



UNIVERSIDAD DE  
**COSTA RICA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

DISEÑO DE SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

PARA LA CASA DE LA CULTURA DE SANTA ANA

Tesis sometida a la consideración de la

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Como parte de los requisitos

para aspirar al título y grado de

LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA

José David Picado Méndez

B15017

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

Setiembre del 2021

## HOJA DE TRIBUNAL

Esta tesis fue aceptada por el Tribunal Examinador de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Costa Rica, como parte de los requisitos para optar por el título y grado de Licenciatura en Ingeniería Mecánica

PIETRO SCAGLIONI  
SOLANO (FIRMA)

Firmado digitalmente por PIETRO  
SCAGLIONI SOLANO (FIRMA)  
Fecha: 2021.10.20 17:19:13 -06'00'

---

Dr. Pietro Scaglioni Solano  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica

MANUEL CORELLA  
VARGAS (FIRMA)

Firmado digitalmente por MANUEL  
CORELLA VARGAS (FIRMA)  
Fecha: 2021.10.20 14:57:58 -06'00'

---

MSc. Manuel Corella Vargas  
Profesor  
Asesor Director

JOSE FERNANDO  
SALAS FUMERO  
(FIRMA)

Digitally signed by JOSE  
FERNANDO SALAS FUMERO  
(FIRMA)  
Date: 2021.10.20 16:50:57 -06'00'

---

Lic. Fernando Salas Fumero  
Profesor Asesor Interno

MARIA EMILIA  
JIMENEZ JIMENEZ  
(FIRMA)

Firmado digitalmente por MARIA  
EMILIA JIMENEZ JIMENEZ (FIRMA)  
Fecha: 2021.10.20 12:33:51 -06'00'

---

MSc. Emilia Jiménez Jiménez  
Asesor Externo



Firmado digitalmente por MARCO  
VINICIO CALVO VARGAS (FIRMA)  
Fecha: 2021.10.20 13:54:09 -06'00'

---

MSc. Marco Vinicio Calvo Vargas  
Profesor Curso Proyecto Mecánico I, IM-0410

JOSE DAVID  
PICADO MENDEZ  
(FIRMA)

Firmado digitalmente por  
JOSE DAVID PICADO  
MENDEZ (FIRMA)  
Fecha: 2021.10.19 22:59:19  
-06'00'

---

José David Picado Méndez  
Sustentante

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer a la Universidad de Costa Rica por brindarme la oportunidad de luchar y ser esa fuente de conocimiento para mí, quiero brindar un especial agradecimiento a mis profesores MSc. Manuel Corella Vargas y Lic. Fernando Salas Fumero; las señoras MSc. Emilia Jiménez Jiménez y Lic. Katherine Acuña Ugalde por brindarme de su tiempo, conocimiento y ayudas necesarias para lograr culminar este proyecto final de graduación.

A los profesores Marco Vinicio Calvo Vargas y Juan Gabriel Monge Gapper por su ayuda, conocimiento y comprensión en este duro trayecto.

A mis padres, familia, novia, amigos y mis compañeros, gracias a todos por regalarme ese conocimiento y esas experiencias, por todo lo bueno y lo malo, que sin esas vivencias no me habría convertido en esta gran persona que soy hoy.

A la Municipalidad de Santa Ana, al personal del EMAI, a la señora Patricia Madrigal Porras, por confiar y su disponibilidad al concederme esta gran oportunidad y responsabilidad de desarrollar este proyecto final de graduación en este mágico lugar.

Por último y no menos importante a mi Dios, por ese amor real y sincero, por siempre brindarme esas fuerzas de levantarme y luchar por todo lo que he conseguido en mi vida, nací luchando y moriré de la misma manera.

## **Dedicatoria**

A las personas que ocupan un espacio enorme en mi corazón, primeramente, a Dios, ese ser supremo al dirigir mi vida de manera que no comprendo, a mi madre Milagro Méndez Benambur y mi valioso padre Héctor Picado Azofeifa; a mi abuelita Clemencia Benambur Fernández que hoy me mira desde el cielo, a toda mi familia que la amo; a mis amigos y mi novia el amor de mi vida; por acompañarme en este camino, por su apoyo y su luz en los momentos más oscuros. A todos mis perritos por acompañarme en esas largas noches de estudio y trabajo. Su amor y su ejemplo me convierten en la persona que soy.

## Índice general

Agradecimientos .....	iii
Dedicatoria .....	iv
Resumen .....	xiii
Abstract .....	xiii
1.Introducción .....	14
1.1Descripción del proyecto.....	14
1.2 Objetivos .....	15
1.2.1. Objetivo General .....	15
1.2.2. Objetivo Específicos .....	15
1.3 Justificación.....	16
1.4 Antecedentes .....	18
1.5 Metodología .....	19
1.6 Alcances y Limitaciones .....	20
2. Marco Teórico .....	21
2.1 Conceptos básicos del fuego .....	21
2.1.1 Naturaleza y dinámica del fuego.....	21
2.1.2Tríangulo del fuego .....	22
2.1.2.1 Combustible .....	23
2.1.2.2Comburente .....	26
2.1.2 Tetraedro del fuego .....	28
2.1.3 Clasificación de los Incendios.....	30
2.2 Mecanismos de supresión del fuego.....	31
2.3 Transferencia de calor .....	34
2.4 Clasificación de ocupaciones según el riesgo de incendio.....	36
2.5 Sistemas de detección y notificación contra incendios .....	39

2.6 Sistemas de supresión.....	44
2.6.1 Sistemas de gabinetes.....	45
2.6.2 Sistema de rociadores automáticos .....	47
2.6.3 Sistema de extintores.....	47
2.7 Hidráulica.....	48
2.8 Casa de máquinas NFPA 20.....	50
2.9 Seguridad humana, medios de egreso y compartimentación acorde al código de seguridad humana NFPA101.....	52
2.9 Normativa y autoridades relacionadas .....	57
2.10 Norma de planes y preparativos de respuesta ante emergencias para centros laborales o de ocupación pública. Requisitos.....	60
3. Diseño de sistemas de protección contra incendios .....	64
3.1. Análisis y clasificación del riesgo.....	64
3.2. Requisitos del sistema contra incendios y su respectiva justificación del sistema seleccionado ...	66
3.2.1. Requisitos para la extinción para sitios de reunión pública .....	68
3.2.2. Requisitos para el sistema de detección alarma y comunicaciones para sitios de reunión pública .....	72
3.2.3 Requisitos para el sistema de detección, alarma y comunicaciones educacional.....	73
3.3 Diseño del sistema de detección y notificación.....	74
3.3.1 Ubicación y separación de los detectores de humo y de temperatura .....	74
3.3.2 Cableado y canalización.....	74
3.3.3 Tipo de lazo.....	75
3.3.4 Sistema direccionado.....	77
3.3.5 Caídas de voltaje y fuente auxiliar de poder .....	77
3.3.6 Panel de monitoreo.....	79
3.3.7 Estaciones manuales.....	80
3.3.8 Módulos aisladores.....	81

3.3.9 Sistema de notificación .....	82
3.3.10 Cálculo de baterías del sistema de detección y notificación .....	87
3.4 Diseño del sistema de supresión.....	89
3.4.1 Diseño del sistema de rociadores .....	89
3.4.1.1 Análisis de obstrucciones que podrían afectar el posicionamiento del rociador.....	91
3.4.1.2 Análisis del rociador en el balcón .....	95
3.4.1.3 Ubicación de los rociadores .....	96
3.4.2 Diseño del sistema de tuberías, gabinetes y accesorios.....	97
3.4.4.2.1 Bloques de inercia, placas anti-vórtice, toma directa y siamesa .....	103
3.4.4.2.2 Soportería .....	105
3.4.3 Configuración seleccionada para las tuberías, rociadores y accesorios .....	105
3.4.4 Cálculo hidráulico .....	108
3.4.4.1 Cálculo hidráulico del sistema de rociadores .....	108
3.4.4.2 Cálculo hidráulico de gabinetes clase I .....	119
3.4.5 Casa de máquinas .....	123
3.4.5.1 Bomba principal contra incendios.....	124
3.4.5.2 Selección de tanque de abastecimiento .....	126
3.4.5.3 Selección del motor para la bomba principal .....	126
3.4.5.4 Panel y arrancadores de la bomba principal.....	127
3.4.5.5 Bomba jockey y panel.....	128
3.4.5.6 Mantenimiento de la casa de máquinas .....	130
3.4.5.6 Obra civil de la casa de máquinas .....	130
3.4.5.7 Selección del tanque de diésel.....	132
3.4.5.7 Dimensionamiento de tubería y accesorios de casa de máquinas .....	133
3.5 Sistemas de extintores portátiles .....	134
3.6 Medios de egreso.....	135

4. Presupuesto del EMAI o Casa de la Cultura .....	137
4.1 Presupuesto del sistema de detección y notificación.....	137
4.2 Presupuesto del sistema de supresión.....	137
4.3 Plan de desarrollo e inversión del sistema contra incendios y plan de evacuación de emergencias en 4 años .....	139
4.4 Leyes contempladas en el diseño contra incendios .....	141
4.4 Solicitud de un hidrante.....	141
5. Plan de Evacuación de Emergencias de la Casa de la Cultura o EMAI.....	143
5.1 Información general de la Casa de la Cultura .....	144
5.1.1 Datos generales .....	144
5.1.2 Actividades que desarrolla la Escuela Municipal de Artes Integradas.....	145
5.1.3 Población.....	146
5.1.4 Características de las instalaciones.....	148
5.1.5 Área y volumen .....	148
5.1.6 Pasillos .....	150
5.1.7 Puertas y escaleras.....	151
5.1.8 Salidas de emergencias.....	155
5.1.9 Techos y entrepisos.....	155
5.1.10 Electricidad.....	156
5.1.11 Otras condiciones no estructurales importantes para tomar en cuenta de las instalaciones presentes y que establece el reglamento serian: .....	157
5.1.12 Ventilación .....	157
5.1.13 Temperatura y humedad.....	157
5.2 Valoración del riesgo .....	158
5.3 Amenaza y vulnerabilidad.....	159
5.4 Identificación, análisis y evaluación .....	167
5.5 Identificación de recursos internos y externos .....	172
5.5.1 Recursos internos .....	172
5.5.1.2 Extintores .....	172

5.5.1.3	Botiquines .....	173
5.5.1.4	Lámparas de emergencias .....	174
5.5.2	Recursos externos.....	174
5.6	Política de Gestión del Riesgo .....	175
5.7	Organización para los Preparativos y Respuestas .....	175
5.8	Comité de Preparativos y Respuesta ante Emergencias .....	176
5.8.1	Estructura operativa del Comité de Preparativos y Respuesta ante Emergencias .....	176
5.8.2	Funciones del Comité de Preparativos y Respuesta ante Emergencias.....	177
5.9	Plan de Acción .....	183
5.9.1	Propuesta y ejecución del plan .....	183
5.9.2	Formación y capacitación.....	183
5.9.3	Equipamiento de primera respuesta .....	183
5.9.4	Señalización de salvamento y seguridad.....	184
5.9.5	Rutas de evacuación .....	184
5.9.6	Zonas de seguridad.....	186
5.9.7	Área de concentración de víctimas.....	186
5.9.8	Áreas de ingreso de los cuerpos de socorro .....	187
5.10	Mecanismos de activación .....	187
5.10.1	Alarma.....	187
5.10.2	Convocatoria .....	188
5.10.3	Activación del Comité de Emergencias .....	188
5.10.4	Mando y control .....	189
5.10.5	Centro Coordinador de Operaciones (CCO) .....	189
5.11	Procedimientos operativos de respuesta.....	190
5.11.1	Procedimiento de activación del Comité de Emergencia.....	190
5.11.2	Procedimiento general de respuesta .....	191
5.11.3	Incendios estructurales .....	191
5.11.4	Deslizamientos .....	194
5.11.5	Terremoto.....	195
5.11.6	Erupción volcánica.....	197

5.11.7	Incendios forestales.....	198
5.11.8	Inundaciones.....	200
5.11.9	Huracanes.....	201
5.12	Procedimiento de evacuación.....	203
5.13	Evaluación y recuperación .....	205
5.13.1	Evaluación de daños y análisis de necesidades .....	205
5.14	Evaluación del Plan de Preparativos y Respuesta ante Emergencias.....	206
6.	Conclusiones .....	208
7.	Recomendaciones.....	210
8.	Referencias bibliográficas .....	212
	Apéndice A: Análisis del riesgo.....	216
	Apéndice B: Cálculo de capacidad de baterías .....	221
	Apéndice C: Memoria de cálculo hidráulico de gabinetes.....	222
	Apéndice D: Memoria de cálculo hidráulico de rociadores automáticos.....	223
	Apéndice E: Planos de sistema de detección y notificación de incendios .....	225
	Apéndice F: Planos de sistema de supresión de incendios.....	226
	Apéndice G: Rutas de evacuación en casos de emergencia de la Escuela Municipal de Artes Integradas .....	227
	Anexo A: Plan de evacuación de emergencias.....	228
	Anexo A.1 .....	228
	Anexo A.2 .....	230

## Índice de ilustraciones

ILUSTRACIÓN I: TRIÁNGULO DEL FUEGO .....	23
ILUSTRACIÓN II: TETRAEDRO DEL FUEGO .....	29
ILUSTRACIÓN III: ENFRIAMIENTO POR CONVECCIÓN FORZADA Y NATURAL .....	35
ILUSTRACIÓN IV: UBICACIÓN DE DETECTORES .....	43
ILUSTRACIÓN V: DIAGRAMA DE DECISIÓN PARA LA DEFINICIÓN DEL SISTEMA FIJO A UTILIZAR EN UNA EDIFICACIÓN .....	44
ILUSTRACIÓN VI: DIMENSIONES DE LOS PELDAÑOS EN ESCALERAS DE CARACOL .....	57
ILUSTRACIÓN VII: EJEMPLIFICACIÓN DE FALLO DEL DETECTOR .....	76
ILUSTRACIÓN VIII: EJEMPLO DE CONFIGURACIÓN DE LAZO CLASE A CON MÓDULOS AISLADORES .....	80
ILUSTRACIÓN IX: ESPACIAMIENTO EN SALAS PARA APARATOS VISIBLES MONTADOS EN MUROS 85	
ILUSTRACIÓN X: EXPLICACIÓN GRÁFICA PARA EL POSICIONAMIENTO DE UN ROCIADOR PARA EVITAR UNA OBSTRUCCIÓN DE DESCARGA. ....	93
ILUSTRACIÓN XI: EXPLICACIÓN GRÁFICA PARA EL POSICIONAMIENTO DE UN ROCIADOR PARA EVITAR UNA OBSTRUCCIÓN EN EL PISO QUE DIFICULTE LA DESCARGA DEL ROCIADOR EN OCUPACIONES DE RIESGO LEVE(SSU/SSP). ....	95
ILUSTRACIÓN XII: DETALLES DE VÁLVULAS DE CONTROL .....	102
ILUSTRACIÓN XIII: TOMADA PARA HACER EL CÁLCULO HIDRÁULICO DE ROCIADORES .....	110
ILUSTRACIÓN XIV: ÁREA COBERTURA DE UN ROCIADOR .....	111
ILUSTRACIÓN XV: CURVAS DENSIDAD/ ÁREA .....	113
ILUSTRACIÓN XVI: CASA DE MÁQUINAS VISTA SUPERIOR .....	131
ILUSTRACIÓN XVII: PLAN DE DESARROLLO Y EJECUCIÓN DEL DISEÑO DIVIDIDO EN 4 AÑOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ....	139
ILUSTRACIÓN XVIII: MAPA DE AMENAZAS NATURALES DEL CANTÓN DE SANTA ANA SEGÚN LA OFICINA DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DE LA MUNICIPALIDAD DE SANTA ANA .....	162
ILUSTRACIÓN XIX: ESTRUCTURA OPERATIVA DEL COMITÉ DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS EMAI .....	177

## Índice de Tablas

TABLA I: COEFICIENTE C HAZEN WILLIAMS DE VARIAS RUGOSIDADES .....	50
TABLA II: DIMENSIONALES PARA ESCALERAS YA EXISTENTES .....	55
TABLA III: CRITERIOS DIMENSIONALES PARA ESCALERAS NUEVAS.....	56
TABLA IV: FACTOR DE CARGA DE OCUPANTES .....	69
TABLA V: CÁLCULO DE MÁXIMA CANTIDAD DE OCUPANTES DEL EMAI BASADO EN LA NFPA 101 .....	71
TABLA VI: ESPACIAMIENTO EN SALAS PARA APARATOS DE VISIBLES EN INTENSIDADES EFECTIVAS LUMINOSAS MONTADAS SOBRE MUROS. ....	84
TABLA VII: RESUMEN DE CÁLCULO DE BATERÍAS DE RESPALDO .....	87
TABLA VIII: RESUMEN DE CAPACIDAD REQUERIDA DE BATERÍAS DE RESPALDO Y FACTOR DE SEGURIDAD.....	88
TABLA IX: UBICACIÓN DE ROCIADORES PARA EVITAR OBSTRUCCIONES EN LA DESCARGA PARA ROCIADORES PULVERIZADORES ESTÁNDAR COLGANTES Y MONTANTES.....	92
TABLA X: UBICACIÓN DE ROCIADORES PARA EVITAR OBSTRUCCIONES SUSPENDIDAS O MONTADAS EN PISOS EN OCUPACIONES DE RIESGO LEVE, EN LA DESCARGA PARA ROCIADORES PULVERIZADORES ESTÁNDAR COLGANTES Y MONTANTES .....	94
TABLA XI: ÁREAS DE PROTECCIÓN Y ESPACIAMIENTO MÁXIMO PARA ROCIADORES MONTANTES Y COLGANTES DE COBERTURA EXTENDIDA .....	96
TABLA XII: MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE LAS TUBERÍAS SUBTERRÁNEAS .....	99
TABLA XIII: MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE LOS ACCESORIOS .....	100
TABLA XIV: DIÁMETRO DE TUBERÍAS PARA EL SISTEMA DE ROCIADORES PARA RIESGO LEVE .....	101
TABLA XV: RESUMEN DE CÁLCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE ROCIADORES .....	114
TABLA XVI: RESUMEN DE CÁLCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE GABINETES CLASE I .....	121
TABLA XVII: RESUMEN DE INFORMACIÓN SOBRE BOMBAS CONTRA INCENDIOS CENTRÍFUGAS .....	133
TABLA XVIII: RELACIÓN DE CARGAS DE OCUPANTES Y MEDIOS DE EGRESO .....	136
TABLA XIX: POBLACIÓN EN LA ORGANIZACIÓN POR DÍA .....	147
TABLA XX: CÁLCULO DE MÁXIMA CANTIDAD DE OCUPANTES DEL EMAI, BASADO EN LA NFPA 101 PLAN DE EMERGENCIAS .....	149
TABLA XXI: ANCHO DE ESCALERAS DE EMERGENCIA, DEPENDIENDO DE CANTIDAD DE OCUPANTES .....	153
TABLA XXII: LUGARES VECINOS DEL EMAI .....	164
TABLA XXIII: AMENAZAS-VULNERABILIDAD-RIESGO A NIVEL EXTERNO E INTERNO .....	167
TABLA XXIV: EXTINTORES DEL EMAI .....	173
TABLA XXV: RECURSOS EXTERNOS .....	174
TABLA XXVI: COMITÉ DE EMERGENCIAS.....	176
TABLA XXVII: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIAS .....	181
TABLA XXVIII: ACTIVACIÓN POR ALERTA DEL COMITÉ DE EMERGENCIAS.....	190
TABLA XXIX: METODOLOGÍA ANTE INCENDIOS ESTRUCTURALES.....	192
TABLA XXX: METODOLOGÍA ANTE DESLIZAMIENTOS .....	194
TABLA XXXI: METODOLOGÍA ANTE UN TERREMOTO .....	195
TABLA XXXII: METODOLOGÍA ANTE ERUPCIÓN VOLCÁNICA .....	197
TABLA XXXIII: METODOLOGÍA ANTE UN INCENDIO FORESTAL.....	198
TABLA XXXIV: METODOLOGÍA ANTE UNA INUNDACIÓN .....	200
TABLA XXXV: METODOLOGÍA ANTE UN HURACÁN .....	202
TABLA XXXVI: TABLA DE EVALUACIÓN.....	206

## **Resumen**

El Trabajo Final de Graduación consiste en un diseño de un sistema de supresión, detección y notificación contra incendios de la Casa de la Cultura o Escuela Municipal de Artes Integradas (edificio municipal de Santa Ana, San José, Costa Rica, dedicado a la enseñanza de las artes plásticas, dramáticas y musicales). El cual se realiza de acuerdo con el Manual de Disposiciones Técnicas Generales sobre Seguridad Humana y Protección contra Incendios del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, edición 2013 y las normativas de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA) por sus siglas en inglés. Por último, se elabora un Plan de Evacuación de Emergencias según la norma IINTECO.

