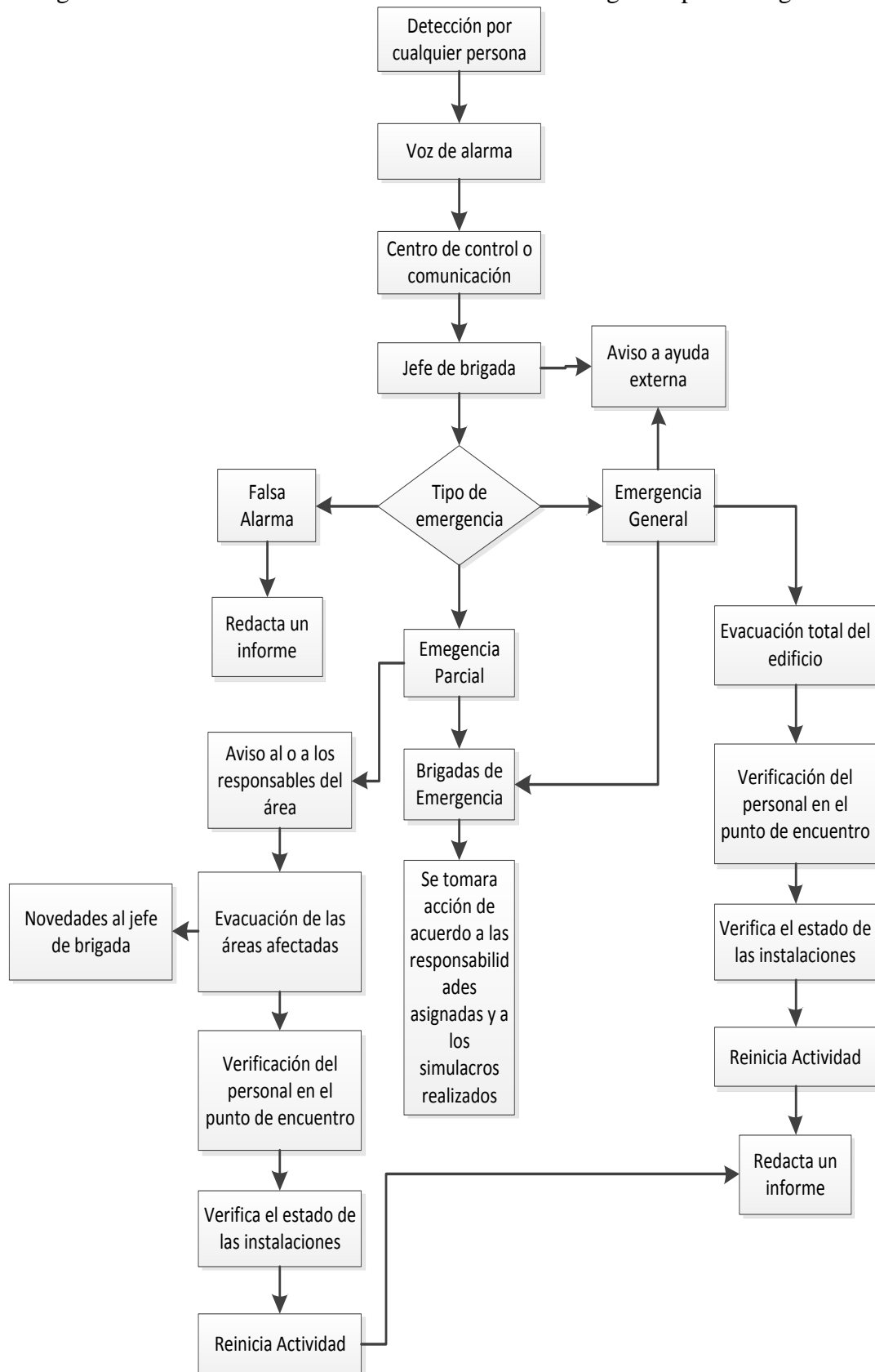
- La alerta que pondrá en acción de la manera más rápida a todas las brigadas de emergencia existentes. En caso de implementarse las BPI, estas serán las encargadas de dar la alerta a los demás organismos inmersos en el plan de emergencias.
- La alarma, da el inicio a la evacuación.
- Intervención y control de la emergencia, dependiendo de la gravedad y clasificación de la emergencia, existe la posibilidad de que se necesite la intervención de organismos externos de ayuda.



Fuente: (INSHT, 1983)

4.12.1 Protocolo de actuación en caso de una emergencia parcial o total.

Figura 25. Protocolo de actuación en caso de una emergencia parcial o general



Fuente: Autores/ (Plan Institucional de Emergencias para centros Educativos, 2005)

Es realmente aconsejable, establecer un centro de recolección de información y toma de decisiones en caso de una emergencia. Un lugar accesible y seguro dentro del edificio, centralizando los medios de comunicación interior y exterior, centrales de alarma y en general todos los medios de información inmersos en una emergencia.

El procedimiento de actuación en caso de emergencia se detalla en la figura 29, en la cual se analiza dentro del momento de detección por persona, hasta el momento en el que se retoman las actividades, garantizando la seguridad de todos los ocupantes.

4.12.2 *Protocolo de actuación en caso de incendio.* Se debe considerar un protocolo específico de actuación en caso de incendio, debido a la peligrosidad, manejo y sus posibles efectos en las personas y los bienes. Además de que solo en caso de incendio se evalúa la posibilidad de la existencia de un conato.

4.12.3 *Evacuación.* La orden de evacuación total, solo la puede dar una persona, después de evaluar la situación y gravedad de la emergencia. Generalmente la evacuación total de las instalaciones solo la puede dar el jefe de brigada.

Una evacuación parcial puede llevarse a cabo por decisión del encargado del aula o laboratorio si ameritara el caso, además del avaluado de un integrante de las BPI.

Definir de forma correcta el punto de reunión en caso de emergencia y señalar la ruta hasta el lugar especificado, es de vital importancia en este tipo de edificaciones, ya que cada semestre existen nuevos estudiantes así como la posibilidad de que foráneos visiten las instalaciones.

4.12.4 *Reinicio de actividades luego de una emergencia.* Antes de poder reiniciar las actividades dentro del edificio o instalación, se debe tener una evaluación del entorno edificado y determinar si es apto o no para volver a albergar a las personas de manera segura.