Cítese este trabajo como:

J.D. Picado Méndez. [Diseño de sistema contra incendios para la Casa de la Cultura] Trabajo final de graduación de Licenciatura. Escuela de Ingeniería Mecánica. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica, 2021.

## **Abstract**

The Final Graduation Project consists on a design of a fire suppression, detection and notification system of the House of Culture or Municipal School of Integrated Arts (municipal building of Santa Ana, San José, Costa Rica, dedicated to the teaching of plastic, dramatic and musical arts). Is carried out in accordance with the Manual of General Technical Provisions on Human Safety and Fire Protection of the Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, 2013 edition and the regulations of the National Association of Fire Protection (NFPA) for its acronym in English. Finally, an Emergency Evacuation Plan is prepared according to the IINTECO standar

## **1.Introducción**

### **1.1Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en el desarrollo de un sistema de detección y notificación contra incendios en la Casa de la Cultura o Escuela Municipal de Artes Integradas o sus siglas EMAI, lo llamaremos de estas tres formas en lo que resta del documento, ubicado en Santa Ana, San José, en estas instalaciones se imparten lecciones de danza, instrumentos musicales, artes plásticas, apreciación artística desde adultos mayores a niños. En primera instancia se elaborará un levantamiento del sitio a partir de los planos suministrados por las autoridades municipales para realizar el diseño objeto de este proyecto.

El diseño de supresión de incendios del trabajo final de graduación, consiste en un sistema de rociadores, gabinetes y sistema de extintores. En primer lugar, se realizará un análisis del riesgo de la casa de la cultura de las diferentes zonas para poder seleccionar el sistema de protección contra incendios más eficiente y el adecuado para cada área del edificio. En segundo lugar, se realiza la selección y diseño de tuberías, bomba y otros componentes necesarios para su correcto funcionamiento.

Por último, se entregará los planos mecánicos y eléctricos del sistema desarrollado, con el presupuesto de la obra, evaluando precio-calidad de los productos y marcas utilizadas; mostrando sus ventajas y desventajas a la municipalidad de Santa Ana, agregando una serie de recomendaciones y especificaciones técnicas de los equipos.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Diseñar un sistema fijo de protección, detección y notificación contra incendios para el edificio municipal la Casa de la Cultura dedicado a la enseñanza de las diferentes áreas artísticas

### **1.2.2. Objetivo Específicos**

- ✓ Analizar y verificar los planos arquitectónicos de la casa de la cultura para establecer la distribución del sistema contra incendios de una manera más exacta.
- ✓ Evaluar las condiciones de riesgo del edificio de la Casa de la Cultura, mediante un análisis de riesgo, para poder solventar las carencias y elaborar un diseño óptimo.
- ✓ Ejecutar las normas existentes de sistemas de protección y detección contra incendios para un edificio de tres pisos, con carga ocupacional importante, en donde se imparten lecciones y se realizan eventos culturales.
- ✓ Elaborar una propuesta de diseño mecánico, en la que se mostrará la red de tuberías, gabinetes, rociadores automáticos y extintores portátiles, se aplicaran los que sean necesarios de acuerdo con la jurisdicción costarricense y la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA) por sus siglas en inglés, además de la distribución del sistema de detección, protección y notificación contra incendios.
- ✓ Seleccionar el equipo necesario para elaborar un sistema de supresión, detección y notificación contra incendios con las especificaciones técnicas pertinentes.
- ✓ Proporcionar un presupuesto detallado del proyecto para su ejecución.
- ✓ Elaborar un plan de preparación y respuesta ante cualquier emergencia.

### **1.3 Justificación**

La Casa de la Cultura es un lugar donde tiene una carga ocupacional habitual de más de 50 personas, donde asisten niños, adultos mayores, jóvenes y adultos para recibir sus clases de danza, teatro, música y artes plásticas, para un total aproximado de 800 estudiantes. Además, es un centro donde se realizan eventos y presentaciones artísticas presenciadas por el público en general, la carga total en ocupación plena de estos eventos, rondan entre 200 a 250 personas.

El diseño de un sistema de rociadores automáticos y gabinetes es una carencia que presenta este edificio, por lo que se especifica según el Manual de Disposiciones Técnicas Generales sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios, publicado en el 2013, por el departamento de ingeniería del Benemérito cuerpo de Bomberos de Costa Rica el que establece que todo edificio que posea 2500 m<sup>2</sup> o más de construcción o una altura de 22 metros, debe contar con este tipo de sistema supresión mencionado.

En la NFPA 101 el Código de Seguridad Humana establece que se debe colocar un sistema de rociadores automáticos en todo sitio de reunión pública que exceda 100 personas. Además, por normativa nacional e internacional se estable que deben poseer un sistema de detección y notificación contra incendios.

En la consecución de este proyecto se intenta salvaguardar la vida de las personas utilitarias de estas instalaciones al igual que minimizar los riesgos y daños en caso de un incendio que puede afectar a los bienes materiales que se pueden encontrar en las instalaciones, tales como pinturas, esculturas e instrumentos musicales de gran valor económico, social y cultural.

Por otra parte, el plan de evacuación de emergencias permite de manera complementaria resguardar las personas y la edificación de amenazas naturales, socio naturales y antrópicas.

## **1.4 Antecedentes**

La casa de cultura o el EMAI (Escuela Municipal de Artes Integradas) fue fundada en 1998 y está reconocida por el Ministerio de Educación Pública como escuela Municipal, el edificio actual se construyó en el 2010. EMAI se dedica a la enseñanza de artes plásticas, danza, teatro y música a muy bajo costo y no hay restricción en las edades de los estudiantes.

Las instalaciones no cuentan con un sistema de protección contra incendios, no posee sistema de detección y notificación, cuenta únicamente con un sistema ineficiente que no funciona perfectamente de acuerdo con las necesidades del lugar y genera fallos continuos debido a la falta de diseño por un ingeniero con conocimiento en este tipo de sistemas, todo esto se debe a que se colocaron únicamente detectores convencionales de batería, cuentan, además, con los extintores exigidos por el ministerio de salud.

## 1.5 Metodología

- ✓ Reunión con el comité asesor.
- ✓ Investigación del marco teórico.
- ✓ Visitas a la casa de la cultura (EMAI), para recopilar información relevante.
- ✓ Verificación de planos.
- ✓ Análisis del riesgo.
- ✓ Diseño un sistema de detección y notificación contra incendios.
- ✓ Diseño de sistema de supresión contra incendios.
- ✓ Cálculos hidráulicos y diseño de tubería.
- ✓ Selección de equipo de bombeo.
- ✓ Cotización del equipo en el mercado.
- ✓ Información técnica de los equipos.
- ✓ Elaboración del presupuesto, costo de inversión y diseño.
- ✓ Elaborar un plan de preparación y respuesta ante cualquier emergencia.

## **1.6 Alcances y Limitaciones**

El alcance del proyecto comprende un análisis de riesgo para la casa de la cultura, verificación de planos en los que se va a diseñar el sistema de protección, detección y notificación contra incendios. Se entregarán los planos mecánicos y eléctricos de los sistemas mencionados. Se brindará las especificaciones técnicas de los equipos y materiales necesarios. Seguidamente se entregará un presupuesto basado en la tendencia y competitividad del mercado relacionando precio-calidad. Por último, se proporcionará un plan de evacuación de emergencias. Además, se excluye la implementación del diseño desarrollado y del plan de evacuación de emergencias, ya que se desconoce el capital y la disposición de la municipalidad en financiar el proyecto. Así como el mantenimiento del sistema.

## **2. Marco Teórico**

### **2.1 Conceptos básicos del fuego**

Los indicios geológicos de incendios forestales son tan antiguos como los de vegetación forestal: tienen alrededor de 350 millones de años. Así pues, cuando los primeros homínidos aparecieron por primera vez, hace unos tres o cinco millones de años, los incendios provocados por rayos, erupciones volcánicas u otras causas naturales acontecían regularmente por toda la superficie de la tierra. Los incendios sucedían muy rara vez en regiones con muy escasa materia orgánica inflamable, como las zonas polares, los desiertos y la cima de las montañas, sitios no muy hospitalarios para la habitación humana. (Goudsblom, 1995, p.27).

El ser humano ha percibido los incendios desde la antigüedad, como eventos provocados por la naturaleza de manera aleatoria, gracias a ellos también se pudo observar y adquirir el fuego a su vida cotidiana, al desarrollo como civilización.

En la actualidad, los incendios ocurren igualmente que, en el pasado, de una forma que no se puede predecir fácilmente por lo que encontrarse preparados para este tipo de eventos se vuelve prioridad, empezando porque existen diferentes riesgos nuevos que pueden provocar este evento; todos los avances en sistemas de protección contra incendios protegen la vida humana y las edificaciones.

#### **2.1.1 Naturaleza y dinámica del fuego.**

El fuego es una reacción química de oxidación-reducción rápida y fuertemente exotérmica, en la que interviene un agente combustible y otro comburente en unas condiciones energéticas favorables, teniendo como resultado, humos, gases, calor y llamas. La combustión puede desarrollarse en fase gaseosa (gas combustible y gas comburente) o en fase mixta (sólido

combustible y gas comburente). También puede haber combustión en casos especiales, en atmósferas de cloro, dióxido de carbono, nitrógeno y algunos otros gases sin la presencia de oxígeno. (Paniceres Corrales, Garcés Lasheras & Gallo Torres, 2010, p.19).

### **2.1.2 Triángulo del fuego**

Tradicionalmente se consideraba que el fuego era un proceso en el que reaccionaban un combustible, un comburente con una energía de activación, en 1774 cuando Lavoisier descubrió la naturaleza del fuego, demostró que estaba compuesto por tres factores: combustible, comburente y calor o energía de activación) denominando a la unión de estos tres, el triángulo del fuego; se expresa cada elemento como un lado del triángulo, de forma que, si desaparecía uno de los lados, no aparecía el fuego. (Paniceres Corrales, Garcés Lasheras & Gallo Torres, 2010, p.19).

Para que una combustión se inicie, es necesario que los reactivos (combustible-comburente) se encuentren en concentraciones determinadas para que se produzca la reacción, y que una vez iniciada la combustión las condiciones sean las adecuadas para que progrese la reacción. (Paniceres Corrales, Garcés Lasheras & Gallo Torres, 2010, p.19).

El proceso de la combustión es completo cuando se encuentran los elementos del triángulo del fuego, en proporciones óptimas, provocando que no queden rastros de residuos gracias a la combustión completa que se desarrolló. Por otro lado, cuando ocurre una combustión incompleta es porque las proporciones son inadecuadas de los lados del triángulo y se debe tomar precaución con el fenómeno llamado “potencial de retorno”, se refiere a la capacidad de combustibles no quemados que puedan arder.

En la siguiente figura se evidencian los componentes del triángulo del fuego:



ILUSTRACIÓN I: TRIÁNGULO DEL FUEGO

Fuente: (Fuego, 2019)

El saber que existen estos tres elementos necesarios para que pueda ocurrir el fenómeno del fuego, es importante profundizar en cada uno de ellos, para entender su naturaleza, cómo se realiza la continuación:

### **2.1.2.1 Combustible**

Un combustible es cualquier sustancia que puede producir combustión. La mayoría de los combustibles son orgánicos, contienen carbono, una combinación de hidrogeno en distintas proporciones. En algunos casos habrá nitrógeno. (NFPA 921, 2001, p.13). Sin embargo, también existen inorgánicos como los metales. Tienen la capacidad de arder y son la sustancia que se reduce en la reacción.

Los materiales no arden en su masa o volumen, lo que se quema son los gases o vapores desprendidos al alcanzar las temperaturas de ignición, inflamación o auto inflamación. Lo normal es que el combustible en estado sólido o líquido se vaporice antes de arder, aunque a veces un sólido puede arder de forma directa como incandescencia o en rescoldos. (Paniceres Corrales, Garcés Lasheras & Gallo Torres, 2010, p.50-51).

Los combustibles se pueden encontrar en tres estados de la materia principalmente:

### **Combustibles solidos**

El estado sólido, se refiere a que poseen una forma y tamaño definido, que no fluye en su estado natural. En el párrafo anterior se menciona que lo que arden son los gases, por lo tanto, en este tipo de combustibles deben alcanzar la temperatura de ignición para que se pueda dar la combustión y van a sufrir un proceso que se menciona a continuación:

En los combustibles sólidos, se produce un fenómeno llamado pirólisis, que se realiza mediante el siguiente proceso: al aplicar calor a un combustible sólido, este se descompone, produciendo gases inflamables, estos reaccionan con el oxígeno presente en el aire, y en el caso de que exista una concentración adecuada de gases inflamables, se producirá llama. (Paniceres Corrales, Garcés Lasheras & Gallo Torres, 2010, p.22).

Los combustibles sólidos precisan de una fuente de ignición para arder, salvo algunas excepciones en la que puede aparecer la combustión espontánea. Los materiales sólidos comunes más combustibles son los de naturaleza celulósica (carbón, madera, turba, papel...). La composición química es básicamente orgánica, estando constituida por: carbono, hidrógeno y oxígeno, con porcentajes menores de nitrógeno y otros elementos. (Paniceres Corrales, Garcés Lasheras & Gallo Torres, 2010, p.52).

## **Combustibles Líquidos**

Las definiciones de líquido combustible e inflamable según la ITC MIE-APQ

"Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles" son las siguientes:

- ✓ Líquido combustible: "Es un líquido con un punto de inflamación igual o superior a 55°C", (gasoil).
- ✓ Líquido inflamable: "Es un líquido con un punto de inflamación inferior a 55 °C", (gasolina).

A partir del crudo del petróleo se puede obtener un gran número de combustibles líquidos. El petróleo es la fuente principal de donde salen los combustibles líquidos (gasolinas, kerosenos, gasóleos...). Precisamente por ser derivados del petróleo crudo, los combustibles líquidos están formados básicamente por compuestos hidrocarbonados, aunque pueden contener, además, O<sub>2</sub>, S, N, etc. (Panices Corrales, Garcés Lasheras & Gallo Torres, 2010, p.56).

Los combustibles líquidos o inflamables, al igual que los sólidos, son los vapores que reaccionan y arden en llamas, estos se generan cuando los líquidos alcanzan la temperatura necesaria para desprender estos gases, varía dependiendo del líquido y la gran diferencia es que en estos el fuego solo se puede dar en la superficie, ya que es el único lugar donde se desarrolla el triángulo del fuego.

## **Combustibles Gaseosos**

El estado gaseoso se caracteriza porque la materia en este estado ocupa todo el volumen y la forma del recipiente que la contiene; se requiere poca energía para cambiar el volumen de un gas por compresión o expansión y su velocidad de difusión es muy alta. (Bottani, Odetti,

Pliego & Villareal, 2006, p. 93). Las moléculas de un gas no se encuentran unidas y poseen poca fuerza de atracción.

En el caso de combustibles en estado gaseoso, no será necesario que haya que elevar la temperatura para gasificar o vaporizar el material, como en el caso de los sólidos o líquidos, sino que será suficiente para la combustión una determinada fuente de ignición sobre una concentración adecuada de mezcla del gas con el comburente. Los gases combustibles siempre arden en toda su masa con llama, y en ciertas condiciones de presión de la mezcla y de confinamiento pueden explotar, siendo éste el principal peligro de los gases inflamables debido a la enorme facilidad que tienen para formar mezclas explosivas en el aire. (Paniceres Corrales, Garcés Lasheras & Gallo Torres, 2010, p.58).

Algunos combustibles gaseosos son: el butano, propano, gas natural, metano, hidrógeno.

### **2.1.2.2 Comburente**

En la mayoría de fuegos, el agente oxidante es el oxígeno de la atmósfera. Se pueden producir incendios en ausencia del oxígeno atmosférico si los combustibles se mezclan con oxidantes químicos. Muchos oxidantes químicos contienen oxígeno que se libera fácilmente. Por ejemplo, nitrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), nitrato potásico ( $\text{KNO}_3$ ) y el peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Los materiales ignífugos o que arden lentamente en el aire, pueden hacerlo vivamente cuando existe oxígeno adicional. (NFPA 921, 2001, p.13)

Al aumentar la temperatura del ambiente donde se producirá el fuego, se reducen las necesidades de oxígeno. Para que exista combustión, el vapor o el gas combustible deben mezclarse en proporciones y condiciones adecuadas. El combustible solo arde cuando la relación con el aire entra dentro de los límites de inflamabilidad.

## **Energía de activación**

Es la mínima energía que necesitan los reactivos para iniciar una reacción. Dicha energía es aportada por las fuentes de ignición, si su intensidad es suficiente para llegar al punto de inflamación de la sustancia combustible provocará la ignición. (Paniceres Corrales, Garcés Lasheras & Gallo Torres, 2010, p.26.

Según el foco de ignición, la energía de activación se clasifica:

- ✓ Origen químico (cualquier reacción exotérmica provoca calor, que puede ser el origen de un incendio). (Hitado, 2015, p.37)
- ✓ Origen mecánico (los choques o roces entre metales generan calor y chispas, que pueden aportar la energía necesaria para iniciar un incendio). (Hitado, 2015, p.37)
- ✓ Origen eléctrico (el paso de una corriente eléctrica provoca calor, causa de numerosos incendios). (Hitado, 2015, p.37)
- ✓ Origen térmico o directo. (Hitado, 2015, p.37)
- ✓ Origen biológico, como por ejemplo el calor que desprende la fermentación. (Hitado, 2015, p.37)
- ✓ Origen natural o atmosférico (ejemplo los rayos). (Hitado, 2015, p.37)

Los tres elementos (combustible, comburente y energía de activación) supra citados, son los necesarios para que se dé el fenómeno del fuego; sin embargo, para que exista un incendio falta un factor más: el modelo del tetraedro del fuego.

### **2.1.2 Tetraedro del fuego**

El tetraedro del fuego se descubre al realizarse investigaciones del triángulo del fuego, se realizan observaciones en la combustión cuando estos tres elementos estaban en proporciones adecuadas la combustión es completa y no deja residuos; sin embargo, cuando las proporciones no eran las adecuadas se da la combustión incompleta, lo cual puede originar un fenómeno llamado potencial de retorno (capacidad de combustibles no quemados de volver arder). Al analizar incendios, se observa que a veces, aunque estuvieran los tres elementos no progresaba el incendio.

Entonces en esos momentos, se descubrió otro factor llamado "reacción en cadena", se define como el conjunto de procesos químicos que permiten continuar la reacción una vez iniciada, el aporte de energía hace que se formen los denominados "radicales libres", estos son los responsables de los procesos químicos generados en la combustión, esta es proporcionada por la energía desprendida en el fuego, estos procesos consisten en la transmisión de calor de una a otras partículas del combustible. (Paniceres Corrales, Garcés Lasheras & Gallo Torres, 2010, p.20).

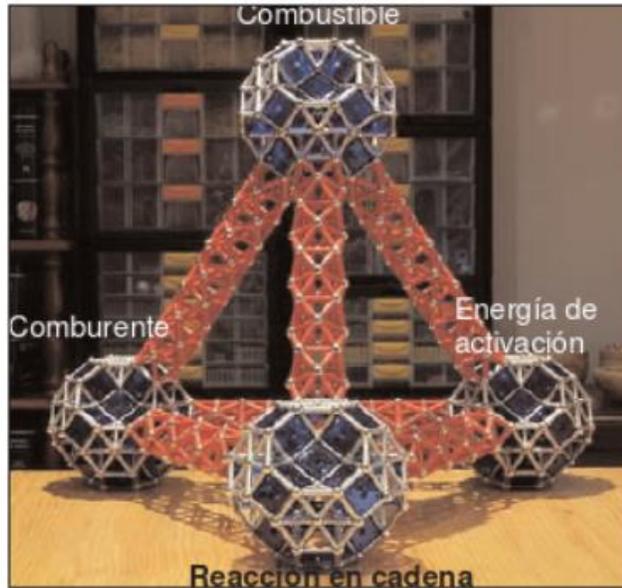


ILUSTRACIÓN II: TETRAEDRO DEL FUEGO

Fuente: Panicles Corrales, Garcés Lasheras & Gallo Torres, 2010, p.124).