4.13 Rutas de acceso

Existe un solo lugar de ingreso hacia el modular de Ingeniería Electrónica, esto dificulta la acción de organismos de socorro y ayuda externos.

Figura 26. Acceso al modular de Ingeniería Electrónica



Fuente: (LAWRENCE, y otros, 2005)

Figura 27. Parte frontal del acceso al modular de Ingeniería Electrónica.



Fuente: Autores

CAPÍTULO V

5. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA

Una vez realizado el estudio de los lugares idóneos y más probables para la ubicación de los distintos elementos de protección y salvamento en caso de emergencia, se debe proceder a la ubicación de los mismos, con los parámetros y adecuaciones necesarios.

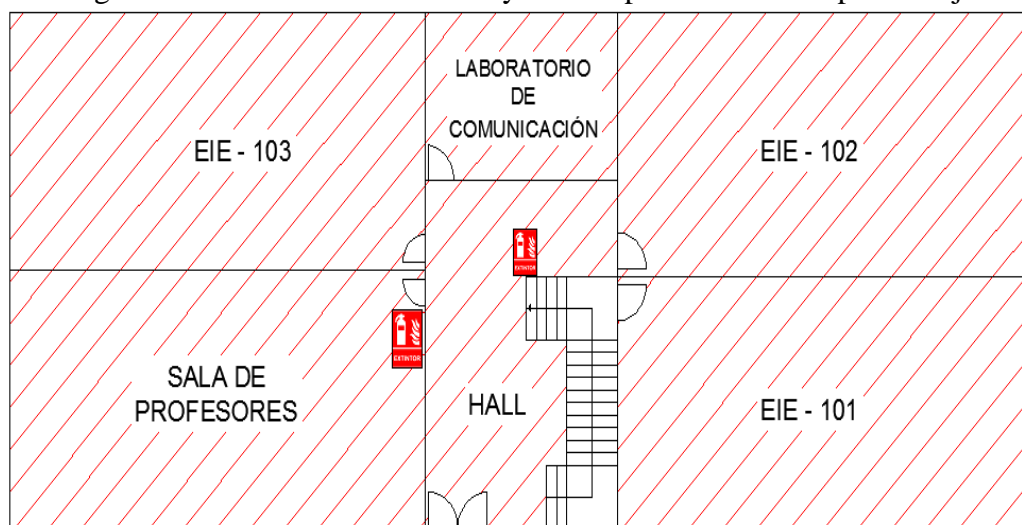
5.1 Ubicación de los elementos de protección y mitigación contra incendio

Como se analizó en el capítulo IV, literal 5. La posibilidad de que un incendio en tres dimensiones se produzca se debe a la forma en que ciertos equipos (redes de comunicación) se encuentran ubicados, por ello se instaló extintores de 10 lb de PQS multiuso.

Para su debida instalación se debe tomar en cuenta cada uno de los parámetros especificados en la norma NFPA 10, con la mención de la ubicación de los extintores dentro de gabinetes con cerrojo, debido a la posibilidad de que puedan ser sustraídos.

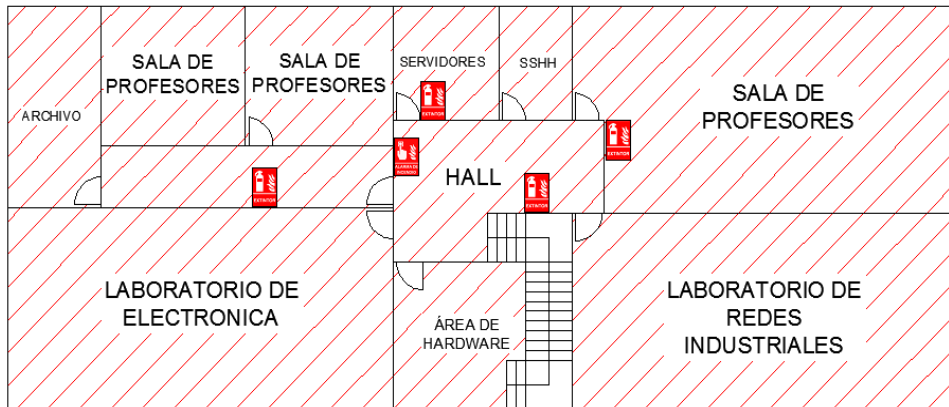
El área de protección y el recorrido hacia el extintor desde un conato o un punto de ignición debe ser un factor preponderante en el momento de ubicar el extintor. Por las áreas existentes en cada sección el número de extintores no será mayor a seis.

Figura 28. Ubicación del extintor y área de protección en la planta baja



Fuente: Autores

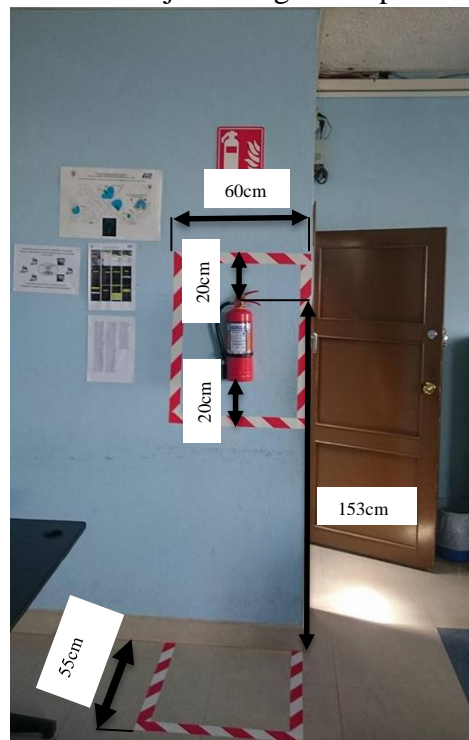
Figura 29. Ubicación de la alarma y del extintor y el área de protección en la planta alta



Fuente: Autores

Aquellos extintores portátiles que no estén ubicados dentro de un gabinete, se debe delimitar el área libre que deben tener los mismos, para ello se tomara como referencia las normas NTP 434 Superficies de Seguridad (INSHT, 1999), y NTP 511 Señales Visuales de Seguridad Aplicación Práctica. (INSHT, 2009)

Figura 30. Ubicación de franjas de seguridad para extintores portátiles



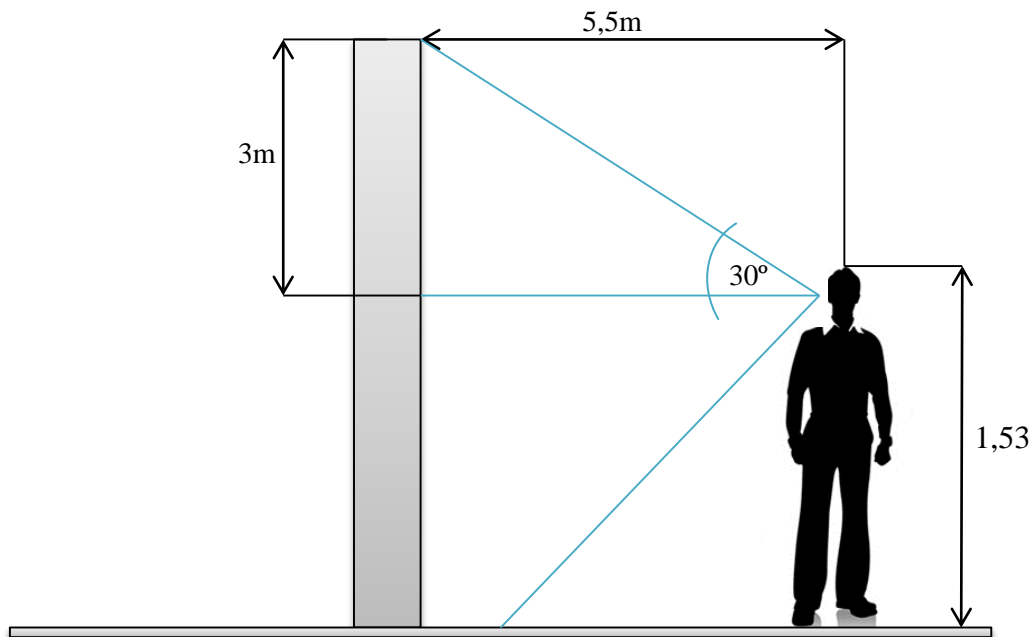
Fuente: Autores

Estas medidas están directamente relacionadas con las normas NTP antes mencionadas, permitiendo tener el espacio libre suficiente para no entorpecer la circulación dentro del edificio y mantener un área libre alrededor del extintor portátil.

5.2 Ubicación de la señalética

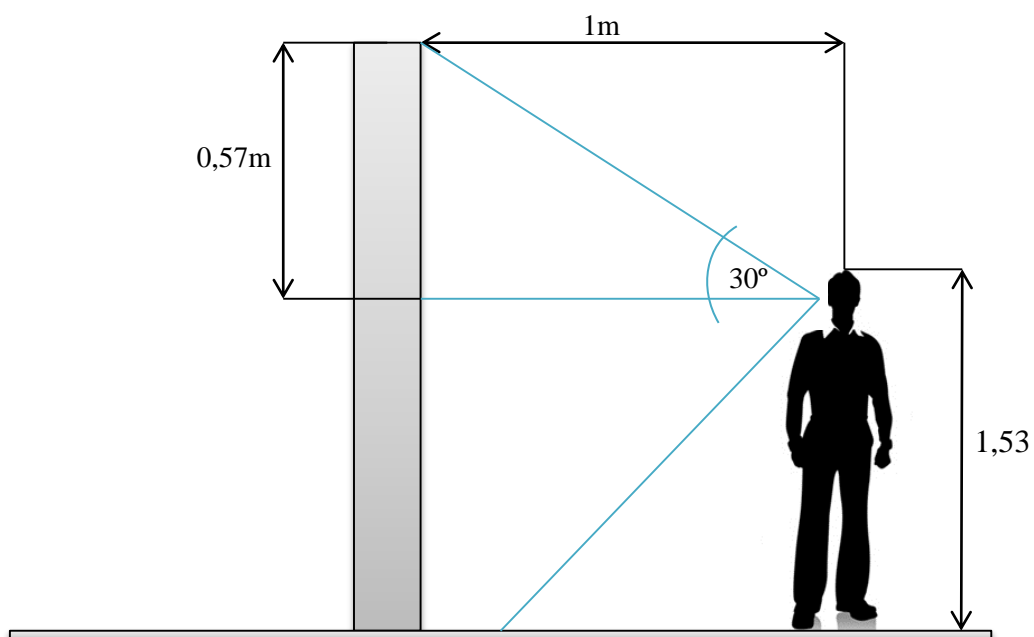
El objetivo del diseño y ubicación correcta de la ruta de evacuación es la de proveer la información precisa y con un solo significado, con las claves visuales necesarias para que los usuarios puedan identificarlos y seguir la ruta de evacuación.

Figura 31. Altura máxima de visión a una distancia de 5,5 m



Fuente: Autores

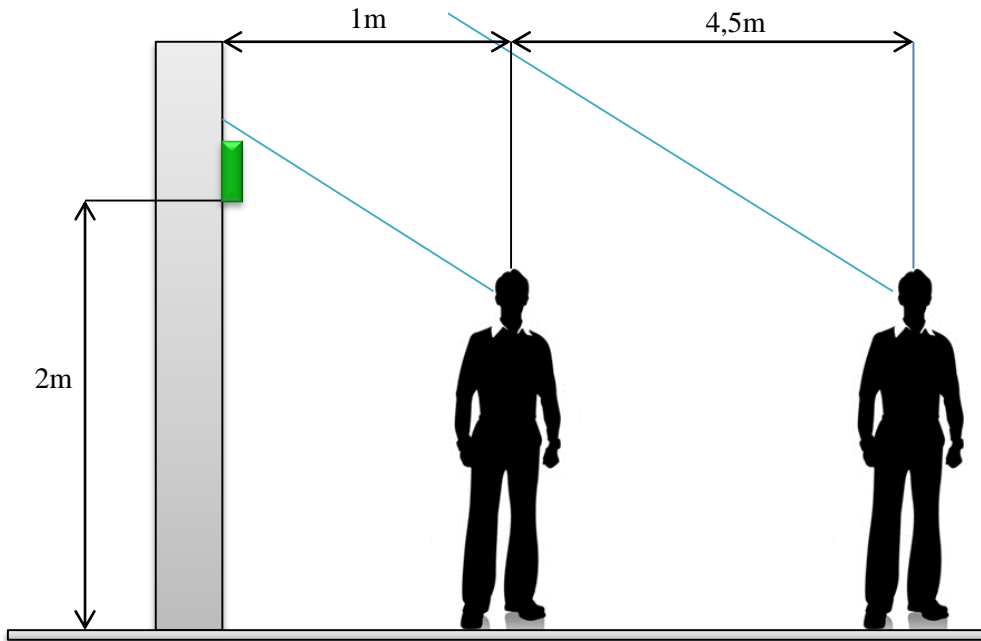
Figura 32. Altura máxima de visión a una distancia de 1 m



Fuente: Autores

Poder visualizar la señalética de manera correcta es de vital importancia, ya que de ello dependerá la rapidez de actuación en caso de emergencia, ya sea para seguir la ruta de evacuación o para identificar el lugar en el que se encuentra los elementos de protección contra incendios (extintores portátiles).