Los incendios son “aquel fuego que se encuentra sin control en espacio y tiempo, que está quemando materiales que no estaban destinados a arder.” (Panicles Corrales, Garcés Lasheras & Gallo Torres, 2010, p.42).

Para que una combustión con llama progrese, se ha demostrado la necesidad de establecer una serie de procesos mediante los cuales la reacción progresa entre la mezcla combustible-comburente, llamados reacción en cadena. En los momentos previos a la oxidación del combustible, se producen una serie de radicales como consecuencia de la energía irradiada por el foco térmico, permitiendo continuar la reacción en el seno de la mezcla. (Panicles Corrales, Garcés Lasheras & Gallo Torres, 2010, p.28).

En los líquidos combustibles o inflamables a temperatura ambiente, el vapor desprendido se encuentra en equilibrio con el líquido, pero en los incendios este vapor es rápidamente consumido por el calor radiante procedente de las llamas de la combustión. El

incremento de radiación también provoca que se formen más vapores, acelerándose de forma muy rápida el proceso de combustión de la totalidad del combustible. El calor radiante, además de acelerar este proceso, genera gran cantidad de fragmentos de moléculas de menor peso molecular y de radicales libres que reaccionan en la zona de llamas retroalimentando la reacción de combustión (reacción en cadena). (Paniceres Corrales, Garcés Lasheras & Gallo Torres, 2010, p.57).

### **2.1.3 Clasificación de los Incendios**

En los apartados anteriores se explican los elementos necesarios para que se desarrolle un incendio, dependiendo del combustible que se está quemando, según la norma NFPA 10 se clasifican:

- ✓ Incendios Clase A: “son incendios de materiales combustibles comunes, como la madera, tela, papel, caucho y muchos plásticos.” (NFPA 10, 2018, p.11). Este tipo de fuego corresponde principalmente a los combustibles sólidos que dejan cenizas después de ser quemados.
- ✓ Incendios Clase B: “son incendios de líquidos inflamables, líquidos combustibles, grasas de petróleo, alquitrán, aceites, pinturas a base de aceite, disolventes, lacas, alcoholes y gases inflamables.” (NFPA 10, 2018, p.11). Lo comprenden principalmente combustibles de tipo líquido y gaseoso.
- ✓ Incendios Clase C: “son incendios que involucran equipos eléctricos energizados”, (NFPA 10, 2018, p.11), corresponde a los materiales de la clase A y B, con el detalle en particular de que reciben energía eléctrica durante el

incendio, esto quiere decir que en el momento que se corte el flujo de corriente, se convierten en un incendio clase A o B, dependiendo del caso.

- ✓ Incendios Clase D: “son incendios de metales combustibles como el magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio.” (NFPA 10, 2018, p.11)
- ✓ Incendios Clase K: “son incendios de electrodomésticos que involucran combustibles para cocinar (aceites y grasas vegetales o animales).” (NFPA 10, 2018, p.1)

Seleccionar el método y los agentes de extinción implica conocer la naturaleza del fuego, ya que existe una cultura popular de que el agua es el medio para apagar cualquier incendio; sin embargo, en los fuegos tipo B al agregar este líquido podría aumentar la propagación del combustible, esto se debe a que normalmente los combustibles de esta clase son menos densos que el agua, por lo tanto, flotan y se esparcirán con el agua, ardiendo encima de ella.

En los fuegos de clase C, el agua es buena conductora de electricidad, por lo que puede aumentar la cantidad y severidad de los daños, en lugar de solucionar el problema lo puede agravar. Por otra parte, tampoco se recomienda en los fuegos de tipo D, ya que algunos metales reaccionan con el agua.

## **2.2 Mecanismos de supresión del fuego.**

En los mecanismos de supresión del fuego, existen una serie de técnicas y métodos para lograr la extinción del fuego, algunos son más prácticos y utilizados que otros, su objetivo es atacar uno o varios de los elementos del tetraedro del fuego, para minimizar o acabar por completo un incendio y así mitigar los daños, que se dividen dependiendo del elemento que estén atacando:

### **2.2.1 Sofocación**

La sofocación se dirige hacia la exclusión o desplazamiento del comburente de la superficie del material incendiado, con el fin de que el combustible o los gases y vapores combustibles producidos, no entren en contacto con el oxígeno del aire. (Paniceres Corrales, Garcés Lasheras & Gallo Torres, 2010, p.128). El método anterior se puede realizar de varias formas:

- ✓ Separación completa del comburente: Esto se consigue recubriendo el combustible que se encuentra ardiendo para impedir su contacto con el aire y lograr que no siga la reacción. En este caso se recubre el combustible con arena, espuma, polvos, o simplemente con la tapa de una sartén. (Hitado, 2015, p.48)
- ✓ Dilución de oxígeno: se realiza en la atmosfera que rodea al fuego, se realiza una dilución del oxidante, se pueden utilizar gases inertes (dióxido de carbono, nitrógeno) o también se puede utilizar agua pulverizada, con el fin de reducir el oxígeno a un porcentaje por debajo de la concentración para que el fuego no evolucione, no debe existir producción de oxígeno durante la combustión para que este método sea efectivo. Por ejemplo, el agua pulverizada en una zona cerrada, que provoca que un litro de agua se convierta en 1770 litros de vapor de agua, este ocasiona un desplazamiento del oxígeno que alimenta el fuego.

### **2.2.2 Enfriamiento**

Es probablemente el método de extinción más utilizado, mediante el cual se reducen o eliminan las calorías resultantes del incendio bajando la temperatura y consiguiendo que los combustibles disminuyan o dejen de emitir gases o vapores combustibles (productos de la

descomposición térmica o vaporización de los mismos), por encima de su punto de ignición o de formación de la llama. (Panices Corrales, Garcés Lasheras & Gallo Torres, 2010, p.126).

El objetivo es eliminar o disminuir el calor, enfriando no solo el calor que se disipa en el ambiente del combustible en combustión, sino que también el material incendiado reduzca su temperatura gracias a un agente enfriador; busca que los materiales implicados no alcancen su temperatura de ignición y se desplacen fuera del rango de inflamabilidad, por lo tanto, no se emitan gases y vapores inflamables.

El agua es el método más empleado y se acompaña con ventilación controlada, sirve para el manejo del humo y para reducir la temperatura a la vez. El método de enfriamiento presenta el riesgo de que los materiales vuelvan a aumentar su temperatura y se origine nuevamente el incendio.

### **2.2.3 Des-alimentación o eliminación del combustible**

Consiste en la retirada parcial o total del combustible, siempre que la velocidad de retirada sea mayor que la velocidad de propagación del fuego. En este caso, se rebaja la concentración de combustible y no de comburente. (Hitado, 2015, p.48) El combustible se elimina de manera directa (separa físicamente los combustibles del foco del incendio) o indirecta (se refrigera otros combustibles del área de influencia del foco o se interponen materiales incombustibles como “barrera” del fuego).

Por último, se encuentra la dilución del combustible, solamente funciona en combustibles líquidos que puedan mezclarse con el agua de otra forma el líquido se propagará al igual que el incendio.

### **2.2.3 Inhibición o rotura de la reacción en cadena**

Es el mecanismo de extinción de incendios. Consistente en impedir o neutralizar la reacción en cadena del incendio, dificultando las reacciones intermedias de oxidación que se producen en las llamas y que progresan a nivel atómico mediante un mecanismo de radicales libres. (Paniceres Corrales, Garcés Lasheras & Gallo Torres, 2010, p.135).

La interrupción se realiza mediante la inyección de compuestos capaces de inhibir la producción de radicales, impidiendo la transmisión de calor entre moléculas. En la combustión, los radicales libres son ocupados por el oxígeno, que va oxidando todas las moléculas. Cuando se proyectan agentes como halones o polvo seco, estos ocupan el radical libre impidiendo que lo haga el oxígeno, lo que evita la oxidación y por tanto la reacción en cadena. De este modo neutraliza los vapores combustibles. (Hitado, 2015, p.49). No es recomendable utilizarlo para fuegos que no tienen llama, como por ejemplo los incandescentes o de brasas.

## **2.3 Transferencia de calor**

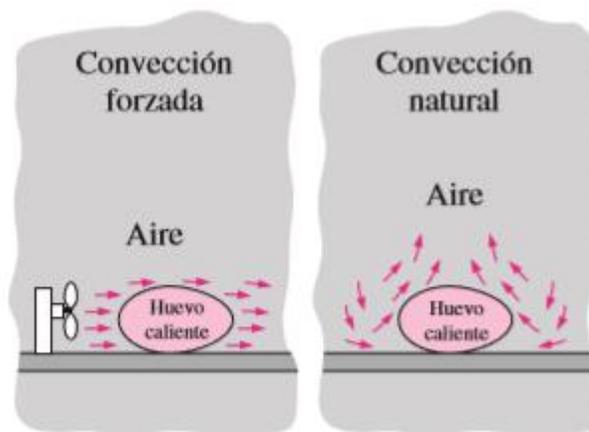
La transferencia de calor se refiere a “la forma de energía que se puede transferir de un sistema a otro como resultado de la diferencia en la temperatura” (Çengel & Ghajar, 2011, p.2), implica el estudio de las razones presentes en esa transferencia, de manera cuantitativa y cualitativa.

En el presente proyecto se ha descrito los componentes del fuego, de un incendio, cómo extinguirlo, la clasificación de ellos entre otros, pero para poder prevenir un evento de estos se debe entender los métodos por los que se propaga el calor:

- ✓ **Conducción:** la transferencia de energía de las partículas más energéticas de una sustancia hacia las adyacentes menos energéticas..., en los gases y líquidos la conducción se debe a las colisiones y a la difusión de las moléculas durante su

movimiento aleatorio. En los sólidos se debe a la combinación de las vibraciones de las moléculas en una retícula y al transporte de energía por parte de los electrones libres. (Çengel & Ghajar, 2011, p.17-18), la rapidez de la conducción a través de un medio va a depender del cambio de temperatura, de la configuración geométrica, espesor y material que este hecho.

- ✓ Convección: La convección es el modo de transferencia de energía entre una superficie sólida y el líquido o gas adyacente que está en movimiento y comprende los efectos combinados de la conducción y el movimiento de fluidos. Entre más rápido es el movimiento de un fluido, mayor es la transferencia de calor por convección. En ausencia de cualquier movimiento masivo de fluido, la transferencia de calor entre una superficie sólida y el fluido adyacente es por conducción pura. (Çengel & Ghajar, 2011, p.25).
  - Existen dos tipos de convección; la forzada (el fluido es obligado a fluir sobre la superficie) y la natural (el movimiento del fluido es originado por la fuerza de empuje producto de las diferencias de densidades).



**ILUSTRACIÓN III: ENFRIAMIENTO POR CONVECCIÓN FORZADA Y NATURAL**

Fuente: (Çengel & Ghajar, 2011, p.26).

- ✓ Radiación: La radiación es la energía emitida por la materia en forma de ondas electromagnéticas (o fotones) como resultado de los cambios en las configuraciones electrónicas de los átomos o moléculas. A diferencia de la conducción y la convección, la transferencia de calor por radiación no requiere la presencia de un medio interventor. De hecho, la transferencia de calor por radiación es la más rápida (a la velocidad de la luz) y no sufre atenuación en un vacío. Ésta es la manera en la que la energía del Sol llega a la Tierra. En los estudios de transferencia de calor es de interés la radiación térmica, que es la forma de radiación emitida por los cuerpos debido a su temperatura. Es un fenómeno volumétrico y todos los sólidos, líquidos y gases emiten, absorben o transmiten radiación en diversos grados (Çengel & Ghajar, 2011, p.27-28).

La propagación de un incendio se desarrolla de las tres formas expuestas anteriormente, por lo general de una manera simultánea, a continuación, se comenta la relación existente:

En un incendio, el calor de las llamas que se propaga por contacto directo con los materiales combustibles o con otros capaces de transmitir calor (conducción); los gases, humos y aire caliente, que provienen de la combustión de los vapores del combustible, suben y entran en contacto con materiales combustibles que pueden alcanzar la temperatura de auto inflamación(convección); por último, la radiación, en la que el calor irradiado por las llamas se transmite en todas direcciones. (Quintela, 2008, p. 26)

## **2.4 Clasificación de ocupaciones según el riesgo de incendio.**

Lo primero que se va a realizar es definir el tipo de ocupación para clasificar el riesgo, es una ocupación mixta, donde las ocupaciones se encuentran interconectadas, esto quiere decir que posee características de diferentes tipos de ocupación de manera simultánea. El EMAI es

un sitio donde se imparten lecciones, dedicado a la enseñanza y se realizan eventos de carga de ocupantes considerable, se va a profundizar en los tipos de ocupación de enseñanza y reunión pública.

Según la NFPA 101 es un sitio de reunión pública que se define como:

“Ocupación utilizada para reunir a cincuenta o más personas para deliberación, culto, entretenimiento, comida, bebida, diversión, espera de transporte o usos similares; o utilizada como edificio de divertimento especial, independientemente de su carga de ocupantes. (SAF-AXM).” (NFPA 101, 2018, p.38).

La Casa de la Cultura como se había mencionado anteriormente posee una carga de ocupantes importante de manera simultánea, de aproximadamente un rango de 200-250 personas que asisten a festivales dedicados a las artes, música, teatro y realizados en el auditorio de la edificación.

Por otra parte, es también una ocupación de tipo educacional, ya que es una escuela municipal, así la cataloga el Ministerio de Educación Pública (MEP). Según la NFPA 101 es una ocupación utilizada para fines educacionales hasta duodécimo grado, durante más de doce horas semanales y donde deben asistir más de 6 personas.

Según el tipo ocupación, se puede clasificar el riesgo, el que se define como el peligro relativo que existe en la iniciación y propagación de cualquier incendio; peligro de explosión, esparcimiento de gases generados o humo, cualquier suceso que pueda atentar contra la vida humana y la seguridad del edificio. Esta definición es la más acertada para el tipo de investigación que está enfocada en sistemas de protección contra incendios. Los tipos de riesgo se clasifican de la siguiente manera:

### **Ocupaciones de riesgo leve**

Las ocupaciones de riesgo leve son aquellas ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y/o combustibilidad de los contenidos es baja, y se esperan incendios con bajos índices de liberación de calor. (NFPA 13, 2019, p.32).

### **Ocupaciones de riesgo ordinario**

Según la NFPA13, se subdividen en dos grupos:

#### **Riesgo ordinario (Grupo 1)**

Las ocupaciones de riesgo ordinario (Grupo 1) son las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es moderada, las pilas de almacenamiento de combustibles no superan los 2.4 m (8 pies), y se esperan incendios con un índice de liberación de calor moderado. (NFPA 13, 2019, p.32).

#### **Riesgo ordinario (Grupo 2)**

Las ocupaciones de riesgo ordinario (Grupo 2) son ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es de moderada a alta, donde las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor moderado no superan los 3.66 m (12 pies), y las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor elevado no superan los 2.4 m (8 pies). (NFPA 13, 2019, p.32).

## **Ocupaciones de riesgo extra**

### **Ocupaciones de Riesgo Extra (Grupo 1).**

Las ocupaciones de riesgo extra (Grupo 1) deben definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos son muy altas y hay presentes polvos, pelusas u otros materiales, que introducen la probabilidad de incendios que se desarrollan rápidamente con elevados índices de liberación de calor, pero con poco o ningún líquido inflamable o combustible. (NFPA 13, 2019, p.32).

### **Ocupaciones de Riesgo Extra (Grupo 2).**

Las ocupaciones de riesgo extra (Grupo 2) deben definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones con cantidades desde moderadas hasta considerables de líquidos inflamables o combustibles, u ocupaciones donde el escudado de los combustibles es extenso. (NFPA 13, 2019, p.32).

## **2.5 Sistemas de detección y notificación contra incendios**

Un sistema de detección y alarma permite, en caso de incendio, advertir de manera temprana a los ocupantes del edificio, mediante una señal audible y visual. (Bomberos de Costa Rica, 2013, p.56).

El sistema que debe permitir una evacuación sin riesgos, está conformado por una serie de elementos de activación, los cuales comprenden detectores de humo, temperatura, sensores de apertura de puertas de emergencia, estaciones manuales que permitan funcionar la alarma de manera intencional, sensores de flujo en la tubería del sistema fijo contra incendios y sensor de arranque en la bomba contra incendios; dispositivos de anunciación, como las luces

estroboscópicas, altavoces, sirenas y paneles de notificación remotos; por último, está compuesta por un panel principal de control, sistema de energía principal y de respaldo, control de ascensores, puertas automáticas, escotillas de humo, aire acondicionado.

### **2.5.1 Reglamento de Sistemas de Detección y Notificación para Sitios de Reunión Pública en Costa Rica**

En el apartado 2.4 clasificación de ocupaciones según el riesgo de incendio, se clasifica la casa de la cultura o EMAI, como un sitio de reunión pública, según el Manual de Disposiciones Técnicas Generales sobre Seguridad Humana y Protección contra Incendios, señala:

“Todo sitio de reunión pública debe disponer de un sistema de detección y alarma que cumpla con lo indicado en el artículo 3.5 de este manual.” (Bomberos de Costa Rica, 2013, p.74)

#### **2.5.1.2 Excepciones y Disposiciones Especiales para la Instalación de Sistemas de Detección y Alarma Contra Incendio**

En el apartado anterior se especifica que el sistema de detección y notificación se debe instalar; sin embargo, el manual hace algunas excepciones con ciertas condiciones que se explican a continuación:

Las ocupaciones para reuniones públicas, que disponga de un sistema de rociadores automáticos, con cargas de ocupantes menor a 300 personas y todos los teatros con máximo una sala para espectáculos, no se requiere que estén equipados con un sistema de alarmas de incendio aprobado. (Bomberos de Costa Rica, 2013, p.74)

Las disposiciones especiales que pueden presentar se van a dividir dependiendo de la acción que van a realizar, en cuanto a su iniciación:

El sistema de alarmas de incendio requerido debe iniciarse por medios manuales, a menos estén iniciados por un sistema automático de detección de incendios aprobado, que provea detección de incendios en la totalidad del edificio; o porque este iniciado por medio de un sistema de rociadores automáticos aprobado que provea detección y protección contra incendios en la totalidad del edificio. Son los únicos dos casos donde no se necesita un mecanismo manual. (Bomberos de Costa Rica, 2013, p.75)

El dispositivo iniciador debe ser capaz de transmitir una alarma a una estación receptora, ubicada dentro del edificio, que esté atendida permanentemente mientras la ocupación para reuniones públicas permanece ocupada. (Bomberos de Costa Rica, 2013, p.75)

En ocupaciones para reuniones públicas con cargas de ocupantes mayores a 300 personas, debe instalarse detección automática en todas las áreas peligrosas que normalmente no se encuentran ocupadas, a menos que dichas áreas estén protegidas en su totalidad mediante un sistema de rociadores automáticos aprobado. (Bomberos de Costa Rica, 2013, p.75)

En cuanto a la notificación:

El sistema de alarma de incendios requerido debe activar una alarma audible y visible en una estación receptora permanentemente atendida dentro del edificio mientras se encuentre ocupado con el propósito de iniciar una acción de emergencia. (Bomberos de Costa Rica, 2013, p.75)

Los ocupantes deben ser notificados por medio de señales visuales y anuncios de comunicación por voz, ya sea en vivo o grabados con anterioridad, iniciados por la persona que se encuentra en la ubicación permanentemente atendida o por medios automáticos cuando la autoridad competente así lo permita, deben estar provisto de una fuente de energía de

emergencia, que sea audible por encima del nivel de ruido ambiental de la ocupación para reuniones públicas. (Bomberos de Costa Rica, 2013, p.75)

Las justificaciones explicadas anteriormente son la jurisdicción aplicada en el territorio costarricense, por lo que básicamente si no tienen sistema de detección y alarmas, deberían tener un sistema de rociadores automático.

## **2.5.2 Elementos de activación**

Los dispositivos encargados de accionar el sistema contra incendios están compuestos por una gama amplia de artefactos, dependiendo del tipo de ocupación, diseño, requerimientos legales y funcionales del espacio se va a seleccionar cual mecanismo de acción es más pertinente.