Figura 33. Visualización de la señalética



Fuente: Autores

Figura 34. Ubicación de la señalética planta baja



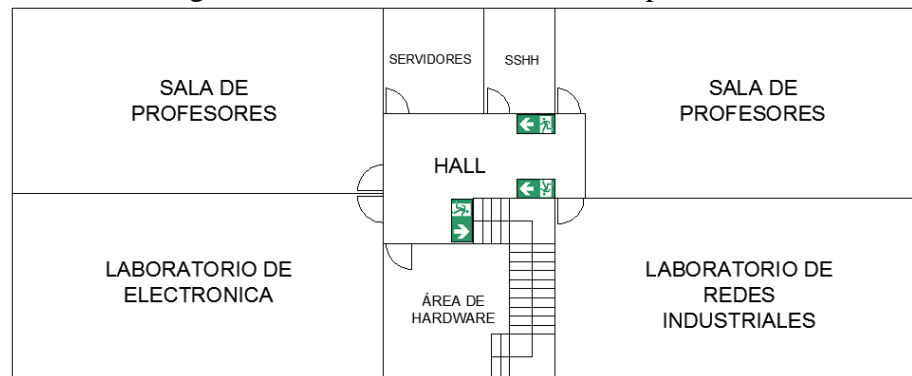
Fuente: Autores

Además de identificar los pictogramas de aviso, prohibición u obligatoriedad que pudieran existir. Disminuyendo los tiempos de evacuación de cada una de las locaciones existentes en el modular de la Escuela de Ingeniería Electrónica. La base para la ubicación es la norma ISO 16069 que detalla parámetros como altura, ubicación dentro de la ruta y ubicación de visualización con el objetivo de aumentar su probabilidad de visualización.

Según la norma ISO 16069 Sistema de Señalización de Rutas de Evacuación; señala la existencia de tres probables alturas de ubicación de los pictogramas de seguridad, estos son: ubicación baja (al nivel del suelo o a corta distancia del mismo), ubicación media (a la altura de observación lineal), ubicación alta (por encima de 1.8 m).

Existe un solo parámetro que se debe tener en cuenta para la ubicación de la señalética de seguridad en una posición alta, y es la estatura promedio de los posibles usuarios del modular, el INEC señala que la estatura promedio de una persona de 18 años o mayor, puede ir desde 1,53 m a 1,7 m. Por lo que para determinar la altura idónea de instalación se utilizará la altura de la persona de 1,53 m, ya que será la persona que más problemas de visualización en una ubicación alta tendrá.

Figura 35. Ubicación de la señalética planta alta



Fuente: Autores

5.3 Ubicación de las luces de emergencia

Las luces de emergencia o las luminarias autónomas, se diseñan de tal manera, para que puedan encenderse inmediatamente luego de que se produzca un corte de luz; no necesitan de mucha instalación, porque es un sistema muy fácil, tanto como tener que conectarse a la red de energía eléctrica, y así funcionará.

No es necesaria la ubicación de luces de emergencia en todo el recorrido de la ruta de evacuación. Hay que tener en cuenta que su poder lumínico hace que este tipo de iluminación solo se tome en cuenta como una guía hacia lugares específicos o lugares en donde se deba tomar una decisión en cuanto a que dirección tomar. Por ello se ubica solo dos luces de emergencia, una en la puerta de acceso/salida, debido a que ilumina el nodo principal y direcciona a todas las personas hacia la puerta.

Figura 36. Instalación de la luz de emergencia encima de la puerta principal



Fuente: Autores

Figura 37. Prueba de funcionamiento de la luz de emergencia



Fuente: Autores

5.4 Accesibilidad

En los últimos años se ha dado la importancia debida al tema de accesibilidad para personas discapacitadas, y a pesar del costo que esto conlleva, varias instituciones han realizado las inversiones debidas; el caso de la escuela de Ingeniería Electrónica no es una excepción a ello, se logró con un convenio conjunto con las autoridades de la ESPOCH

La norma NTE INEN ISO 21542, especifica que la pendiente puede ser menor en un rango de 1 a 20, la pendiente máxima en mm/m debe ser menor a 50, y no requiere pasamanos. Esta rampa es apta para uso interior y exterior.

La rampa que se implemento tiene unas medidas de 278 cm de largo y 18 cm de alto, es decir su pendiente es de 15,4. Valor que está dentro de los parámetros de la norma. El ancho de dicha rampa es de 120 cm, dicho valor concuerda con uno de los requerimientos de la norma en el cual indica que ninguna rampa de acceso debe ser menor a 1,2 m.

El descanso de la rampa es de 1,7. Dicho parámetro cumple con lo estipulado en la norma, en donde es su parte textual estipula, en las entradas de zonas urbanas o de edificios ya existentes el espacio mínimo libre debe ser mayor a 900 mm. (ISO, 2011)

Figura 38. Rampa de acceso



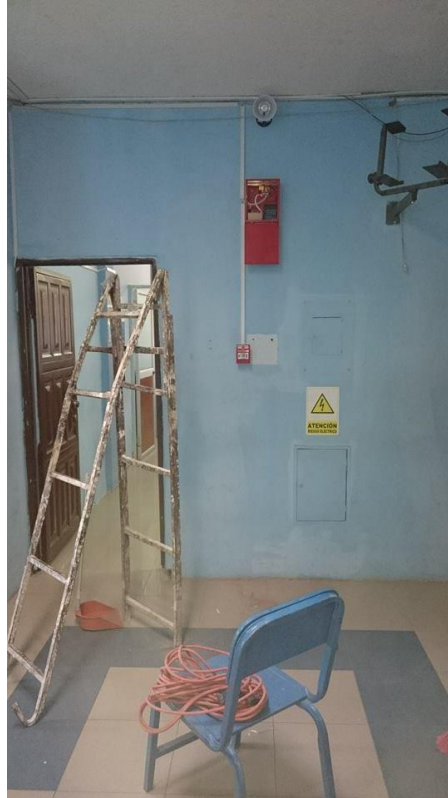
Fuente: Autores

5.5 Instalación de medios de comunicación de la emergencia

Las instalaciones y su caja térmica no ameritan la instalación de medios automáticos de detección y alerta, por ello se instaló una alarma contra incendio de activación manual.

El interruptor de accionamiento se lo ubico en la planta alta, ya que en dicha planta se ubica el valor más alto de carga térmica, además del área de hardware y el área de redes. Esta alarma debe ser utilizada como aviso de evacuación total del modular y su activación solo dependerá de una sola persona que conforme parte de las brigadas de emergencia.

Figura 39. Instalación de la alarma



Fuente: Autores

5.6 Instalación de medios de detección de humo

El detector de humo que se instaló es de tipo iónico, por ser de mayor fiabilidad, ser el más usado y de fácil obtención. Es un tipo de detector que usa una batería; no se instaló detectores de humo conectados a la línea de energía eléctrica; debido a que, los disponibles en el mercado tienen la particularidad de funcionar solo conectados con la red eléctrica y quedar totalmente inutilizados si existe un corte de energía.

Figura 40. Detector de humo tipo iónico



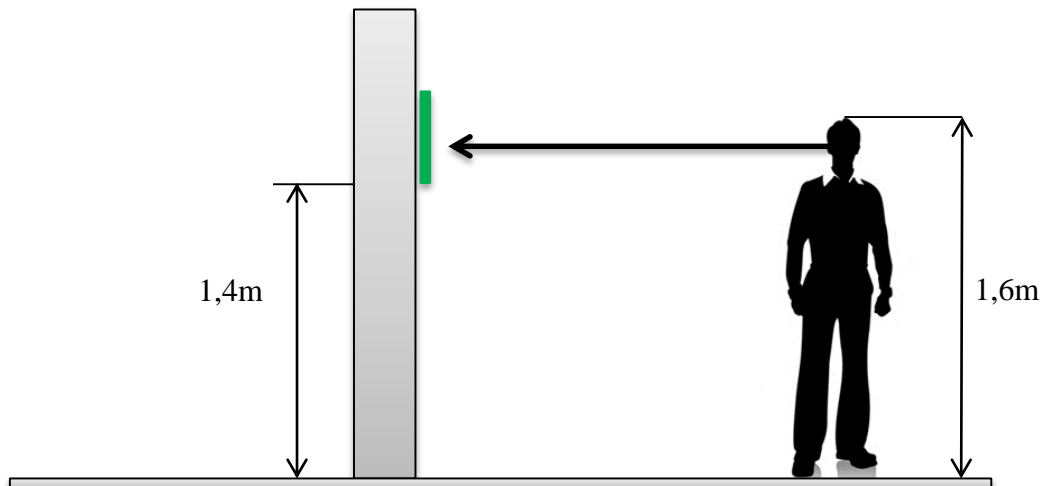
Fuente: Autores

5.7 Instalación del punto de encuentro

Como se indicó, se debe instalar el punto de encuentro en la parte trasera del modular, ya que cuenta con el área necesaria para albergar a todas las personas que utilizan las instalaciones, además la ubicación de la ruta de evacuación a seguir se planificó para que las personas que utilicen el área adjunta (aulas pre fabricadas de la FIE) puedan utilizarla después de su estudio, organización y capacitación debida.

La altura de ubicación del pictograma del punto de encuentro será a una altura media (altura del campo visual). El promedio de la altura de las personas de 18 años en adelante es de 1,6 m.

Figura 41. Altura de ubicación del punto de encuentro



Fuente: Autores

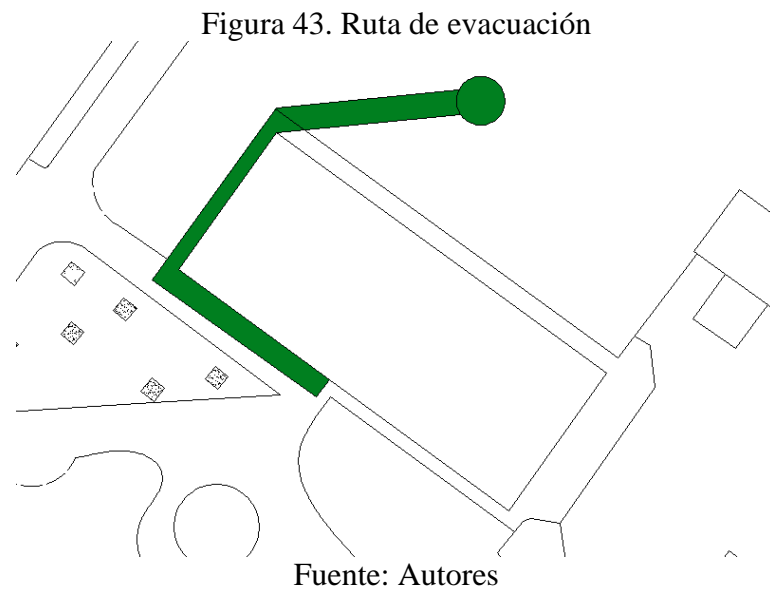
Figura 42. Ubicación del punto de encuentro



Fuente: Autores

5.8 Ruta de evacuación

El diseño de la ruta de evacuación fue hecha para que todos las personas que estén relacionadas con la FIE puedan reunirse en un mismo lugar, siguiendo una sola ruta.



Como se observa en la figura 43, la ruta de evacuación, hacia el punto de encuentro recorre las cercanías de las aulas que son utilizadas por la Escuela de Ingeniería Electrónica. Así en el momento de la evacuación todos los estudiantes se dirigirán a un mismo punto y verificar su estado será más fácil.