### **2.5.2.1 Detectores**

#### **2.5.2.2 Selección y ubicación de detectores**

Los criterios de selección para la ubicación y el tipo de detector van a depender de diferentes factores, donde se toman en cuenta las características del cielo raso (inclinación, forma y altura); las propiedades de los materiales combustibles presentes en la edificación; por último, factores ambientales como presión, altitud, temperatura y humedad relativa.

El área que debe cubrir un solo detector no se recomienda que supere 83.6 m<sup>2</sup>, además la distancia máxima entre ellos no puede ser mayor a los 9.1 m, excepto los detectores de haz de luz extendido que lo rigen otras condiciones de diseño.

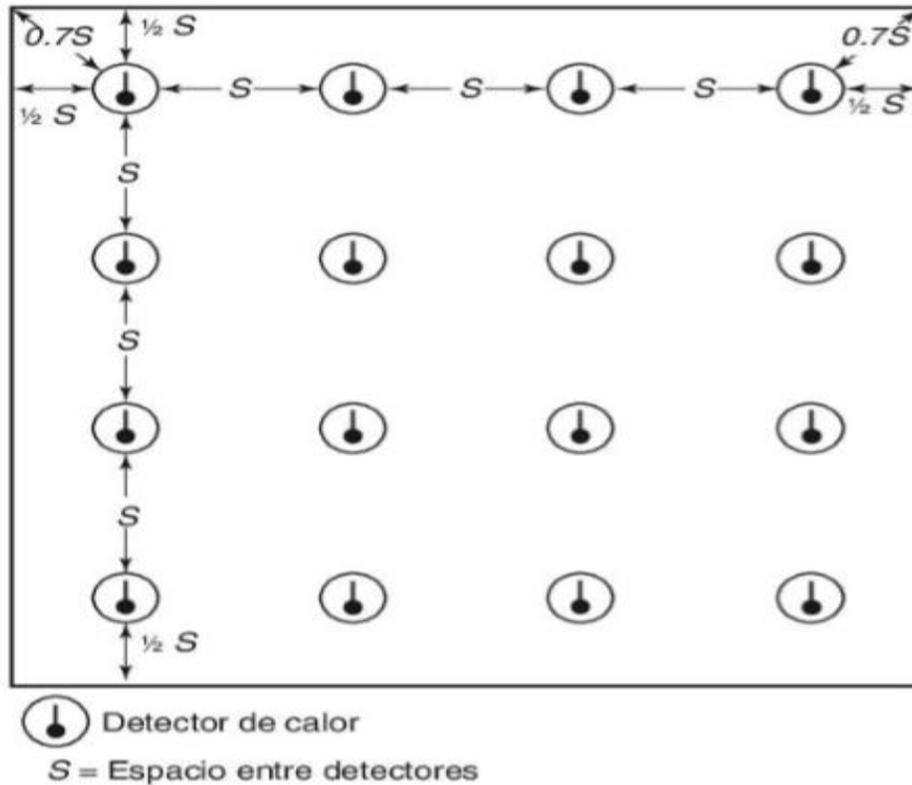


ILUSTRACIÓN IV:UBICACIÓN DE DETECTORES

Fuente: (NFPA 72, 2016, p.240).

### 2.5.2.3 Tipos de detectores

Los detectores que existen son de humo, fotoeléctricos, de aspiración, temperatura, de radiación, laser y otro

Excepción importante: aquellos edificios que cuenten con un sistema de rociadores automáticos instalados según la NFPA 13 edición 2007 o el equivalente en las versiones más recientes, podrán utilizar los rociadores automáticos como sensores de temperatura y adicionando las estaciones manuales y demás accesorios requeridos por la NFPA 72 edición 2010 o el equivalente en las versiones más recientes. Siempre y cuando se conecte el sensor de flujo de la tubería de alimentación vertical al panel de control de la alarma contra incendios (Bomberos de Costa Rica, 2013, p.56)

## 2.6 Sistemas de supresión

Los sistemas de supresión se deben seleccionar considerando ciertas características del diseño que posea la edificación donde se está realizando el análisis, en la siguiente figura se observa un diagrama bastante práctico para dicha selección:

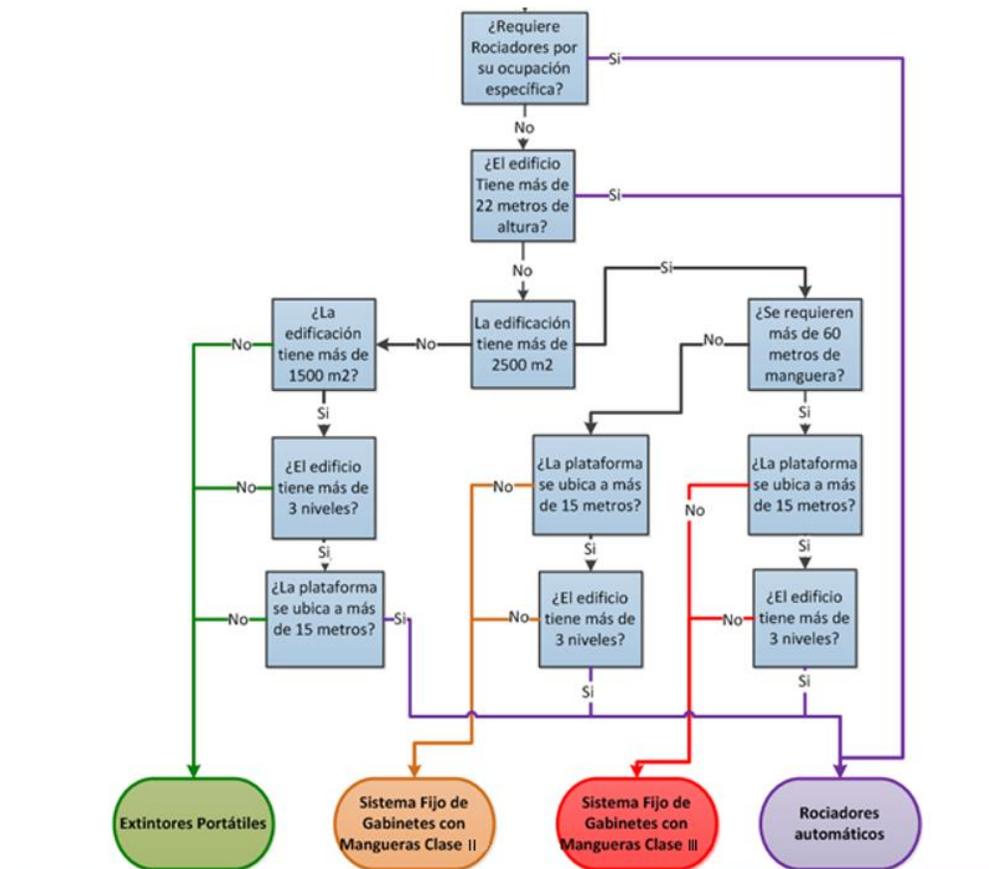


Ilustración V:DIAGRAMA DE DECISIÓN PARA LA DEFINICIÓN DEL SISTEMA FIJO A UTILIZAR EN UNA EDIFICACIÓN

Fuente: (Bomberos de Costa Rica, 2013, p.184)

Los sistemas de supresión se pueden realizar por diferentes métodos, según el diagrama anterior, va a depender de la altura de la edificación, cantidad de niveles, el área de construcción, distancias de la plataforma de bomberos son algunos de los aspectos a tomar a considerar para el diseño. Con el análisis de los planos arquitectónicos en la parte del diseño se va a determinar cuáles son los requerimientos y siguiendo el diagrama anterior. A continuación, se va a explicar cada uno de ellos:

### **2.6.1 Sistemas de gabinetes**

Los gabinetes son una “combinación de equipo provista para conexión de una manguera a un sistema de tubería vertical que incluye una válvula roscada con salida roscada” (NFPA 14, 2019, p. 9). Los sistemas pueden variar en tres clases:

#### Sistema clase I

“Un sistema que provee conexiones de manguera de 65mm (2 1/2 pulgadas) para suministrar agua para uso de bomberos. (NFPA14, 2019, p. 11). Debe ser capaz de suministrar 31,55 L/s (500 GPM) y mantener una presión residual de 7.03 kg/cm<sup>2</sup> (100 psi) en las dos tomas más distantes del edificio 15, 77 L/s (250 GPM) en cada una. (Bomberos de Costa Rica, 2013, p.64)

#### Sistema clase II

“Un sistema que provee estaciones de manguera de 38 mm (1 1/2”) para suministrar agua para uso de bomberos.” (NFPA14, 2019, p. 11).

“Debe ser capaz de suministrar 12,82 L/s (200 GPM) y mantener una presión residual de 4,5 kg/cm<sup>2</sup> (64 psi) en las dos tomas más distantes del edificio 6,41 L/s (100 GPM) en cada una.” (Bomberos de Costa Rica, 2013, p.65)

El diagrama en la figura nos indica cuando utilizar sistema de gabinetes clase II, además, se tiene que tomar en cuenta que, si se requieren menos de 60 m de manguera desde la ubicación de una unidad de bomberos hasta el punto más alejado dentro del edificio, será requisito indispensable para poder utilizar este sistema.

### Sistema clase III

Un sistema que provee estaciones de manguera de 38 mm (1 1/2 pulgadas) para suplir agua para uso de personal entrenado y conexiones de manguera de 2 1/2 pulgadas (65mm) para suministrar un gran volumen de agua para uso de bomberos. (NFPA14, 2019, p. 11). Como se puede observar es una combinación de los sistemas I y II, por lo tanto, deberá suministrar el mismo caudal y presión residual al equivalente de manera independiente; el elegir este sistema III va a depender de la figura V.

Cuando se requieran más de 60 m de manguera desde la ubicación de una unidad de bomberos hasta el punto más alejado dentro del edificio. (Bomberos de Costa Rica, 2013, p.66)

El objetivo de los sistemas mencionados anteriormente es combatir el fuego de manera manual, podrán sobredimensionarse, lo que no se puede hacer es utilizar uno de menor capacidad que recomiende la norma NFPA 14.

## **2.6.2 Sistema de rociadores automáticos**

Los rociadores automáticos son dispositivos termo sensibles, diseñados para reaccionar a temperaturas predeterminadas liberando automáticamente agua, distribuida en patrones sobre las áreas específicas que se encuentren involucradas en el incendio, en cantidad suficiente para dominarlo. (Bomberos de Costa Rica, 2013, p.68)

El agua de los rociadores llega mediante un sistema de bombeo, tuberías y accesorios que son accionados mediante un disparo termosensible; los criterios de selección aplicables están mencionados anteriormente por el diagrama en la figura

El método tradicional mediante el cual los rociadores controlan un incendio se denomina “control del incendio”, este método presupone que alrededor de la zona del incendio se pondrá en marcha un determinado número de rociadores; aunque puede ser que los rociadores situados inmediatamente encima del incendio no sean capaces de extinguirlo, funcionarán junto con otros rociadores abiertos para enfriar la atmósfera y evitar que los rociadores más alejados del incendio funcionen. Mientras tanto, los rociadores abiertos fuera de la proximidad inmediata del fuego pueden mojar los combustibles adyacentes contribuyen a evitar su propagación. (Bomberos de Costa Rica, 2013, p.68)

## **2.6.3 Sistema de extintores**

La implementación de un sistema de extintores se debe realizar con análisis previo a su implementación, esto se debe a que existen diferentes clases y cada uno es más efectivo dependiendo del tipo de fuego explicados en la sección 2.1.3 del presente documento. Los principales factores que se toman como criterio de selección:

- ✓ Clases de fuego con mayor probabilidad de desarrollarse.

- ✓ Riesgos presentes donde fuego puede provocar mayores daños.
- ✓ Dimensiones del fuego que tiene mayor probabilidad de producirse en esta área.
- ✓ Condiciones de temperatura.
- ✓ Reacciones adversas posibles entre el agente extintor y los materiales que sirven de combustible en caso de un incendio.

## 2.7 Hidráulica

En el diseño de sistemas de rociadores automáticos, es necesario determinar la caída de presión que se produce en el sistema gracias a las pérdidas por fricción que se generen en la tubería y en los accesorios; se podrán determinar a la vez los caudales y presiones que debe entregar el sistema para el rociador hidráulicamente más crítico o gabinete. Por lo que es necesario conocer algunos principios de mecánica de fluidos, los que se definirán a continuación:

### 2.7.1 Pérdidas por fricción

Las pérdidas causadas por la fricción existente en los accesorios y tubería con respecto al agua se realizan mediante la ecuación de Hazen Williams (ecuación 1), será la fórmula utilizada para el diseño del sistema de supresión, donde toma en consideración desde el punto de succión hasta al punto de descarga hidráulicamente más alejado. La ecuación corresponde:

$$H_f = \frac{10.67 * Q^{1.852} * L}{C^{1.85} d^{4.87}} \quad (1)$$

Donde:

- ✓  $H_f$ : pérdidas por fricción.
- ✓  $Q$ : Caudal( $m^3/s$ ).

- ✓ d: diámetro interno de la tubería(m).
- ✓ c: coeficiente de rugosidad (adimensional).
- ✓ L: Longitud de la tubería.

En la ecuación 1 se puede observar que depende directamente del material de la tubería, el diámetro y el caudal que pasa por la tubería; además se debe tomar en cuenta que solo es válido para temperaturas donde el flujo de agua oscila entre los 5°C y 25 °C.

Para calcular el caudal (volumen de flujo por unidad de tiempo), se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = v * A \quad (2)$$

Donde:

- ✓ Q: Caudal(m<sup>3</sup>/s).
- ✓ v: velocidad (m/s)
- ✓ A: área por donde trasiega el fluido.

El coeficiente de rugosidad se obtiene en siguiente tabla I; dependiendo del material seleccionado el valor varía como se muestra a continuación:

**TABLA I: COEFFICIENTE C HAZEN WILLIAMS DE VARIAS**

TIPO DE TUBERIAS	DIAMETROS mm (pulgadas)			
	152 (6)	305 (12)	610 (24)	1220 (48)
Hierro fundido sin recubrimiento interno	125	130	132	134
Hierro fundido con recubrimiento interno liso	133	138	140	141
Hierro fundido centrifugado con rec. interno liso	142	145	148	140
Hierro Galvanizado	133	—	—	—
Acero sin recubrimiento interno	145	147	150	150
Acero con recubrimiento interno liso	142	145	148	148
Asbesto-Cemento con recubrimiento interno liso	149	150	152	—
Asbesto-Cemento sin recubrimiento interno liso	145	147	150	—
Policloruro de Vinilo (PVC)	149	150	152	—
Concreto Pretensado	—	147	150	150

Fuente: (Vicente Méndez, 1995, p.2.21)

## 2.8 Casa de máquinas NFPA 20

La casa de máquinas del sistema de supresión contra incendio es una labor compleja y que está diseñada de una manera muy rigurosa que debe cumplir con lo estipulado en la NFPA 20.

La bomba principal de sistemas contra incendios no puede tener una succión negativa y deben ser centrífugas, a menos que sean sistemas de espuma, para este proyecto se va a enfocar en las bombas hidráulicas centrífugas que deben tener las siguientes características:

### **Turbina vertical**

Es una bomba sumergible centrífuga, la cual posee en el cuerpo de la bomba una unos impulsores con una configuración en serie. Al colocar una mayor cantidad de impulsores en serie se obtiene más presión que se incrementa si son más amplios, el impulsor está dentro de cada tazón. El fabricante va a variar el diseño de cada uno para poder cumplir con la presión

requerida, las bombas poseen un ajuste que aumenta y baja la presión, es milimétrico y no se debe manipular sin conocimiento previo porque puede dañar el equipo. Las revoluciones del eje y la fuerza van a determinar la presión de la bomba.

### **Bomba de carcasa partida**

Es una bomba centrífuga que tiene la gran ventaja que se puede abrir a la mitad, el mantenimiento es más fácil en comparación con la de la turbina vertical. El tanque tiene que estar al mismo nivel de la succión de la bomba para que pueda usarse para incendios para contar con la succión positiva. Entrega suficiente presión cuando es carcasa partida multi-etapa. Este tipo de bomba gotea siempre a través de estopas que proveen lubricación, no disponen de un sello mecánico, van a generar más humedad en una edificación subterránea.

### **Bomba succión final**

Es una bomba centrífuga que se utiliza normalmente para caudales pequeños y presiones no muy altas, es de las bombas contra incendios más económicas del mercado; sirve para sistemas donde la demanda es muy pequeña. Por ejemplo, en caudales que llegan hasta 1892.71 l/min (500 GPM) a presiones por debajo a 9.65 bar (140 psi), el tanque debería quedar expuesto y una ubicación muy específica de dónde se colocaría la bomba.

### **Bomba succión en línea**

Es una bomba centrífuga impulsada por un motor eléctrico, es conveniente para ahorrar espacio y se utiliza para tanques expuestos, solo se utiliza para motor eléctrico, este va montado por debajo de la bomba, es sumamente difícil para dar mantenimiento, bajo caudal y baja presión.

## **2.9 Seguridad humana, medios de egreso y compartimentación acorde al código de seguridad humana NFPA101**

La edificación es un sitio de reunión pública, en este tipo de ocupación se deben tomar en cuenta disposiciones especiales para poder salvaguardar la vida humana previendo un siniestro o una emergencia. En consideración a lo indicado se enfocará el análisis en el cumplimiento de ciertas especificaciones que deben cumplirse por completo.

Los medios de egreso se definen como un recorrido continuo y sin obstrucciones desde cualquier punto en un edificio o estructura hasta una vía pública, consiste en tres partes separadas y distintas: (1) el acceso a salida, (2) la salida y (3) la descarga de salida. (NFPA 101, 2018, p.38).

Los medios de egreso accesibles son un sistema que proveen una vía accesible a un área de refugio, a una salida horizontal, o una vía pública. (NFPA 101, 2018, p.45).

### **2.8.1 Resistencia al fuego en los medios de egreso.**

Los corredores utilizados como acceso a salida que sirven a un área con una carga de ocupantes mayor de treinta deben estar separados de las otras partes del edificio por muros que tengan una certificación de resistencia al fuego no menor de una hora. (NFPA 101, 2018, p.57).

Las salidas deben tener una separación con certificación de resistencia al fuego no menor de una hora donde la salida conecta tres pisos o menos. (NFPA 101, 2018, p.57). En este caso es un edificio de tres pisos por lo que necesita cumplir con este requisito.

Los cerramientos de salida deben proveer un camino continuo de recorrido protegido hasta la descarga de salida. (NFPA 101, 2018, p.57). No deben utilizarse para ningún propósito donde pueda servir como obstrucción a ese camino a la salida.

Las aberturas en la separación deben estar protegidas por conjuntos de puertas cortafuego equipados con cierrapuertas. (Bomberos de Costa Rica, 2013, p.15)

### **2.8.2 Altura en los medios de egreso.**

En edificios existentes, la altura del cielorraso no debe ser menor de 2285 mm (7 pies 6 pulgadas) desde el piso, con proyecciones desde el cielorraso que dejen un espacio libre mínimo no menor de 2030 mm (6 pies 8 pulgadas) nominales sobre el piso. La altura libre sobre las escaleras no debe ser menor de 2030 mm (6 pies 8 pulgadas) y debe medirse verticalmente por encima de un plano paralelo y tangente a la mayor proyección hacia delante de la huella del escalón. (NFPA 101, 2018, p.59)

Los medios de egreso deben mantenerse siempre libre de obstrucciones, barreras en todo momento, se asume que cualquier emergencia es un evento inesperado y se debe tomar las precauciones de una manera continua.

### **2.8.3 Dimensiones y características de los medios de egreso.**

El ancho de puerta debe ser medido de la parte más angosta, en puertas batientes se mide entre la cara de la puerta y el tope en el que se detiene al cerrarse, debe tener al menos un ancho libre mínimo de 90 cm, donde se tenga dos puertas debe cumplir esta característica al menos una de ellas; las puertas giratorias están exentas de esta regla.

Por otra parte, cuando exista una única puerta para la descarga desde una escalera y esa puerta sirve como el único medio de descarga de salida el ancho libre de la abertura de la puerta

no debe ser menor a los dos tercios del ancho nominal de la escalera. (Bomberos de Costa Rica, 2013, p.15)

Las puertas deben estar dispuestas para que sean abiertas fácilmente desde el lado de salida siempre que el edificio esté ocupado; las cerraduras, si existieran, no deben requerir para su accionamiento desde el lado de salida el uso de llaves, herramientas, conocimientos o esfuerzos especiales. (Bomberos de Costa Rica, 2013, p.17). Por lo que es habitual que se utilicen puertas que solo se puedan abrir desde un sentido.

Las puertas que sean del tipo de bisagra lateral o batientes de pivote, deben abrir en la dirección del recorrido de egreso donde sirven una habitación o área con una carga de ocupantes de 50 o más; únicamente abrirán en recorrido de salida donde exista riesgo alto. (Bomberos de Costa Rica, 2013, p.17)

#### **2.8.4 Dimensiones y características de las escaleras.**

Las escaleras deberán cumplir ciertos requisitos, que se especifican en el código de seguridad humana, los cuales se resumen en la siguiente tabla II:

**TABLA II: DIMENSIONALES PARA ESCALERAS YA EXISTENTES**

<b>Característica</b>	<b>Criterios dimensionales</b>	
	<b>pie/pulg.</b>	<b>mm</b>
Ancho mínimo libre de toda obstrucción, excepto las proyecciones no mayores de 4½ pulg. (114 mm) a o por debajo de la altura del pasamanos, a cada lado	36 pulg.	915
Altura máxima de las contrahuellas	8 pulg.	205
Profundidad mínima de las huellas	9 pulg.	230
Altura libre mínima	6 pies 8 pulg.	2030
Altura máxima entre los descansos	12 pies	3660
Descanso	Ver 7.2.1.3 y 7.2.1.4.3.1.	

Fuente: (NFPA 101, 2018, p.71)

La verificación de las dimensiones de las escaleras existentes se realizará en la edificación, sin embargo si están en proceso de construcción unas nuevas se brindara una serie de recomendaciones basadas en la NFPA 101:

Las escaleras que se usen para cargas que excedan más de 50 ocupantes, el ancho mínimo libre de toda obstrucción debe ser de 1120mm de ancho para cargas de ocupantes menores a 2000 personas, excepto las proyecciones que no superen los 114 mm (4½ pulgadas) a la altura del pasamanos, o por debajo de éste, a cada lado de la escalera. En cuanto a las otras dimensiones se verificará en la siguiente tabla III:

**TABLA III: CRITERIOS DIMENSIONALES PARA ESCALERAS NUEVAS**

<b>Característica</b>	<b>Criterios dimensionales</b>	
	<b>pies/pulg.</b>	<b>mm</b>
Ancho mínimo	Ver 7.2.2.2.1.2.	
Altura máxima de las contrahuellas	7 pulg.	180
Altura mínima de las contrahuellas	4 pulg.	100
Profundidad mínima de la huella	11 pulg.	280
Altura libre mínima	6 pies 8 pulg.	2030
Altura máxima entre los descansos	12 pies	3660

Fuente: (NFPA 101, 2018, p.71)

### **2.8.5 Disposiciones de las escaleras caracol.**

En las escaleras de tipo Caracol deben cumplir con lo dispuesto en la NFPA 101:

La altura de las contrahuellas no debe ser mayor de 180 mm (7"); la escalera debe tener una profundidad de huella no menor de 280 mm (11") para una porción del ancho de la escalera suficiente para proveer capacidad de egreso para la carga de ocupantes; del lado externo de la escalera, deben dejarse 265mm (10½") de ancho adicionales libres para el pasamanos externo, y este ancho no debe ser incluido como parte de la capacidad de egreso requerida. (NFPA 101, 2018, p.72) En la siguiente figura VI se logra observar de una manera más conveniente y clara lo expuesto anteriormente:

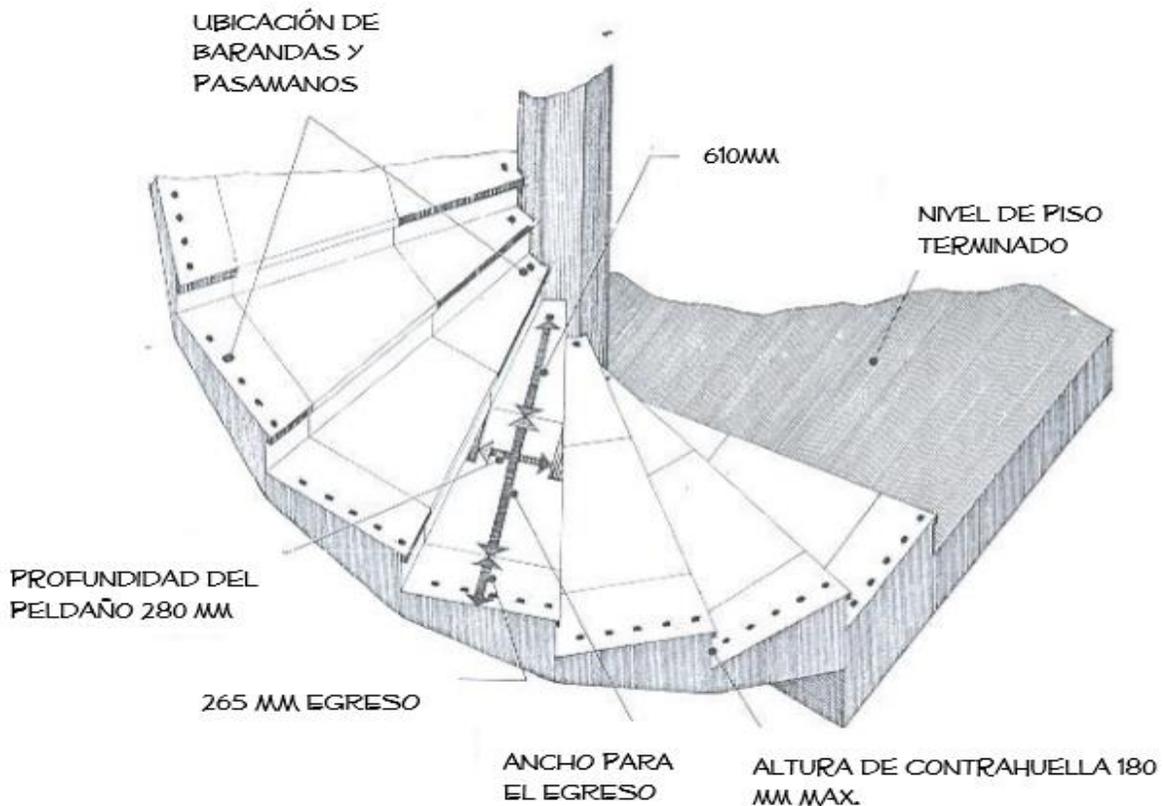


ILUSTRACIÓN VI: DIMENSIONES DE LOS PELDAÑOS EN ESCALERAS DE CARACOL

Fuente: (Bomberos de Costa Rica, 2013, p.165).

## 2.9 Normativa y autoridades relacionadas

Comprenden las instituciones gubernamentales e internacionales relacionadas al diseño e instalación de sistemas contra incendios, el marco regulatorio que rige en el país, lo desempeña el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. A continuación, se van a explicar las normas nacionales e internacionales requeridas para el desarrollo del proyecto:

### 2.9.1 Manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra Incendios (2013)

El documento corresponde a un manual elaborado por el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, se basa en distintas normativas de la Asociación Nacional de Protección Contra Incendios (NFPA, sus siglas están en inglés), se establecen los

requerimientos mínimos que debe tener cualquier edificación para reducir el riesgo de un incendio; dependiendo del tipo de ocupación, carga humana, clase de riesgo, por mencionar algunos, brindando los tipos de sistemas de protección pasiva y activa más recomendables en cada caso.

El contenido de este manual es de carácter obligatorio para el diseño, instalación y mantenimiento de cualquier sistema de protección contra incendios en edificaciones nuevas, existentes, remodelaciones y cambios de uso; todos deben cumplir con las especificaciones expuestas, dependiendo de los parámetros como el área de piso, altura, cantidad de pisos, tipo de ocupación, riesgo, cantidad de ocupantes... definirán las medidas de prevención y seguridad necesarias.

## **2.9.2 NFPA**

La Asociación Nacional de Protección Contra Incendios fue creada en 1896, su objetivo es proteger vidas y bienes de los efectos devastadores de incendios y otros peligros. El sistema de desarrollo de los códigos y normas de la NFPA es un proceso abierto basado en el consenso que ha producido algunos de los más referenciados materiales en la industria de la protección contra incendios, incluyendo el Código Eléctrico Nacional, el Código de Seguridad Humana, el Código de Incendios, y el Código Nacional de Alarmas de Incendios y Señalización. Los miembros de la NFPA suman más de 75,000 representando más de 100 países.

Tomado de: (JLA, 2019) <https://www.nfpajla.org/nfpa-en-latiooamerica/nfpa-en-espanol>

### **2.9.2.1 NFPA 1 Código de Incendios**

La norma se utiliza como guía para la prevención y protección de incendios de manera efectiva, su objetivo es direccionar al usuario a otras normas NFPA dependiendo del diseño que se debe realizar, a partir el tipo de edificación que se desarrolle.

### **2.9.2.2 NFPA 10 Norma para Extintores Portátiles contra Incendios**

El documento se enfoca en desarrollar un sistema de protección primaria. En el cual se especifican la correcta instalación, mantenimiento, uso, selección y distribución de extintores portátiles contra incendios, dependiendo de la edificación que se trate.

### **2.9.2.3 NFPA 13 Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores**

En ella se encuentran las especificaciones para la instalación, ubicación, espaciamiento y área de cobertura de cada rociador. Además, muestra los criterios de diseño e instalación de un sistema de rociadores automáticos, también proporciona información sobre los problemas generados por la obstrucción en los rociadores y los mecanismos para evitar este problema. Recomendaciones sobre los materiales de la tubería, válvulas, soportes, alarmas de flujo y suministro de agua. Por último, propone las pautas para identificar los lugares donde los aspersores no son realmente necesarios.

### **2.9.2.4 NFPA 14 Norma para la Instalación de Sistemas de Montantes y Mangueras**

La norma establece los requisitos para el diseño e instalación de una tubería vertical, permite comprender los diferentes tipos y componentes que constituyen el sistema mencionado anteriormente. Por otra parte, brinda la información sobre las prácticas correctas para la instalación de tomas de agua y sistemas de mangueras; regula las presiones de trabajo, distancias máximas y coberturas.

### **2.9.2.5 NFPA 20 Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra Incendios.**

En él se brindan los requerimientos para la selección e instalación de bombas contra incendios, los accesorios y pruebas operacionales que tienen que emplear en todo sistema para garantizar que el suministro de agua sea el necesario en caso de un evento de este tipo.

### **2.9.2.6 NFPA 72 Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización**

Es la norma encargada de brindar los lineamientos sobre la instalación de un sistema de detección y notificación, mencionan sistemas de comunicación por voz-alarma para emergencias de incendio y sistemas de comunicación bidireccionales en edificios.

### **2.9.2.7 NFPA 101 Código de seguridad Humana**

El documento se enfoca en salvaguardar todas las vidas en caso de un incendio, donde se proporcionan medidas para la construcción de escaleras, medios y rutas de egreso en diferentes ocupaciones, así como la distribución de las salidas. Por lo que brinda los requisitos necesarios para cada tipo de ocupación, dependiendo del fin para el cual se utiliza la ocupación, el tamaño, altura y cantidad máxima de ocupantes.

### **2.9.2.8 NPA 170 Norma para Símbolos de Seguridad Contra Incendios y de Emergencia**

El objetivo de la norma es estandarizar los símbolos de una manera uniforme, utilizados para seguridad contra incendios, emergencias y riesgos asociados. Está diseñada para todo el público en general, se utiliza la simbología en planos de ingeniería y aseguradoras, en operaciones de combate contra incendios en caso de una emergencia; en rotulación informativa para el planeamiento previo al incidente.

## **2.10 Norma de planes y preparativos de respuesta ante emergencias para centros laborales o de ocupación pública. Requisitos.**

El sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Costa Rica se encargó de normar un plan de emergencia que responda a las leyes, decretos y normativa vigente que abarca la temática. En este caso se enfoca en las disposiciones necesarias para desarrollar un plan preparativo y de respuesta ante una emergencia en un sitio de reunión pública como lo es la casa de la cultura.

El Plan de preparativos y respuesta ante emergencias debe contemplar todas las amenazas, condiciones de vulnerabilidad y riesgo, así como los recursos y capacidades del centro de trabajo, para trabajar en las medidas de preparación y respuesta que garanticen la seguridad humana y reduzcan las pérdidas materiales y el impacto social que provocan las situaciones de emergencias. (CNE-NA-INTE DN 01, 2014, p.12).

En él se brinda una guía con los puntos necesarios para hacer frente ante un evento de esta clase, los que se muestran a continuación:

- ✓ Información general de la organización: este apartado se enfoca en conocer las materias primas, procesos que se utilizan para los planes preparativos ante una emergencia; determinar la población aproximada (cantidad de clientes o visitantes, personal, tomando en cuenta las condiciones de la persona (edad, condición de discapacidad, enfermedad, embarazos, entre otros); características de las instalaciones (densidad de ocupación, área de construcción, red eléctrica, tipo de construcción, sistemas de ventilación mecánica, ascensores, sótanos, red hidráulica, transformadores...).
- ✓ Valoración del riesgo: en esta etapa se realiza la observación, reconocimiento, estudios de las condiciones de amenaza y riesgo a nivel interno y externo, de situaciones que puedan provocar daños a las personas, instalaciones y sistemas.
- ✓ Política de gestión de riesgos: en las edificaciones debe ser incorporada la política de gestión de riesgos en la dinámica organizacional e impulsada por la gerencia o altos mandos, como una cultura que debe existir en todos los que laboren y visitantes, comprendiendo que es primordial para proteger las personas, patrimonio y a la comunidad.

- ✓ Organización para los preparativos y respuesta: se crea un comité en diferentes áreas funcionales o interdisciplinario encargado de desarrollar la planificación, operaciones, logística y finanzas, escogiendo las personas más aptas para cada subdivisión.
- ✓ Plan de acción: se debe elaborar un plan de acción de preparativos y respuesta, con base en las amenazas, de vulnerabilidad y riesgo, así como con los recursos y capacidades identificados, el que debe estar acorde con las áreas y equipos de trabajo. Este consiste en la planificación de acciones de prevención, mitigación, reducción de riesgos y atención de emergencias. El plan debe incluir los procedimientos básicos de respuesta, así como las acciones de preparativos y respuesta. (CNE-NA-INTE DN 01, 2014, p.17).
- ✓ Mecanismos de activación: en él se incluyen sistemas de alarmas, convocatoria de reuniones por parte del comité, un centro de mando y control en caso de una emergencia.
- ✓ Procedimientos operativos de respuesta: el plan debe contar como mínimo con los procedimientos de activación del comité de emergencia, de respuesta de brigada, evacuación de las personas y posteriormente de daños provocados, análisis de necesidades y reintegro a las instalaciones.
- ✓ Evaluación y recuperación: se debe realizar una evaluación periódica con el fin de brindarle una actualización, mejoras al plan existente, además comprende la implementación de simulación y simulacros al menos dos veces por año.

En el capítulo 5 se desarrolla el plan de evacuación de emergencias, aquí se exponen las principales etapas de cada una de las partes que conlleva la elaboración de un plan efectivo de emergencias para un sitio de reunión pública.

### **3. Diseño de sistemas de protección contra incendios**

En el siguiente capítulo se muestran los criterios de diseño, se especifican la metodología o análisis que se utiliza para desarrollar de manera completa el diseño del sistema de protección contra incendios de la Casa de la Cultura en Santa Ana, San José, Costa Rica; se va a dividir de la siguiente manera:

- ✓ Análisis del riesgo para un sitio de ocupación mixta (reunión pública y educacional); se utiliza como criterio de selección para los sistemas contra incendios seleccionados.
- ✓ Diseño de Sistema de detección y notificación contra incendios, criterios de selección y distribución.
- ✓ El diseño de sistema de supresión y factores que se toman en consideración, para elaborar el sistema de rociadores automáticos y gabinetes.
- ✓ La selección y diseño de casa de máquinas.
- ✓ Selección, distribución y consideraciones técnicas de los extintores portátiles.
- ✓ Presupuesto total del diseño, materiales y mano de obra.

En el apéndice A, B, C, D, E y F se encuentran los planos eléctricos, mecánicos, la casa de máquinas y detalles relacionadas con el proyecto, en los capítulos siguientes se explica y justifica las decisiones tomadas para los elementos y situaciones específicas que presenta el proyecto.

#### **3.1. Análisis y clasificación del riesgo**

Al iniciar el diseño se realiza un análisis del riesgo mediante dos herramientas: uno llamado “what if”, que se presenta en el apéndice A y el realizado en el plan de emergencias

que se rige en los estándares de la norma INTECO, además de recomendaciones brindadas por la NFPA 101 y NFPA 13 del tipo de riesgo que se asigna por el tipo de lugar por el cual se está realizando el diseño.

Lo primero es definir el tipo de ocupación, para poder clasificar el riesgo, según la NFPA101 y se evidencia en el capítulo **“2.4 Clasificación de ocupaciones según el riesgo de incendio”** del presente proyecto, es un sitio de ocupación mixta, esto se debe a que posee carácter educacional y de reunión pública; al ser más predominante o restringido el sitio de reunión pública, se toman estos parámetros bajo el que se realiza el diseño. Se especifica en la NFPA 101, que se debe realizar de esta manera o diseñar medios de protección separados; por lo que se decide cumplir con el más estricto.

Se aproxima el área del centro a la solicitada (el edificio tiene 2317 m<sup>2</sup> y una altura desde el punto más bajo al más alto de 16,8 m aproximadamente), sin embargo; posee una altura al último piso habitable de 8,4 m, además cuenta con un salón de baile y un teatro. La casa de la cultura posee una carga de ocupantes importante, de aproximadamente 200-250 personas de manera simultánea que asisten a festivales dedicados a las artes, música, teatro y son realizados en el auditorio de la edificación, de manera simultánea.

Al poseer el tipo ocupación, se procede a clasificar el riesgo según la norma NFPA 13:

Las ocupaciones de riesgo leve deben definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y/o combustibilidad de los contenidos es baja, y se esperan incendios con bajos índices de liberación de calor. (NFPA 13, 2019, p.32).

La casa de la cultura es una ocupación de riesgo leve, esto se debe a que según la NFPA 13 en el anexo 5.2, se incluyen ocupaciones con usos y condiciones similares a los siguientes:

- ✓ Iglesias.
- ✓ Ocupaciones educacionales
- ✓ Ocupaciones institucionales
- ✓ Bibliotecas, excepto grandes salas con libros apilados.
- ✓ Museos.
- ✓ Áreas de asientos de restaurantes.
- ✓ Teatros y auditorios, excluidos los escenarios y proscenios

Fuente: (NFPA 13, 2019, p.365).

La casa de la cultura es un sitio de ocupación educacional y de reunión pública, posee una galería de arte, una cafetería y un auditorio, por tanto, se clasifica en riesgo leve. Luego, el escenario es de riesgo ordinario II, área de servicio de restaurante es riesgo ordinario I son las sugerencias expuestas en el anexo de la NFPA 13. Sin embargo, en el análisis del “what if” se puede encontrar en el apéndice A y en las consideraciones de la combustibilidad que existe en el lugar, se considera riesgo leve para el diseño. De manera complementaria se realiza una matriz de riesgo mostrada en la Tabla XXIII: Amenazas-vulnerabilidad-riesgo nivel externo e interno; se basa en la matriz del riesgo elaborada por la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) y por la oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgos de Desastres.

### **3.2. Requisitos del sistema contra incendios y su respectiva justificación del sistema seleccionado**

Los requisitos de un sistema contra incendios de un sitio de reunión pública se toman de acuerdo con las recomendaciones y exigencias que brindan las dos organizaciones más importantes a nivel nacional (Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica) e internacional (NFPA), proveniente de los Estados Unidos.

Según el Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios un sistema de rociadores se debe instalar en un edificio, si se cumple con al menos uno de los requerimientos estipulados, entre ellos:

Como requisito obligatorio (se refiere a sistema de rociadores) para los edificios cuya área de construcción sea igual o superior a 2500 m<sup>2</sup> y que contengan las siguientes ocupaciones de reunión pública: salones de baile, teatros o salas de cine.

En el caso, el manual de bomberos especifica que cualquier ocupación de reunión pública tiene que poseer un sistema de detección y alarma. Por otra parte, se especifica que un establecimiento con carga de ocupantes menor a 300 personas o teatros con únicamente una sala para espectáculos no debe de contar con un sistema de alarma aprobado, si cuenta con un sistema de rociadores automáticos.