5.9 Ubicación del mapa de evacuación

El mapa fue diseñado basándose en los parámetros técnicos de la norma ISO 23601. Se situó en la planta baja por ser el lugar con mayor cantidad de personas (debido a las aulas).

De esta manera el mapa de evacuación fue ubicado junto al acceso de la sala profesores de la planta baja.

5.10 Creación de las brigadas

Se debe identificar cuáles son las personas y el tiempo en que laboran dentro del edificio, además de tener una relación directa de forma laboral con la FIE, ya que es el organismo que ubicara al personal dentro de estas instalaciones.

Además las personas que conformen las brigadas deben ser idóneas para dichas funciones, debido a las labores que se deben realizar. En harás a la prevención y control de una emergencia. Se debe llenar los formatos que se encuentran en este documento y en sus anexos.

5.11 Capacitación

En lo que se refiere a capacitación, las instituciones dependientes del gobierno como la Secretaria de Gestión de Riesgos, Policía, Ejercito, Cruz Roja y el Cuerpo de Bomberos, con la gestión debida; brindan capacitaciones referentes a la gestión de riesgos. El único requisito para poder acceder a dichas capacitaciones es entregar un oficio y este pedido será tramitado en un lapso de tres a cinco días.

Dentro de cualquier empresa se debe tener esta apertura y dar las facilidades debidas para que todo el personal esté capacitado debidamente. Lamentablemente la escuela de Ingeniería Electrónica solo permitió realizar una capacitación a los semestres de primero y sexto respectivamente.

En las mismas se explicó temas básicos de seguridad, manejo y prevención de riesgos. Además de realizar una demostración práctica de la identificación, manejo y uso de un extintor portátil.

5.12 Simulacro

Para identificar las falencias del plan de emergencia y contingencia, de que temas deben reforzarse en la capacitación de las brigadas y evaluar la capacidad de reacción de los usuarios ante una emergencia, el simulacro se vuelve esencial.

Además de que prepara a todos los usuarios y los mantiene informados para que puedan hacer frente a una emergencia sin interponerse en el camino de las brigadas, y evacuar el edificio sin causar daños a otros sin entorpecer el flujo normal de todas las personas.

Se debe coordinar esta actividad con el cuerpo de bomberos, la policía y las autoridades a cargo, para evaluar de forma correcta y que la falsa alarma que se cree no cause pánico entre las poblaciones vecinas, además de evaluar el plan de manera adecuada.

5.13 Análisis del riesgo de incendio después de la implementación

Tabla 45. Análisis del riesgo de Incendio método MESERI

| Nombre de la Empresa: Epoch -Ingeniería Electrónica | | Servicios | | Fecha: Riobamba, 07 de septiembre, 2015 | Área: Modular |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------------|---------------|
| Persona que realiza evaluación: | | Sr. Moya/Sr. Ávila | | | |
| Concepto | | Coefficiente | Puntos | | |
| CONSTRUCCIÓN | | | | | |
| Nº de pisos | Altura | | 3 | | |
| 1 o 2 | menor de 6m | 3 | | | |
| 3,4, o 5 | entre 6 y 15m | 2 | | | |
| 6,7,8 o 9 | entre 15 y 28m | 1 | | | |
| 10 o más | más de 28m | 0 | | | |
| Superficie mayor sector incendios | | | 4 | | |
| de 0 a 500 m ² | | 5 | | | |
| de 501 a 1500 m ² | | 4 | | | |
| de 1501 a 2500 m ² | | 3 | | | |
| de 2501 a 3500 m ² | | 2 | | | |
| de 3501 a 4500 m ² | | 1 | | | |
| Resistencia al Fuego | | | 10 | | |
| Resistente al fuego (hormigón) | | 10 | | | |
| No combustibel (metálica) | | 5 | | | |
| Falsos Techos | | | 5 | | |
| Sin falsos techos | | 5 | | | |
| Con falsos techos incombustible M0 | | 3 | | | |
| FACTORES DE SITUACIÓN | | | 10 | | |
| Distancia de los Bomberos | | | | | |
| menor de 5 km | 5 min. | 10 | | | |
| entre 5 y 10 km | 5 y 10 min. | 8 | | | |
| entre 10 y 15 km | 10 y 15 min. | 6 | | | |
| entre 15 y 25 km | 15 y 25 min. | 2 | | | |
| Accesibilidad de edificios | | | 1 | | |
| Buena | | 5 | | | |
| Media | | 3 | | | |
| Mala | | 1 | | | |
| PROCESOS | | | 5 | | |
| Peligro de activación | | | | | |
| Bajo | | 10 | | | |
| Medio | | 5 | | | |
| Alto | | 0 | | | |
| Carga Térmica | | | | | |
| Bajo | Inferior 1000 Mj/m ² | 10 | | | |
| Moderada | Entre 1000 y 2000 | 5 | | | |
| Alta | Entre 2000 y 5000 | 2 | | | |
| Muy alta | Superior a 5000 | 0 | | | |
| Combustibilidad | | | 3 | | |
| Bajo | | 5 | | | |
| Medio | | 3 | | | |
| Orden y Limpieza | | | 10 | | |
| Alto | | 10 | | | |
| Medio | | 5 | | | |
| Almacenamiento en Altura | | | 3 | | |
| menor de 2 m. | | 3 | | | |
| entre 2 y 4 m. | | 2 | | | |
| FACTOR DE CONCENTRACIÓN | | | 0 | | |
| Factor de concentración S/m² | | | | | |
| Menor a 600 | | 3 | | | |
| entre 600 y 1500 | | 2 | | | |
| Superior a 1500 | | 0 | | | |
| DESTRUCTIBILIDAD | | | 5 | | |
| Por calor | | | | | |
| Baja | | 10 | | | |
| Por humo | | | 10 | | |
| Baja | | 10 | | | |
| Media | | 5 | | | |
| Por corrosión | | | 0 | | |
| Baja | | 10 | | | |
| Media | | 5 | | | |
| Por Agua | | | 0 | | |
| Baja | | 10 | | | |
| Media | | 5 | | | |
| PROPAGABILIDAD | | | | | |
| Vertical | | | | | |
| Horizontal | | | | | |
| Subtotal (X) | | | | | |
| FACTORES DE PROTECCIÓN | | | | | |
| INSTALACIONES Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN | | | | | |
| | | SV | CV | | |
| Detección automática | | | | | |
| Sin CRA | | 0 | 3 | 3 | |
| Con CRA | | 2 | 4 | | |
| Rociadores automáticos | | | | | |
| Sin CRA | | 5 | 7 | 0 | |
| Con CRA | | 6 | 8 | | |
| Extintores portátiles | | 1 | 2 | 2 | |
| Bocas de incendio equipadas | | 2 | 4 | 0 | |
| Hidrantes exteriores | | 2 | 4 | 0 | |
| ORGANIZACIÓN | | | | | |
| Brigadas de primera intervención | | 2 | 2 | 2 | |
| Brigadas de segunda intervención | | 4 | 4 | 4 | |
| Plan de autoprotección y emergencia | | 2 | 4 | 4 | |
| Subtotal (Y) | | | | | |
| CONCLUSIÓN (Coeficiente de Protección) | | | | | |
| $P = \frac{5}{129}x + \frac{5}{30}y + 1(BCI)$ | | | | | |
| P | 6,6 | | Riesgo Leve | | |
| OBSERVACIONES: Cada vez que se hacen mejoras dentro de los factores X y Y disminuimos los riesgos de incendios; este método permite cuantificar los daños y su aplicación frecuente minimiza los daños a personas. | | | | | |
| Realizado por: | | Revisado por: | | Aprobado por: | |