En las ocupaciones de tipo educacional, los corredores sin salida no deben exceder más de 6.1 m, por lo que al poseer 27 metros aproximadamente de corredor sin salida en dos sitios, ubicados en el segundo y tercer piso, el manual hace excepciones a los edificios que están protegidos con un sistema de rociadores automáticos, sin embargo, no debe exceder los 15 metros. El sistema de rociadores automático le brinda una excepción a la institución de que pueda tener un recorrido común de hasta 30 m.

Por otra parte, a nivel internacional, se siguen los lineamientos expuestos en la NFPA 101, para la selección de sistema de protección para el lugar:

### **3.2.1. Requisitos para la extinción para sitios de reunión pública**

En la NFPA 101 se expresa claramente los requisitos para la extinción en un sitio de reunión pública existente, la carga de ocupantes superior a 100 personas deberá estar protegidas en su totalidad por un sistema de rociadores automáticos; tales como:

- ✓ Discotecas y clubes nocturnos.
- ✓ Salones de baile u ocupaciones con acomodaciones tipo festival.

El EMAI, es un sitio que, como se explica en capítulos anteriores, se destina a clases de danza y se realizan festivales, donde asisten entre 200 a 250 personas; además por el tipo de ocupación en el transcurso de los años la asistencia a estas clases y eventos podría aumentar, en consecuencia se realiza un estudio de la capacidad que tiene el edificio de acuerdo con la actividad que se realiza en cada aula o espacio, relacionado la cantidad de personas por metro cuadrado, para ello se utiliza lo siguiente:

**TABLA IV: FACTOR DE CARGA DE OCUPANTES**

<b>Uso</b>	<b>(pie<sup>2</sup>/persona)<sup>a</sup></b>	<b>(m<sup>2</sup>/persona)<sup>a</sup></b>
<b>Uso como reunión pública</b>		
Uso concentrado, sin asientos fijos	7 netos	0.65 netos
Uso menos concentrado, sin asientos fijos	15 netos	1.4 netos
Asientos tipo banco	1 persona/18 pulg. lineales	1 persona/455 mm lineales
Asientos fijos	Cantidad de asientos fijos en uso	Cantidad de asientos fijos en uso
Espacios de espera	Ver 12.1.7.2 y 13.1.7.2.	Ver 12.1.7.2 y 13.1.7.2.
Cocinas	100	9.3
Áreas de estanterías en bibliotecas	100	9.3
Salas de lectura en bibliotecas	50 netos	4.6 netos
Piscinas	50 (superficie del agua)	4.6 (superficie del agua)
Áreas alrededor de piscinas	30	2.8
Salas de ejercicios con equipos	50	4.6
Salas de ejercicios sin equipos	15	1.4
Escenarios	15 netos	1.4 netos
Pasadizos, galerías y andamios para iluminación y acceso	100 netos	9.3 netos
Casinos y áreas de juego similares	11	1

Pistas de patinaje	50	4.6
<b>Uso de negocios (distintos de los siguientes)</b>	100	9.3
Uso de negocios concentrado <sup>f</sup>	50	4.6
Niveles de observación en torres de control de tráfico aéreo	40	3.7
<b>Uso de guardería</b>	35 netos	3.3 netos
<b>Uso de detención y correccional</b>	120	11.1
<b>Uso educacional</b>		
Aulas	20 netos	1.9 netos
Talleres, laboratorios, salas vocacionales	50 netos	4.6 netos
<b>Uso para cuidado de la salud</b>		
Áreas para tratamiento de pacientes internados	240	22.3
Áreas de habitaciones para dormir	120	11.1
Cuidado de la salud para pacientes ambulatorios	150	13.9
<b>Uso industrial</b>		
Uso industrial general y de riesgo elevado	100	9.3
Uso industrial para propósitos especiales	NA	NA
<b>Uso mercantil</b>		
Área de ventas en piso a nivel de calle <sup>b,c</sup>	30	2.8
Área de ventas en dos o más pisos a nivel de calle <sup>c</sup>	40	3.7

Fuente: (NFPA 101, 2018, p.92).

La tabla IV, el factor carga de ocupantes también se puede encontrar en la legislación costarricense en el Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios del Benemérito Cuerpo de Bomberos, donde al compararse no se encuentra una diferencia significativa, se decide utilizar la NFPA 101 al considerarse un documento más completo y avalado internacionalmente para este requerimiento.

En la siguiente tabla se elabora el análisis de manera que la cantidad máxima por área, según su uso, en algunos casos se toma la cantidad real de personas:

**TABLA V: CÁLCULO DE MÁXIMA CANTIDAD DE OCUPANTES DEL EMAI BASADO EN LA NFPA 101**

Piso	Lugar	Clasificación	(m <sup>2</sup> /persona)	Área (m <sup>2</sup> )	Cantidad de personas
3	Auditorio	Uso concentrado sin asientos fijos	0,65	208,2	320
3	Aulas Tercer Piso	Talleres laboratorios	4,6	196,2	43
2	Aula de danza	Talleres laboratorios	4,6	193,6	42
2	Aula de artes y computadoras	Talleres laboratorios	4,6	247,5	54
1	Área de exhibición	Galerías	9,3	93,3	10
1	Bodega de Instrumentos		0	89,2	0
1	Recepción	Cantidad Real	4	16,3	4
1	Oficinas	Cantidad Real	6	28,9	5
1	Mural	Uso menos concentrado sin asientos fijos/escenarios	1,4	45,5	33
1	Cafetería y bodega	Cocinas reunión pública	9,3	54,6	6
	<b>Total</b>				<b>516</b>

	Reunión pública
	educativo
	Cantidad de personas real

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla V, se puede observar que existe una capacidad de albergue de personas máxima recomendada en el auditorio de 320 personas, dado que aquí se realizan festivales de gran importancia para la comunidad donde asisten personas de todas las edades, es muy

importante que todos los ocupantes estén resguardados con un sistema de rociadores automáticos. Al tratarse de un sitio de reunión pública se toma la precaución de no realizar el análisis solo contando las sillas del espacio, debido a que al ser de reunión pública nada nos garantiza que se puedan trasladar sillas o ingresar más personas de las que existen habitualmente. Por lo que el cálculo y el diseño se realiza en las situaciones más críticas. En un acto de artes musicales, teatro y de espectáculos la concentración o el aumento de la capacidad puede ser muy frecuente. Sin embargo, no se está sobredimensionando, se está realizando un cálculo respaldado en la NFPA 101.

Los sitios de reunión pública que se utilicen o tengan como fin la exhibición o exposición, donde el área exceda más de 1400 m<sup>2</sup> deben contar con un sistema aprobado de rociadores automáticos, el tema es relevante porque existe un área de exposición de arte de tipo galería y las exposiciones musicales.

### **3.2.2. Requisitos para el sistema de detección alarma y comunicaciones para sitios de reunión pública**

Los sitios de reunión pública con cantidades que superen las 300 personas deben estar provistos de un sistema de alarmas contra incendio; al ser un sitio de ocupación mixta puede poseer un sistema de alarma común para ambos tipos de ocupación, destacando que deben de cumplir con los requisitos individuales de manera simultánea.

En la NFPA 101 versión 2018, se especifica que debe iniciarse con sistemas manuales y detectores de humo, debe estar provisto de una fuente de energía de emergencia; a menos que se cuente con un sistema de rociadores automáticos que pueden reemplazar los detectores de humo. El sistema de rociadores automáticos debe cubrir todo el edificio. En la Casa de la Cultura

se utiliza este tipo de sistema que va a ser el dispositivo de iniciación del sistema, el flujo de agua en el sistema de rociadores es el que iniciará la alarma.

El dispositivo iniciador deberá mandar una señal de alarma a una estación receptora, que estará ubicada dentro del edificio del EMAI, estará atendido de manera constante mientras el sitio este ocupado o se transmitan las instrucciones de evacuación de manera automática de acuerdo con la NFPA72 (Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización). La notificación a las personas se tiene que realizar de manera audible con voz.

En la norma se especifica que disponer de rociadores automáticos, no requiere de detectores de humo, ya que estos poseen un sensor de temperatura que cuando se excede, el sistema se activa. En capítulos posteriores se expondrá sobre la temperatura del rociador seleccionado y las de otras clases existentes.

El sistema de detección se implementa, aunque sea una excepción, debido a que en una emergencia o en un incendio, el tiempo puede salvar muchas vidas, por lo que en un lugar en que existen personas de todas las edades, artículos de gran valor económico y cultural se vuelve fundamental atacar el incendio cuanto antes. Por lo tanto, se considera primordial este tipo de sistema.

### **3.2.3 Requisitos para el sistema de detección, alarma y comunicaciones educacional**

En el EMAI, al tratarse de una ocupación mixta, también se analiza los requisitos necesarios para una institución educativa, en la cual tiene que contar con un sistema de alarmas de incendio por tratarse de un área mayor a 93 m<sup>2</sup> y contener más de un aula, como se especifica

en la norma, el edificio debe cumplir con todos los requisitos anteriores para realizar una excepción al sistema de alarmas de incendio. (NFPA 101, 2018)

La iniciación del sistema elaborado se debe realizar mediante medios manuales, en este caso el sistema cuenta con un sistema de rociadores automáticos, por lo que este va a activar de manera automática el sistema de alarma de incendio y por sensores de humo, temperatura y fotoeléctrico dependiendo del espacio; sin embargo, se debe proveer de estaciones manuales.

### **3.3 Diseño del sistema de detección y notificación**

#### **3.3.1 Ubicación y separación de los detectores de humo y de temperatura**

En relación con los detectores de humo se establecen los criterios de diseño en la NFPA 72, lo primero que se debe tomar en cuenta es que deben de tener un distanciamiento de 9.1 metros entre ellos y 4.5 m a cualquier muro, pared, partición o lo que se tenga en el edificio.

#### **3.3.2 Cableado y canalización**

El sistema selecciona un cable de 2 hilos, esto por la preferencia de diseñar con la marca simplex, puede ser de 4 hilos, pero lo más común en el mercado es un sistema de 2 hilos.

El cableado se debe introducir en tubería EMT, debe estar listada y certificada UL, los accesorios, igualmente, deben estar listados (codos, gomas galvanizadas, codos, accesorios t...).

En el proyecto se utilizan dos tipos de calibres de cable, el 18 AWG y el 16 AWG, la diferencia entre ambos se debe a que el calibre 16 AWG soporta una mayor caída de voltaje; la SLC es la señal de lectura y es inteligente, el cual puede ir en calibre 18 AWG, porque no existe una caída tan crítica; la señal NAC es la que lleva el voltaje, la que acciona las luces y las sirenas, esa se utiliza calibre 16 AWG, por lo que se mantiene un espesor de hilo bastante

bueno, lo mismo sucede con la alimentación de los módulos. Manteniendo una buena rigidez, sin caer en un calibre muy grande, donde se genere sobreprecios ni un exceso de rigidez innecesario. El calibre va a seleccionarse por las distancias y voltaje que necesitan, normalmente el elegir un cable con menor calibre brinda menor rigidez y menos quiebres. Porque al ser tan rígido si quebramos el cable, comienzan las fallas, falsas alarmas y notificaciones de incendio. Es sumamente complejo realizar este tipo de instalación de sistemas de detección, puede presentar fallas a tierra si no se utiliza un instalador con experiencia.

La marca del cable utilizado es Honey Well®, el cual a través de la ficha técnica se pueden recopilar datos de caída de voltaje por distancia, se verifica que el calibre seleccionado no sea el causante de inconvenientes. El cableado se sube por los ductos eléctricos existentes, debido a que el espacio que necesita es bastante reducido y en la visita de campo se verifica que se pueda introducir por este espacio.

### **3.3.3 Tipo de lazo**

El lazo de control que se utiliza es clase A, lo cual significa que el lazo tiene origen en el panel y finaliza en el panel, a diferencia del lazo clase B comienza en el panel y llega hasta el último dispositivo, finalizando con una resistencia.

Las ventajas del lazo clase A es que cuando existe un fallo en un detector, supongamos que el detector encerrado en un cuadro rojo de la ilustración VII falla, de este detector hacia adelante y hacia atrás continuarán funcionando, permite que solo exista la pérdida de funcionamiento de un único detector y brinda la ubicación; a veces el fallo podría ser en una línea donde se encuentran varios detectores, no funcionarían los que estén involucrados pero del último detector y el primero de ese grupo se detectaría el fallo, además seguirían funcionando los

que estén antes y después de ese grupo. En cambio, si se seleccionara un lazo clase B, pasaría que del detector en el cuadro rojo de la ilustración VII falla, se perdería todo el funcionamiento a partir de este último; el cual si falla el detector van a fallar de ahí en adelante, un ejemplo similar ocurre con las luces de Navidad antiguas, donde al fallar una dejaban de funcionar las siguientes del circuito. Por lo que previendo estas situaciones se decide utilizar el tipo de lazo clase A en el proyecto.

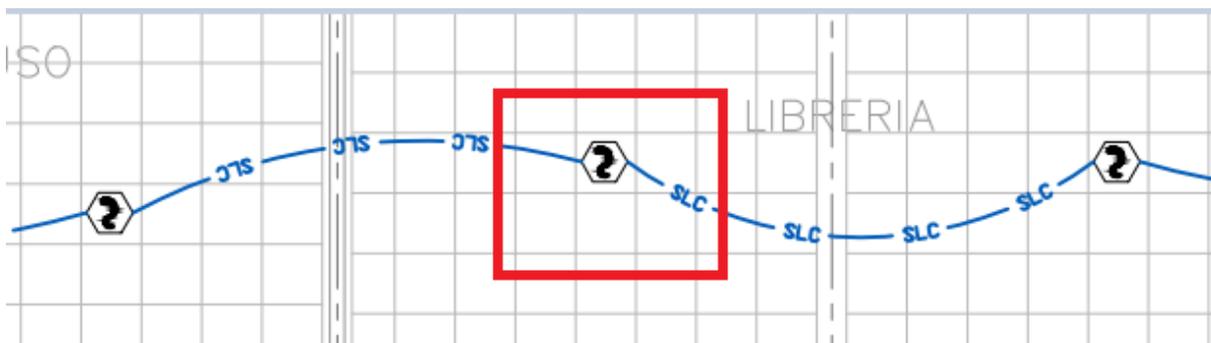


ILUSTRACIÓN VII: EJEMPLIFICACIÓN DE FALLO DEL DETECTOR

Fuente: Elaboración propia.

El lazo clase A es el más eficiente, ya que si falla un detector los otros continuarán funcionando, por lo tanto, es menos perjudicial tener un detector fuera de uso, a tener una gran parte del circuito de detectores sin funcionamiento. Sin embargo, es un sistema con un mayor costo económico que el lazo clase B porque equivale a una mayor cantidad de tubo y de cable.

El sistema de detección al utilizar un lazo clase A, se diseña mediante un sistema direccionado, cada sensor tiene un “nombre” y un número si este se activa en el panel o direccionador remoto va a especificar que se activó el detector de humo en el lugar específico. Por lo que este tipo de sistema permite saber la ubicación, cuando se activó y cuantas horas se activó, además, indica si se encuentra sucio o limpio.

### **3.3.4 Sistema direccionado**

El sistema direccionado es un sistema inteligente que tiene un conjunto de pequeños interruptores que reciben señales, donde existen resistencias que mediante un código binario se realiza un sistema de control, el panel se encarga de monitorear y así lo puede identificar mediante ese código binario. El detector está compuesto por dos partes una es la base y la otra es el sensor de humo o de temperatura con su carcasa, la base es la que envía las señales al panel.

Las falsas alarmas en los sistemas contra incendios son habituales, debido a que el polvo se encarga de generar en múltiples ocasiones ilusiones de alarma o peligro, por lo que en el sistema direccionado permite de manera fácil y práctica detectar si es o no una alarma real. Por otra parte, el tiempo en una emergencia es sumamente valioso, por lo que saber cuál detector es el que está brindando una señal de aviso, podría proporcionar la posibilidad de que ese incidente pueda ser atacado con mayor rapidez y quizás que se pueda apagar en ese momento con un extintor.

En algunos casos el sistema puede ser una mezcla de no direccionados y direccionados, como por ejemplo en un centro comercial, sin embargo, se crea un sistema no direccionado por local. Los cuales conviven un módulo direccionado con uno no direccionado

### **3.3.5 Caídas de voltaje y fuente auxiliar de poder**

La NFPA 72 especifica la caída máxima de voltaje, el UL regulado establece un voltaje de 16-33 VCC, sin exceder o estar por debajo de estos valores no existe ningún inconveniente por el tipo de ocupación y aplicación, lo habitual es que se ocupen una cantidad considerable de metros de cable para que exista una caída considerable de voltaje, en los calibres y marcas

seleccionados. En el proyecto se cumple con este requisito, no se demuestran los cálculos porque las distancias no superan o generan una caída considerable; además se sale del alcance del proyecto. Para un par de baterías de 12vcc, que es la que encontramos en el proyecto, el voltaje mínimo es de 20.4 VCC, sumando ambos voltajes.

La fuente auxiliar de poder seleccionada para este proyecto es un “NAC Extender”, es necesaria cuando la distancia de recorrido es considerable, el lazo puede perder voltaje y no debe disminuir el mínimo especificado en el párrafo anterior, este es el encargado de subir voltaje, en casos donde se considere que el aumentar el calibre del cable que se debe utilizar para no generar una caída de voltaje mayor a la permitida, va a provocar inconvenientes de tener que colocar un calibre muy grueso y rígido, por consiguiente, no será factible por problemas asociados a la instalación, costos asociados y el riesgo de fallo.

El “NAC Extender” también tiene salidas de 24 V, otra razón por la que se coloca este dispositivo, necesarias para los sensores de punto, que son equipos ubicados en el tercer piso del EMAI, se proponen dos emisores y un receptor; esto es para proteger todo el área de doble altura y la inclinación del techo, el espacio que cubren se encuentra al aire libre es una de las razones para colocar este sensor, debido a su facilidad para trabajar con el polvo. Debido a que otro tipo de dispositivos o detectores con una nube de polvo se activarían, este espacio es propicio y justifica su precio. Es un sensor de banda proyectada o sensor de haz de luz, trabajan por opacidad, al existir una cierta concentración de humo en el ambiente detecta las partículas de oscuridad del humo y envía una señal. El único que se enlaza y es direccionable es el receptor, los otros emisores solo emiten luz. Los emisores solo ocupan voltaje, el receptor necesita enlazarse con un módulo de monitoreo y estos con el panel.

### **3.3.6 Panel de monitoreo**

El panel seleccionado tiene una capacidad de 100 dispositivos y puede extenderse hasta 500 dispositivos más, al agregar tarjetas de expansión que tienen un costo adicional, los códigos se generan a partir del posicionamiento de los interruptores para el código binario, que genera un valor en Ohmios único que el panel reconoce, donde el programador va a colocar esa secuencia para establecer una identificación mediante un código binario que genera una ubicación única.

El panel seleccionado es el modelo 4007, marca Simplex®, el cual tiene la posibilidad de realizar dos lazos clase b y un lazo clase A, en el caso del proyecto se realiza un único lazo clase A. Esto porque el proyecto al no ser tan grande no es necesario tener o crear dos lazos, cuando se requiere seccionar se debe utilizar un panel con una capacidad mayor de lazos. Además, tenemos menos de 250 dispositivos, por lo que este panel es suficiente y no se estaría sobre dimensionando, aumentando el costo económico del proyecto sin ningún motivo. La configuración seleccionada es una permitida por la norma. La cual se muestra continuación:

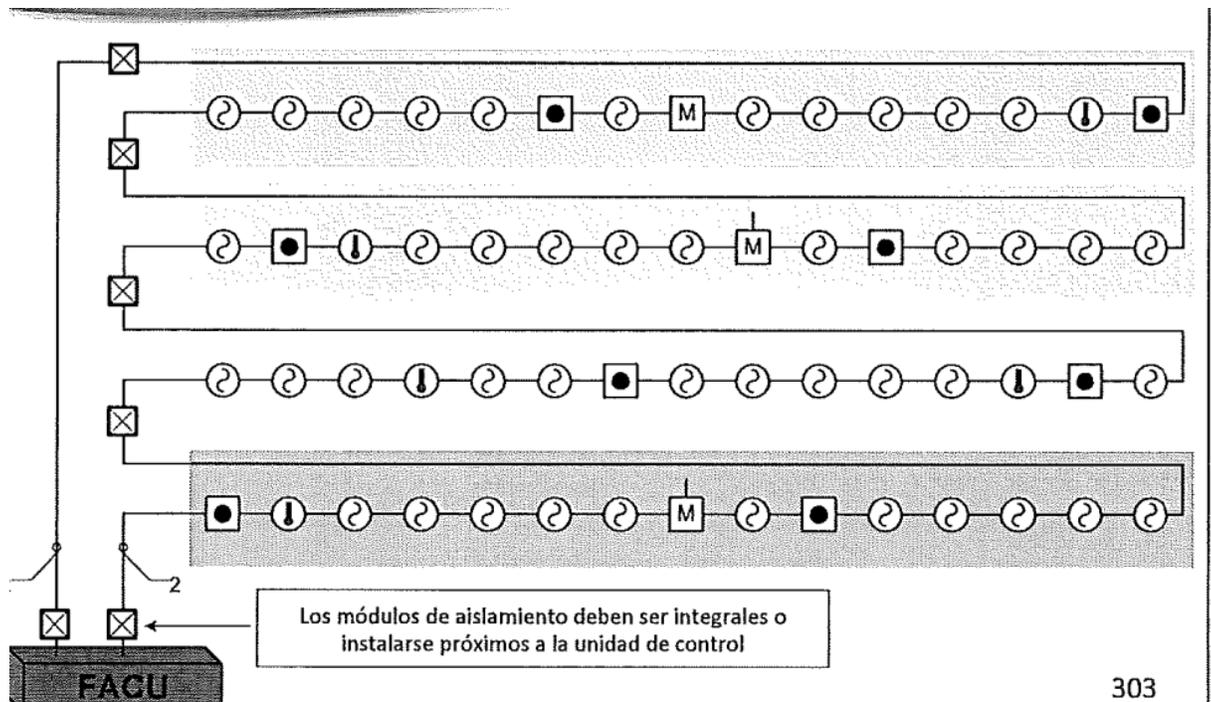


ILUSTRACIÓN VIII:: EJEMPLO DE CONFIGURACIÓN DE LAZO CLASE A CON MÓDULOS AISLADORES.

Fuente: (NFPA 72, 2014, pp-303)

En el diagrama unifilar mostrado en el apéndice E, lámina E-E 07 se puede mostrar la similitud de la ilustración VIII con el diseño.

Los módulos de monitoreo se utilizan para enlazar lo dispositivos que no son de la misma marca del panel a este, en el proyecto se pueden evidenciar los de los sensores de haz de luz y otros.

### 3.3.7 Estaciones manuales

En la NFPA 72 se especifica que se deben colocar estaciones manuales cada 61 m, si solo si está en su medio de recorrido o su medio de egreso; se deben colocar en cada salida o medio de egreso seguro.

Es el recorrido del usuario, el que no debe exceder en 30 metros esta distancia, por lo que según la NFPA 72 es el recorrido máximo de un pasillo a una salida o medio de egreso; Distancia máxima de un pasillo a 30 m; las estaciones se deben colocar en cualquier medio de egreso seguro o de emergencia. Esto excluye a los medios de egreso no seguros. Se deben colocar en la puerta. Las estaciones manuales si se comienza a caminar por un medio de egreso y este excede los 61 m, pero existe otro medio de egreso a 73 m por ejemplo de la inicial, en este caso no se debe colocar otra estación manual solo por recorrer 61 m; siempre y cuando no se exceda más un radio de 30 m el recorrido del usuario.

Las estaciones manuales, los módulos de monitoreo y aisladores, cuentan con el mismo sistema que los detectores de humo, con estos pequeños interruptores que se entrelazan con el panel de control principal.

### **3.3.8 Módulos aisladores**

El AISL que sale en planos, es un módulo aislador que brinda la posibilidad de aislar los pisos, esto brinda la posibilidad de cuando exista una falla o se necesite realizar mantenimiento, el aislar todo el piso y poder trabajarlo sin que se tenga que desconectar todo el sistema de todos los pisos, brindando una independencia por piso.

Las fallas a tierra pueden ser frecuentes cuando existe una mala instalación o corte de los cables a la hora de instalar; las fallas a tierra son muy perjudiciales, difíciles de detectar e implican muchas veces revisar todos los detectores hasta que se encuentra el fallo. El módulo aislador, como su nombre lo dice brinda la posibilidad de aislar el piso, por lo que, si existe un fallo grave en alguno de los pisos de este tipo, el brinda la posibilidad que siga trabajando todos los otros dos pisos.

El ahorrarse este tipo de dispositivos (debido a que no es una exigencia de la norma) cuando se tiene una falla, provocaría perder todo el sistema; sin embargo, no es una buena práctica, para realizar un correcto diseño que genere menos inconvenientes y que en caso de fallas no sea tan crítico. Los módulos aisladores aíslan la falla de tierra o cortes de corriente, y nos brinda en que piso se encuentra la falla, es conveniente tener este tipo de equipo. No específicamente el detector, pero es más fácil ubicar el fallo en un solo piso que en todo el sistema, donde el lazo clase A se cae por este corte de corriente y no va a permitir la ubicación del fallo, el módulo aislador nos brinda al menos el piso donde está. Posteriormente se tiene que ir inspeccionando uno por uno hasta llegar al fallo, imaginemos si no tuviéramos este tipo de dispositivo lo que duraríamos en encontrar esta falla al inspeccionar todos estos detectores en todos los pisos.

En la NFPA 72 se menciona que no se deben perder más de 50 dispositivos en una falla, es lo recomendable, podemos observar que, por el tipo de configuración, los piso no superan más de 50 detectores por piso, por lo que estaríamos cumpliendo con este requisito.

### **3.3.9 Sistema de notificación**

El sistema encargado de dar aviso de que existe una emergencia de una manera visual mediante luces estroboscópicas y auditiva a través de las sirenas. Las cuales se seleccionan un mismo dispositivo que posea sirena y luz estroboscópica.

Las luces seleccionadas no son sistemas direccionados, lo que significa que no son un dispositivo “inteligente”, por lo que no se mostraran en el panel en caso de que se encienda alguna. No se seleccionan direccionadas porque tienen un precio alto y en Costa Rica no es muy usual encontrar un sistema de este tipo, por lo que no es muy factible el utilizar un sistema de

luces direccionado para un edificio que no posee una enorme cantidad de estos dispositivos ni un área tan grande.

Los sistemas no direccionados no tienen la posibilidad de visualizar donde hay un dispositivo activo en el panel principal, se tendría que verificar de manera manual por todas las aulas o espacios del edificio, por esta razón no se utiliza este tipo de sistema para las alarmas o estaciones manuales, porque sería difícil de detectar, se tendría que buscar por todo el edificio donde hay humo o ver cual detector fue el que se activó por una pequeña luz roja que poseen, la cual va a estar alumbrando de manera fija; o buscar cual estación manual se acciono. Sin embargo, para el sistema de notificación se considera algo innecesario este tipo de método, porque el sonido fuerte y las luces de alta intensidad son más fácil de visualizar para este proyecto en comparación de las alarmas.

Los equipos de notificación de iluminación, depende de la cantidad de candelas y el espaciamiento que deben poseer; tienen un rango de cobertura, entre mayor número de candelas se va a obtener un mayor rango de cobertura, según la tabla VI especificada es la siguiente:

**TABLA VI: ESPACIAMIENTO EN SALAS PARA APARATOS DE VISIBLES EN INTENSIDADES EFECTIVAS LUMINOSAS MONTADAS SOBRE MUROS.**

<b>Tamaño máximo de la sala</b>		<b>Salida lumínica mínima requerida [intensidad efectiva (en CD)]</b>	
		<b>Una luz por sala</b>	<b>Cuatro luces por sala (una luz por muro)</b>
<b>En pies</b>	<b>En m</b>		
20 × 20	6.10 × 6.10	15	NA
28 × 28	8.53 × 8.53	30	NA
30 × 30	9.14 × 9.14	34	NA
40 × 40	12.2 × 12.2	60	15
45 × 45	13.7 × 13.7	75	19
50 × 50	15.2 × 15.2	94	30
54 × 54	16.5 × 16.5	110	30
55 × 55	16.8 × 16.8	115	30
60 × 60	18.3 × 18.3	135	30
63 × 63	19.2 × 19.2	150	37
68 × 68	20.7 × 20.7	177	43
70 × 70	21.3 × 21.3	184	60
80 × 80	24.4 × 24.4	240	60
90 × 90	27.4 × 27.4	304	95
100 × 100	30.5 × 30.5	375	95
110 × 110	33.5 × 33.5	455	135
120 × 120	36.6 × 36.6	540	135
130 × 130	39.6 × 39.6	635	185

NA: No aceptable

Tomado de: (NFPA 72, 2016, pp-123)

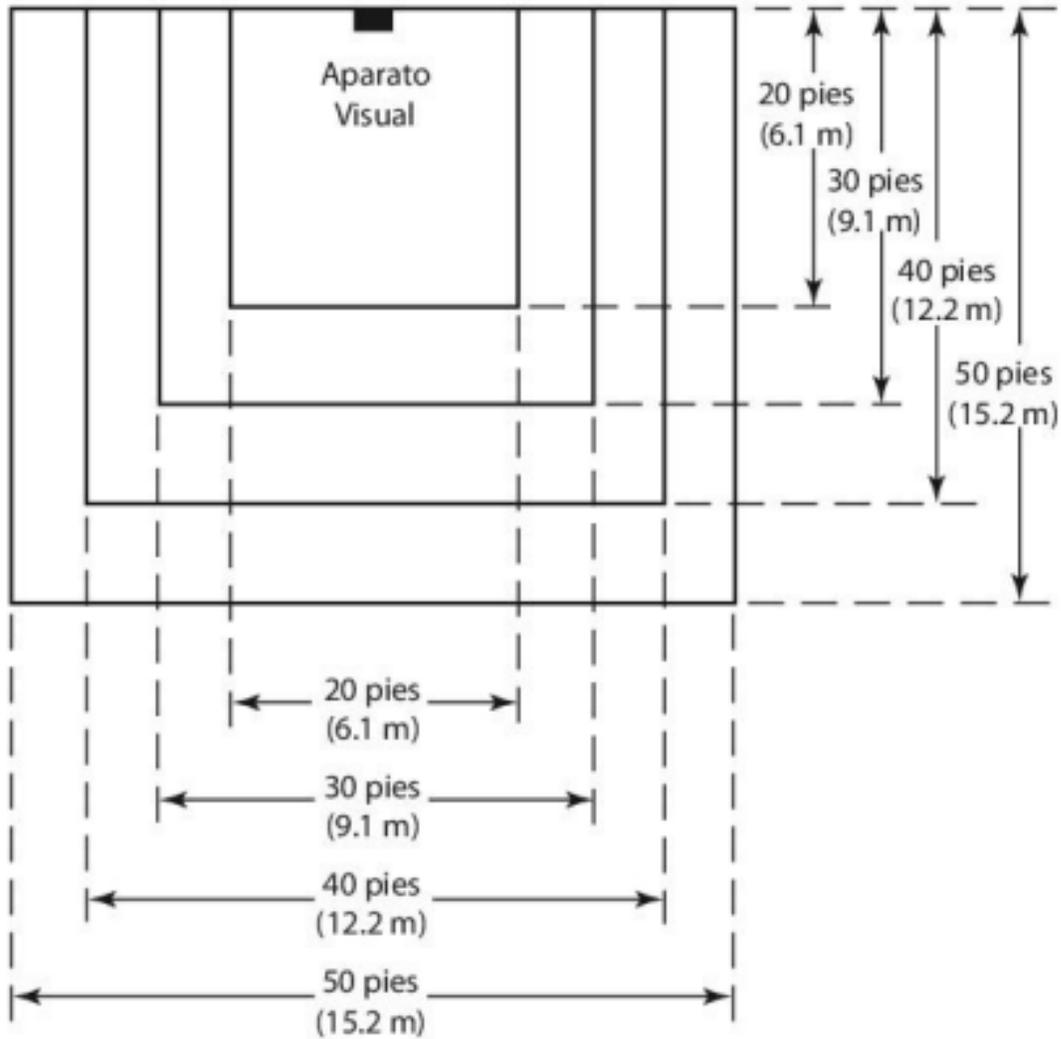


ILUSTRACIÓN IX: ESPACIAMIENTO EN SALAS PARA APARATOS VISIBLES MONTADOS EN MUROS

Fuente: (NFPA 72, 2016, pp-124)

En la ilustración IX se observa lo que se expresa en la tabla VI de una manera más gráfica, es un método eficiente para agregar el mismo modelo en el programa de dibujo para realizar su selección y ubicación. Únicamente se coloca la información pertinente a dispositivos colocados en muros, esto porque, aunque se pueden colocar en cielo rasos, en el diseño se decide colocar únicamente en muros.

En la norma NFPA 72, cuando el cuarto es menor a 6 m x 6 m, no se debe colocar las luces estroboscópicas, porque causa malestar en la vista del usuario, lo aturde debido a que el nivel de intensidad más pequeño es de 15 cd, por lo que es muy fácil aturdir al usuario. Las luces también poseen sirenas incorporados para generar ese sonido de alerta de emergencia, el cual también va a desconcentrar al usuario. La norma exige que el sistema de notificación sea audible y visible, se decide seleccionar dispositivos que cumplan este requisito de manera conjunta para tener una menor cantidad de equipos, El rango de cobertura de las luces se especifica en la tabla VI y en la ilustración IX. Por lo general o en la mayoría de los casos, si la luz cumple la cobertura, el rango de audible va a estar cubierto, debido a que el visible es mucho menor que el audible.

En los cuartos más pequeños como lo es en los cubículos u oficinas muy pequeñas no se colocan estos dispositivos por el motivo que pueden aturdir a las personas presentes en lugar de alertar, generando un estrés adicional a los usuarios en el momento de la emergencia. Lo cual se puede observar en la lámina EE-06 en el apéndice E.

En los baños se debe colocar por regla, los dispositivos no se deben colocar en la puerta o en el medio de egreso, esto porque en lugar de “señalar” el medio de recorrido, lo que hace es aturdir a los usuarios en el momento de la emergencia, por lo que lo conveniente es colocarlo en otro lugar dentro del recinto. Esto se debe a que es un método de notificación, no es un rótulo de salida de emergencia. Y estos dispositivos no se deben colocar cerca de la señalización de las rutas de evacuación debido a que si hay una luz nublando la vista le va a dificultar a las personas identificar la salida más cercana. El cuerpo de bomberos y la norma específica que no se deben colocar en estos lugares por estas razones.

La NFPA 72 establece que no se debe colocar los de notificación audible deben tener sus partes superiores, a alturas no menores de 2.29 m por encima del piso acabado, siempre y cuando la edificación lo permita, y por debajo de los cielorrasos acabados no inferiores a 150mm.

### 3.3.10 Cálculo de baterías del sistema de detección y notificación

Por último, se realiza el cálculo de baterías de respaldo del sistema de notificación y detección.

**TABLA VII: RESUMEN DE CÁLCULO DE BATERÍAS DE RESPALDO**

Preparado por: José David Picado Méndez	TIEMPO REQUERIDO EN STANDBY (HRS) NFPA 72-2007 4.4.1.5.3.1		TOTAL, CORRIENTE STANDBY SISTEMA (AMPS)		CAPACIDAD REQUERIDA STANDBY (AMP-HRS)		TIEMPO REQUERIDO EN ALARMA (HRS) NFPA 72-2007 4.4.1.5.3.1		TOTAL, SISTEMA CORRIENTE ALARMA (AMPS)		CAPACIDAD REQUERIDA ALARMA (AMP-HRS)
	24	X	1,1090	=	26,6160		0,083	X	9,5290	=	0,7909

Fuente elaboración propia.

En el apéndice B Cálculo de baterías de respaldo, se muestra de manera más detallada el paso a paso del cálculo, en la norma se especifica que se debe tener un sistema de baterías de respaldo, pero se debe realizar un cálculo para dimensionar el tamaño de las baterías, se realiza un cálculo de baterías que puedan satisfacer la fuente de NAC extender, panel de control principal, detectores de humo y de temperatura, sirenas con luces estroboscópicas, módulos de monitoreo, estación manual; porque tienen que garantizar según la NFPA 72, 24 horas en espera del sistema y 5 minutos en alarma. Por lo que para este cálculo se observa en la ficha técnica de los equipos para tomar el amperaje de cada dispositivo.

Los puntos más importantes para considerar es que en espera las sirenas y luces no trabajan o consumen energía, a diferencia del sistema de detección que si consumen energía en

espera; entonces se suman el amperaje de todos los dispositivos y se calcula para 5 minutos, tanto en detección notificación.

Las baterías son normalmente de 12 v y 33 amperios/hora, en el proyecto se conectan dos de estas en serie y esto satisface la cantidad de amperaje necesario, se tiene que satisfacer el cálculo de baterías el cual se coloca en el apéndice b, el cual debe satisfacer lo siguiente:

- ✓ El cálculo de consumo de potencia de todos los dispositivos de notificación y detección en espera durante 24 horas y 5 minutos en alarma.
- ✓ Adicionalmente se agrega un factor de seguridad de 20% adicional. El cálculo final incluye este porcentaje, como se evidencia a continuación:

**TABLA VIII: RESUMEN DE CAPACIDAD REQUERIDA DE BATERÍAS DE RESPALDO Y FACTOR DE SEGURIDAD**

Preparado para: EMAI de Santa Ana o Casa de la Cultura	CAPACIDAD REQUERIDA STANDBY (AMP-HRS)		CAPACIDAD REQUERIDA ALARMA (AMP-HRS)		CAPACIDAD TOTAL (AMP-HRS)	CAPACIDAD TOTAL (AMP-HRS)		FACTOR SEGURIDAD (OPCIONAL)		CAPACIDAD DE BATERIA AJUSTADA (AMP-HRS)
	26,62	+	0,7909	=	27,4069	27,4069	X	120%	=	33

Fuente elaboración propia.

Las baterías deben ser 2 para el panel y otras 2 para el “NAC Extender”, se seleccionan 2 porque por su tamaño delgado facilitan la colocación de estas, son más comunes en el mercado y de menor valor, que colocar unas de 24 v.

La fuente auxiliar de poder (NAC Extender) y el panel principal necesitan 4 amperios cada uno respectivamente, no se debe sobrepasar la cantidad de amperios ligados a cada dispositivo, para evitar un corto circuito no se coloca la tercera línea al panel para no sobrecargar y por la pérdida de voltaje por distancia.

El sistema de notificación y detección contra incendios es sumamente importante como complemento porque puede avisar a las personas que existe un incendio y evacue de manera

rápida a todas las personas del edificio, si solo existiera un sistema de rociadores, podría presentar un riesgo que los otras personas no se den cuenta a tiempo y que los rociadores no puedan controlar el fuego, este se extienda y ponga en peligro la vida de las personas. Por el tiempo de respuesta, ya que, si se activa un rociador, un extintor pudo solucionar este problema con un sistema de alarma, previniendo a todo el público, aquí acude mucha gente mayor y de la tercera edad, niños y una cantidad alta de personas, por lo que el tiempo es valioso y puede salvar muchas vidas.

### **3.4 Diseño del sistema de supresión**

#### **3.4.1 Diseño del sistema de rociadores**

Los rociadores se colocan colgantes para donde existe el cielo suspendido y montante para la ausencia de este. El área máxima de cobertura de cualquier rociador nunca debe ser mayor a 37 m<sup>2</sup> (400 ft<sup>2</sup>) en riesgo leve. (NFPA13)

Las variables para elegir un rociador son el factor K o la temperatura, como en el EMAI no se realiza almacenamiento en racks con alturas grandes o materiales que por su inflamabilidad no deban de llevar un tipo especial de protección y de rociador, por lo que no necesitan un rociador de respuesta rápida y supresión temprana (cada rociador de este tipo proporciona 378.541 l/min (100 GPM)).

En el caso del proyecto se utilizan rociadores estándar colgantes y montantes de modo control (marca Tyco®), un rociador de tipo UL y FM, al no estar asegurado por la aseguradora FM Global no necesita ser de tipo FM, ya que dependiendo del accesorio encarece el presupuesto y no es obligatorio; sin embargo, se selecciona esta marca por su calidad y lo habitual que es en el mercado, por lo que en el diseño el rociador cumple los dos estándares. Es

importante destacar que el estándar de seguridad se mantiene, se podría optar si se necesitara reducir los costos utilizar uno que solo cumpla con los estándares de UL, ya que UL es lo que solicita de requisito mínimo y obligatorio del cuerpo de bomberos y la NFPA.