Fuente: Autores

5.14 Análisis del tiempo de evacuación después de la implementación

Una vez implementado el plan de contingencia, el tiempo probable de evacuación quedaría de la siguiente manera.

$$\begin{aligned}T_E &= T_D + T_A + T_R + T_{PE} \\T_E &= 5 \text{ min} + 1 \text{ min} + 1 \text{ min} + 1 \text{ min} \\T_E &= 8 \text{ min}\end{aligned}$$

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El modular de Ingeniería Electrónica no contaba con ningún medio de protección y mitigación contra incendio, por lo que se dotó del equipo necesario para una correcta protección en todo el edificio

En un análisis posterior a la implementación del plan de emergencia, se evidencia una mejoría en el riesgo de incendio, con respecto al análisis inicial, que como resultado nos daba un valor de 2,8 calificado como grave. El análisis posterior da como resultado un valor de 6,6 y es calificado como un riesgo aceptable en el cual el único requerimiento que el mismo método sugiere es la comprobación periódica del funcionamiento del plan de emergencia.

La implementación del procedimiento a seguir en caso de emergencia permite que los ocupantes estén debidamente guiados, y que las personas encargadas (brigadistas) puedan actuar de forma rápida, oportuna y eficaz.

La implementación del plan de emergencia permitió estructurar, planificar y organizar todos los procedimientos que se deben seguir en caso de suscitarse una emergencia, actuando de forma rápida y efectiva disminuyendo los posibles daños.

La implementación de la señalética de seguridad adecuada en los lugares idóneos disminuye el tiempo en que se debe realizar la evacuación. Además de que informa a todos los visitantes foráneos de cuál es la ruta a seguir.

6.2 Recomendaciones

Socializar el plan de emergencias a través de charlas, capacitaciones, folletos, volantes, etc., de esta manera las personas que realicen sus actividades cotidianas dentro del edificio estén preparadas para afrontar cualquier eventualidad.

Concientizar a las personas que ocupan el modular, en la importancia del cuidado de la señalética, los medios de protección contra incendio y las luces de emergencia ya que de estas depende que tan rápido y efectivo sean las actividades en el momento de una emergencia.

Realizar un simulacro una vez al año para que todas las personas que realizan sus actividades dentro del modular estén capacitadas e informadas en que hacer durante una emergencia.

Mantener el programa de revisión y mantenimiento de los elementos de protección contra incendio y las luces de emergencia.

Concientizar a las personas sobre la importancia de la participación activa dentro del plan de emergencia y la apertura que se debe tener en el momento que se ofrecen las capacitaciones.

Cambiar la dirección de apertura de las puertas, ya que todas ellas lo hacen hacia dentro y pueden crear cuellos de botella en el momento de una evacuación.

Realizar el mantenimiento de la red eléctrica y de transferencia de datos dentro del edificio.

Realizar el mantenimiento y aseo de las localidades aledañas al modular de la escuela de Ingeniería Electrónica.

BIBLIOGRAFÍA

ARENAS, Miguel. 2014. Google Inc. [En línea] 23 de Julio de 2014. [Citado el: 15 de Enero de 2015.] http://books.google.com.ec/books?id=-8KVBrgfJfWC&pg=PA144&dq=seguridad+industrial+estado+del+arte&hl=es&sa=X&ei=c1rQU43yBaG-sQS-poDYAw&redir_esc=y#v=onepage&q=seguridad%20industrial%20estado%20del%20arte&f=false.

BOE. 2004. Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales. Madrid : s.n., 17 de 12 de 2004.

ECUADOR. 2009. Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios. *Registro Oficial*. 4 de abril de 2009. 114, pág. 69.

ESPOCH. 2007. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. [En línea] 14 de Enero de 2007. [Citado el: 27 de Agosto de 2015.] <http://www.espoch.edu.ec/index.php?action=facultades&id=4&op=86>.

—. **2012.** Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. [En línea] 2 de Enero de 2012. [Citado el: 12 de Agosto de 2015.] http://www.espoch.edu.ec/index.php?action=i_general.

GARCÍA, Jose Luis y MONEO, Luis. 2012. Guía Técnica para la Elaboración de un Plan de Autoprotección. Madrid : Dirección General de Protección Civil y Emergencias, 2012. Vol. I, 126-12-046-1 . M-26606.

GRETENER, M. 1973. *Evaluación del Riesgo Potencial de Incendio*. Berna : s.n., 1973.

HIBBART, Derek. 2014. *Smoke alarms and the modern residence fire*. . Londres : Indian Journal. fire, 2014.

IASST. NACIONES, COMUNIDAD ANDINA DE. 2005. 1, Quito : s.n., 2005, Vol. I.

IASST. 2005. Reglamento Andino. *Seguridad y Salud en el Trabajo*. Quito : s.n., 2005.

INEN. 2013. Clasificación de los Fuegos. *NTE INEN 92*. Quito : INEN, 2013.

—. **1987.** Extintores Portátiles. Requisitos Generales. *NTE INEN 801*. Quito : INEN, 1987.

—. **2009.** Extintores Portátiles. *NTE INEN 731*. Quito : INEN, 2009.

—. **1987.** Extintores Portátiles. Inspección, Mantenimiento y Recarga. *NTE INEN 739*. Quito : INEN, 1987.

—. **2013.** Placas y Rotulos Cuadrados y Rectangulares. *NTE INEN 878* . Quito : INEN, 2013.

—. **2013.** Prevencios de incendios. Determinación de la resistencia al fuego. *NTE INEN 733*. Quito : INEN, 2013.

—. **2013.** Rótulos, Placas Rectabgulares y Cuadradas. Dimensiones. *NTE INEN 878*. Quito : INEN, 2013.

—. **8013.** Rótulos, Placas Rectabgulares y Cuadradas. Dimensiones. *NTE INEN 878*. Quito : INEN, 8013.

INSHT. 1999. Cálculo Estimado de Vías y Tiempos de Evacuación. *NTP 436*. Madrid : INSHT, 1999.

—. **2007.** Carga de Fuego Ponderada - Parámetros de cálculo. *NTP 766*. Barcelona : INSHT, 2007.

—. **2001.** Evaluación de los Riesgos de Incendio. *NTP 599*. Madrid : INSHT, 2001.

—. **1984.** Evaluación del Riesgo de Incendio. Metodo de GUSTAV PURT. *NTP 100*. Barcelona : INSHT, 1984. Vol. I.

—. **1983.** Plan de Emergencia Contra Incendios. *NTP 45* . Madrid : INSHT, 1983.

—. **1999.** Planes de emergencia en lugares de pública concurrencia. *NTP 361*. Madrid : INSHT, 1999.

—. **1983.** Reacción al Fuego - Elementos Constructivos . *NTP 38*. Madrid : INSHT, 1983.

—. **2009.** Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales. *NTP 832*. Barcelona : INSHT, 2009. Vol. II.

—. **2004.** Reglamento de Seguridad en Establecimientos Industriales. *RD 2267*. Madrid : INSHT, 2004.

—. **2009.** Reglamento general contra incendios en establecimientos industriales. *NTP 831*. Barcelona : INSHT, 2009. Vol. I. RD 2267/2004.

—. **1983.** Resistencia al Fuego de Elementos Constructivos. *NTP 39*. Madrid : INSHT, 1983.

Instituto Geofísico EPN. 2015. [igeppn.edu.ec](http://www.igeppn.edu.ec). [En línea] igeppn, 4 de Enero de 2015. [Citado el: 27 de Septiembre de 2015.] <http://www.igeppn.edu.ec/red-de-observatorios-vulcanologicos-rovig>.

ISO. 2014. Simbolos Graficos - Sistemas de Señalización de Rutas de Evacuación. *NTE INEN ISO 16069*. QUITO : INEN, 2014.

—. **2011.** Construcción de edificios - Accesibilidad y Usabilidad del Entorno Edificado. *NTE INEN ISO 21542*. Quito : INEN, 2011. 21542-11. ISO.

—. **2009.** Identificacion de Seguridad - Simbolos Para la Elaboración del Mapa de Evacuación y Rescate. *ISO 23601*. Ginebra : IS, 2009.

—. **2003.** Simbolos Graficos - Signos de Seguridad Utilizados en Lugares de Trabajo y Areas Publicas. *ISO 7010*. Ginebra : IS, 2003.

—. **2011.** Simbolos Graficos, Colores de Seguridad y Señales de Seguridad Principios de Diseño para Señales de Seguridad e Indicaciones de Seguridad. *NTE INEN ISO 3846-1* . Quito : INEN, 2011.

LAWRENCE, Edward, SHMIDT, Eric y BRIN, Sergey. Google Inc. [En línea] [Citado el: 13 de Septiembre de 2015.] <https://www.google.com/maps/@-1.6556282,-78.6774478,206m/data=!3m1!1e3>.

—. Google Inc. [En línea] [Citado el: 15 de 02 de 2015.] <https://www.google.com.ec/maps/@-1.6588746,-78.6765365,246m/data=!3m1!1e3>.

—. **2005.** Google Maps. *Google Inc.* [En línea] 8 de Febrero de 2005. [Citado el: 13 de Febrero de 2015.] <https://www.google.com.ec/maps/dir/-1.6732515,-78.6537266/-1.6583949,-78.6769063/@-1.668106,-78.6622075,15z>.

—. **2015.** *Ubicación de la Facultad de Ingenieria Mecanica - ESPOCH*. Riobamba : Google Earth, 2015. 7.1.5.1557.

MAPFRE. 1978. *Evaluación del riesgo de Incendio*. Madrid : s.n., 1978.

METODO FRAME. FUERTES, Jose y RUBIO, Juan Carlos. 2012. 129, Malaga : Pevention, 2012.

MORENO, JUAN CARLOS RUBIO. 2004. *Métodos de Evaluación de Riesgos Laborales*. Madrid : Edigrafos S.A., 2004.

MRL. 2012. *Codigo del Trabajo*. Quito : Registro Oficial 167, 2012. Vol. I.

—. **1986.** *Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente y del Trabajo. Decreto Ejecutivo 2393*. Quito : MRL, 1986.

NFPA. 2007. *Norma Para Extintores Portatiles Contra Incendios. NFPA 10* . ORLANDO : Organización Iberoamericana de Protección Contra Incendios OPCI, 2007.

Plan Institucional de Emergencias para centros Educativos. SGR. 2005. Quito : SGR, 2005.

Revista Estructura Orgánico Funcional. 2003. 2003.

—. **ESPOCH. 2003.** Riobamba : s.n., 2003, Vol. I.

SGR. 2010. *Plan de Emergencia Institucional de Emergencias para Centros educativos. Preparemos para Manejar las Emergencias*. Quito : s.n., 2010.

SIMARD, Marcell. 2014. FONCSI. *Foncsi.org*. [En línea] 23 de Julio de 2014. [Citado el: 18 de Enero de 2015.] www.foncsi.org/fr/...seguridad...estado-arte/CSI-FHOS-espagnol.pdf.

WASILESKI, Robert. 2014. *Cambio de equipo contra incendios.* s.l. : Gap Analysis., 2014.

WIKIPEDIA. 2015. WikipediaComomons. [En línea] 10 de Abril de 2015. [Citado el: 30 de Agosto de 2015.]
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tetraedro_del_fuego.svg.