El rociador seleccionado este listado para riesgo leve y ordinario, por lo que funciona para la totalidad del proyecto.

Al poseer riesgo leve en edificios hoteleros o residenciales se pueden eliminar rociadores en cuartos de baño o closets que posean un área menor a 5,1 m<sup>2</sup>, el cuarto debe poseer una carga de fuego baja, el cielo debe tener una resistencia al fuego de al menos una hora y no exista material combustible. La Casa de la Cultura al no ser un edificio de este tipo, todo espacio debe llevar rociador.

Al observar en los planos del apéndice E, cualquier espacio por el tipo de ocupación debe llevar rociador, el ducto mecánico el cual es un espacio reducido debería llevar rociador, pero se podría realizar una excepción porque este es un espacio incombustible y no hay un principio claro para la iniciación del fuego, por consiguiente, no se pone en el ducto mecánico rociador. Al final se opta por la decisión de no colocarlo

En la cafetería el rociador seleccionado es igual al del resto del edificio, esto se debe a que no existe grandes cantidades de aceite o freidoras; por lo que el agua que proporcionan los rociadores va a generar pequeñas explosiones por las pocas cantidades de grasas existentes. No es necesario un tipo de espuma tipo R102 para extinguir el fuego en caso de incendio.

Al ser una institución que no está asegurada por “FM-Global”, como se menciona anteriormente se podrían utilizar rociadores y accesorios que posean una certificación UL para reducir los costos del diseño, en el caso del rociador es de tipo UL y FM, pero para algunos

accesorios como tuberías, válvulas, codos, accesorios t... sería recurrir a un gasto innecesario, ya que no se pretende contar con este seguro y se confían plenamente en los estándares UL; por lo que se utilizan varios accesorios que solo cumplen con el estándar UL. El cual es una institución que categoriza y garantiza los requerimientos necesarios que pide el Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica y la NFPA, por lo que por obligatoriedad pide que los rociadores estén listados por la “Underwriters Laboratories” (UL).

#### **3.4.1.1 Análisis de obstrucciones que podrían afectar el posicionamiento del rociador.**

La distancia que las vigas exceden por debajo al cielo suspendido, se analiza para ver si este tipo de obstrucción era un impedimento en la cobertura del rociador, como se muestra en la siguiente tabla:

**TABLA IX: UBICACIÓN DE ROCIADORES PARA EVITAR OBSTRUCCIONES EN LA DESCARGA PARA ROCIADORES PULVERIZADORES ESTÁNDAR COLGANTES Y MONTANTES**

<b>Distancia desde los rociadores hasta un lado de la obstrucción (A)</b>	<b>Distancia máxima admisible del deflector por encima de la parte inferior de la obstrucción (B) [pulg. (mm)]</b>
Menos de 1 pie (300 mm)	0 (0)
1 pie (300 mm) a menos de 1 pie 6 pulg. (450 mm)	2½ (65)
1 pie 6 pulg. (450 mm) a menos de 2 pies (600 mm)	3½ (90)
2 pies (600 mm) a menos de 2 pies 6 pulg. (750 mm)	5½ (140)
2 pies 6 pulg. (750 mm) a menos de 3 pies (900 mm)	7½ (190)
3 pies (900 mm) a menos de 3 pies 6 pulg. (1.1 m)	9½ (240)
3 pies 6 pulg. (1.1 m) a menos de 4 pies (1.2 m)	12 (300)
4 pies (1.2 m) a menos de 4 pies 6 pulg. (1.4 m)	14 (350)
4 pies 6 pulg. (1.4 m) a menos de 5 pies (1.5 m)	16½ (415)
5 pies (1.5 m) a menos de 5 pies 6 pulg. (1.7 m)	18 (450)
5 pies 6 pulg. (1.7 m) a menos de 6 pies (1.8 m)	20 (500)
6 pies (1.8 m) a menos de 6 pies 6 pulg. (2.0 m)	24 (600)
6 pies 6 pulg. (2.0 m) a menos de 7 pies (2.1 m)	30 (750)
7 pies (2.1 m) a menos de 7 pies 6 pulg. (2.3 m)	35 (875)

Para unidades SI, 1 pulg. = 25.4 mm; 1 pie = 0.3048 m.

Nota: Sobre A y B, consultar la Figura 10.2.7.1.2(a).

Fuente: (NFPA 13, 2019, p.94).

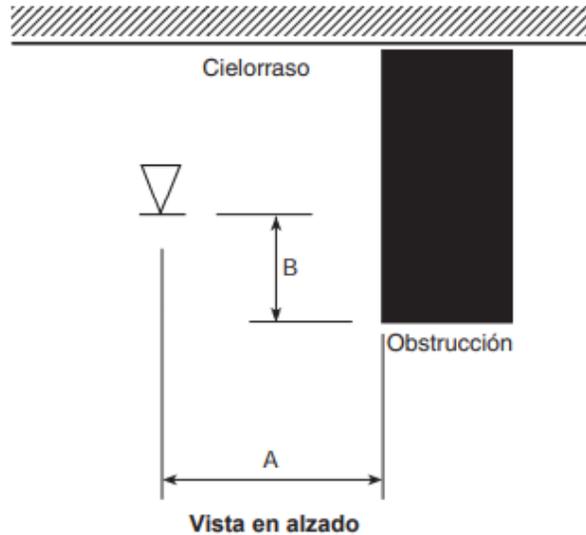


ILUSTRACIÓN X: EXPLICACIÓN GRÁFICA PARA EL POSICIONAMIENTO DE UN ROCIADOR PARA EVITAR UNA OBSTRUCCIÓN DE DESCARGA.

Fuente: (NFPA 13, 2019, p.94).

La tabla IX y la ilustración X son herramientas que brinda la NFPA 13 para determinar la posición correcta de un rociador, para garantizar una descarga efectiva y que no exista una obstrucción, pero como se observa son para obstrucciones en el techo, lo cual pueden ser vigas, muros, adornos que se ubiquen en la parte superior. En el caso del EMAI, se verificó que lo que en los casos que se salía un poco la viga, no era determinante para la trayectoria del rociador esto se revisó en una visita posterior a los diseños preliminares. Las ubicaciones finales no estaban cerca de muros, en el auditorio específicamente cerca del telón.

La tabla IX mencionada de obstrucciones, también se utiliza para verificar que las cortinas ubicadas en el auditorio no generan ningún inconveniente a la hora de que se activa un rociador, al final al estar alrededor de 1 metro por debajo del techo se pudo comprobar que no es un inconveniente en el diseño. Las situaciones específicas que se verificaron son:

- ✓ Vigas que superan los 10 cm por debajo la viga.
- ✓ Baños más de 60 cm abertura en la parte superior.
- ✓ Puertas metálicas principales, se toman como un muro, en esa parte no afecta, lo que está dentro hay un rociador que cubre el área.

Las vigas se sobresalen 10 cm por debajo del cielo suspendido, por lo que se toma en cuenta para el diseño, la proximidad debe ser mayor a 15 cm de acuerdo con la tabla IX.

**TABLA X: UBICACIÓN DE ROCIADORES PARA EVITAR OBSTRUCCIONES SUSPENDIDAS O MONTADAS EN PISOS EN OCUPACIONES DE RIESGO LEVE, EN LA DESCARGA PARA ROCIADORES PULVERIZADORES ESTÁNDAR COLGANTES Y MONTANTES**

<b>Distancia horizontal (A)</b>	<b>Distancia vertical mínima debajo del deflector (B) [pulg. (mm)]</b>
6 pulg. (150 mm) o menos	3 (75)
Más de 6 pulg. (150 mm) a 9 pulg. (225 mm)	4 (100)
Más de 9 pulg. (225 mm) a 12 pulg. (300 mm)	6 (150)
Más de 12 pulg. (300 mm) a 15 pulg. (375 mm)	8 (200)
Más de 15 pulg. (375 mm) a 18 pulg. (450 mm)	9½ (240)
Más de 18 pulg. (450 mm) a 24 pulg. (600 mm)	12½ (315)
Más de 24 pulg. (600 mm) a 30 pulg. (750 mm)	15½ (390)
Más de 30 pulg. (750 mm)	18 (450)

Para unidades SI, 1 pulg. = 25.4 mm.

Nota: Sobre A y B, consultar la Figura 10.2.7.2.2.

Fuente: (NFPA 13, 2019, p.95).



que se puede omitir. El balcón es losa con material incombustible, al ser techo en voladizo no cubre nada; por lo que cumple con los requisitos para su omisión.

### 3.4.1.3 Ubicación de los rociadores

El sistema de rociadores se debe realizar una ubicación que cumpla con lo especificado en la siguiente tabla XI:

**TABLA XI: ÁREAS DE PROTECCIÓN Y ESPACIAMIENTO MÁXIMO PARA ROCIADORES MONTANTES Y COLGANTES DE COBERTURA EXTENDIDA**

Tipo de construcción	Riesgo leve		Riesgo ordinario		Riesgo extra		Almacenamiento en pilas de gran altura	
	Área de protección [pie2 (m <sup>2</sup> )]	Espaciamiento [pie (m)]	Área de protección [pie2 (m <sup>2</sup> )]	Espaciamiento [pie (m)]	Área de protección [pie2 (m <sup>2</sup> )]	Espaciamiento [pie (m)]	Área de protección [pie2 (m <sup>2</sup> )]	Espaciamiento [pie (m)]
No obstruida	400 (37)	20 (6.1)	400 (37)	20 (6.1)	—	—	—	—
	324 (30)	18 (5.5)	324 (30)	18 (5.5)	—	—	—	—
	256 (24)	16 (4.9)	256 (24)	16 (4.9)	—	—	—	—
	—	—	196 (18)	14 (4.3)	196 (18)	14 (4.3)	196 (18)	14 (4.3)
	—	—	144 (13)	12 (3.7)	144 (13)	15 (4.6)	144 (13)	15 (4.6)
No combustible obstruida (cuando esté específicamente listada para tal uso)	400 (37)	20 (6.1)	400 (37)	20 (6.1)	—	—	—	—
	324 (30)	18 (5.5)	324 (30)	18 (5.5)	—	—	—	—
	256 (24)	16 (4.9)	256 (24)	16 (4.9)	—	—	—	—
	—	—	196 (18)	14 (4.3)	196 (18)	14 (4.3)	196 (18)	14 (4.3)
	—	—	144 (13)	12 (3.7)	144 (13)	15 (4.6)	144 (13)	15 (4.6)
Combustible obstruida	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: (NFPA 13, 2019, p.101).

En la tabla XI, se especifica el área de protección máxima dependiendo del riesgo, el espaciamiento máximo que puede tener es de 6.1 m al ser de riesgo ligero, es importante especificar que la distancia entre los muros y el rociador, no puede superar la mitad de la permitida entre rociadores y debe ser mínimo de 100 mm de los muros al rociador, la cual se mide perpendicularmente al muro. Por último, la distancia mínima entre rociadores, medidas entre centros es de 8 ft (2.4 m), a menos que se cumplan ciertos requisitos. (NFPA 13)

En el diseño no se colocan a una distancia menor y de la máxima permitida, además se verifica que no exceda el área de protección máxima permisible de 37.16 m<sup>2</sup> (400 ft<sup>2</sup>); se colocan en especie de “rectángulos”, donde las esquinas representan cada rociador, donde cumplen con los requisitos de área y espaciamiento especificado en la tabla XI.

### **3.4.2 Diseño del sistema de tuberías, gabinetes y accesorios**

La tubería vertical y los gabinetes clase I se colocaron en esa ubicación debido a que la NFPA 14 especifica que debe estar en un lugar seguro y que sea accesible, por lo que se coloca en donde encuentran las escaleras de emergencia, las cuales no existían al comienzo de la elaboración del diseño y ya se encuentran construidas. El lugar es accesible y seguro por lo que cumple las disposiciones de la norma.

La tubería, codos y accesorios se seleccionan según la NFPA 14, deben cumplir con diferentes normativas, se puede seleccionar la norma ASTM-A53 (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales) grado E y A, cédula 40 y cédula 80, la cédula 40 se utiliza para tuberías menores a 63.50 mm (2 ½”) de diámetro nominal; también se puede usar la norma ASTM-A795(Sociedad Americana para Pruebas y Materiales) para tuberías con cedula 10, la cual se utiliza para tuberías con diámetros superiores o iguales a 63.50 mm (2 ½”) nominal. La NFPA 14 recomienda que la tubería que tenga diámetros inferiores a 63.50 mm (2 1/2”) se usa tubería roscada cedula 40 necesaria para poder roscar y superiores o iguales a 2 1/2” (63.50 mm) se usa la tubería ranurada cédula 10.

El inconveniente de utilizar una tubería cédula 40, infiere en que va a generar mayores caídas de presión, pero brinda los requisitos necesarios para poder realizar la rosca, por esta razón se recomienda utilizar y también se puede ranurar, pero por caídas de presión y costos en

este proyecto se selecciona cédula 40 para toda la tubería de diámetros menores a 2 1/2" (63.50 mm) roscada; para diámetros mayores o iguales se utilizara cédula 10.

La tubería de hierro negro cédula 40 brinda mayor durabilidad que la cédula 10, por lo general en ambientes más corrosivos o perjudiciales, se recomienda utilizar o realizar el diseño con una cédula mayor y aplicar capas de pintura anticorrosiva según sea el caso; sin embargo, para nuestro diseño las condiciones climatológicas no presentan un riesgo para el diseño. Por eso se puede realizar esa selección en cédula 10, se parte de lo mencionado en el párrafo anterior para diámetros mínimos.

En cuanto al material de la tubería expuesta se selecciona hierro negro en lugar de hierro galvanizado, esto se debe a que las propiedades que brindan gran durabilidad, el precio de hierro galvanizado puede exceder en más del 50%; por lo que en un alto porcentaje de diseños de sistemas de supresión contra incendios se utiliza el hierro negro. Además, son tuberías que necesitan poco mantenimiento, alta resistencia a la tensión, evitando el agrietamiento de la tubería y resistencia a altas capacidades, facilidad de realizar rosca a la tubería y mayor accesibilidad a diferentes largos de tubería, muy resistentes a la corrosión, fuego e impermeabilidad a los insectos. La tubería lleva una capa de pintura que incrementa la resistencia a la corrosión y brinda un mejor acabado estético.

La tubería enterada se selecciona es de clase PVC regida por la norma AWWA C900 y los accesorios (t, codos, juntas...) son elaborados en hierro dúctil. La NFPA 13 posee una tabla en la que establece los materiales y accesorios, la cual se muestra a continuación:

**TABLA XII: MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE LAS TUBERÍAS SUBTERRÁNEAS**

<b>Materiales y dimensiones</b>	<b>Norma</b>
<b>Hierro dúctil</b>	
<i>Revestimiento de Mortero de Cemento para Tuberías y Accesorios de Hierro Dúctil</i>	AWWA C104/A21.4
<i>Recubrimiento de Polietileno para Sistemas de Tuberías de Hierro Dúctil</i>	AWWA C105/A21.5
<i>Juntas de Empaquetaduras de Caucho para Tuberías y Accesorios de Presión de Hierro Dúctil</i>	AWWA C111/A21.11
<i>Tuberías de Hierro Dúctil Embridadas con Bridas Roscadas de Hierro Dúctil o Hierro Gris</i>	AWWA C115/A21.15
<i>Diseño del Espesor de Tuberías de Hierro Dúctil</i>	AWWA C150/A21.50
<i>Tuberías de Hierro Dúctil, Fundido de Manera Centrífuga</i>	AWWA C151/A21.51
<i>Instalación de Tuberías Principales de Hierro Dúctil y sus Accesorios</i>	AWWA C600
<b>Concreto</b>	
<i>Tuberías de Presión de Concreto Reforzado, Tipo Cilindro de Acero</i>	AWWA C300
<i>Tuberías de Presión de Concreto Pretensado, Tipo Cilindro de Acero</i>	AWWA C301
<i>Tuberías de Presión de Concreto Reforzado, no de Tipo Cilindro</i>	AWWA C302
<i>Tuberías de Presión de Concreto Reforzado, con Barras Envueltas, Tipo Cilindro de Acero, Pretensado</i>	AWWA C303
<i>Revestimiento de Mortero de Cemento para Redes de Tuberías de Agua in Situ, de 4 pulg. (100 mm) y Más Grandes</i>	AWWA C602
<b>Plástico</b>	
<i>Tuberías de Presión de Cloruro de Polivinilo (PVC), de 4 pulg. a 12 pulg. (100 mm a 300 mm), para Transmisión y Distribución de Agua</i>	AWWA C900
<i>Tuberías de Presión y Accesorios Fabricados de Cloruro de Polivinilo (PVC), de 14 pulg. a 48 pulg. (350 mm a 1200 mm), para Transmisión y Distribución de Agua</i>	AWWA C905
<i>Tuberías de Presión y Accesorios de polietileno (PE), de 4 pulg. a 63 pulg. (100 mm a 1,650 mm), para Obras Hidráulicas</i>	AWWA C906
<i>Tuberías de Presión de Cloruro de Polivinilo con Orientación Molecular, de 4 pulg. a 24 pulg. (100 mm a 600 mm) para Agua, Aguas Residuales y Servicio de Agua Reciclada</i>	AWWA C909
<b>Latón</b>	
<i>Especificación Normalizada para Tuberías de Latón Rojo sin Costura, Tamaños Estándar</i>	ASTM B43
<b>Cobre</b>	
<i>Especificación Normalizada para Tuberías de Cobre sin Costura</i>	ASTM B75/B75M
<i>Especificación Normalizada para Tuberías de Agua de Cobre sin Costura</i>	ASTM B88
<i>Especificación Normalizada para los Requisitos Generales para Tuberías de Aleaciones de Cobre y de Cobre Forjado sin Costura</i>	ASTM B251
<b>Acero inoxidable</b>	
<i>Especificación Normalizada para Tuberías de Acero Inoxidable Austenítico Trabajado en Frío con Gran Intensidad Sin Costura, Soldadas</i>	ASTM A312/312M

Fuente: (NFPA 13, 2019, p. 46)

**TABLA XIII: MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE LOS ACCESORIOS**

<b>Materiales y dimensiones</b>	<b>Norma</b>
<b>Hierro fundido</b>	
<i>Accesorios Roscados de Hierro Gris, Clases 125 y 250</i>	ASME B16.4
<i>Bridas y Accesorios Embridados de Tuberías de Hierro Gris, Clases 25, 125 y 250</i>	ASME B16.1
<b>Hierro dúctil</b>	
<i>Accesorios de Hierro Dúctil y de Hierro Gris</i>	AWWA C110/A21.10
<i>Accesorios Compactos de Hierro Dúctil</i>	AWWA C153/A21.53
<b>Hierro maleable</b>	
<i>Accesorios Roscados de Hierro Maleable, Clases 150 y 300</i>	ASME B16.3

Fuente: (NFPA 13, 2019, p. 47)

En la tabla XII se muestra los materiales que permite la entidad para utilizar en la tubería enterrada y los accesorios como se observa en la tabla XIII anterior.

La tubería expuesta, debe cumplir con la norma ASTM A795 cédula 10 y ASTM A53 para cédula 40. En el mercado costarricense es lo más común ese tipo de tuberías por lo que hay un mejor precio de mercado que las otras opciones. Siguiendo la recomendación de la NFPA 13, recomienda una capa de anticorrosivo de pintura y una pintura brillante esmaltada. En el caso de Costa Rica se exige que la tubería sea de color rojo según la norma INTECO T2:2016, por esa razón se debe pintar de ese color. Al ser una tubería de incendios. Esto solo ocurre en la tubería expuesta.

En la tubería enterrada, no se pinta, se coloca una cinta a 30 cm por encima del tubo o a 10 cm de la superficie. Por lo que la cinta es una señal que se utiliza para que, si se va a realizar una excavación, se pueda identificar que ahí pasa la tubería de incendios.

El diámetro que se especifica en planos es el diámetro nominal, para el cálculo hidráulico se utiliza el diámetro interno. Los diámetros para las tuberías para el sistema de rociadores, los cuales se tomaron como referencia para el diseño se muestra a continuación:

**TABLA XIV: DIÁMETRO DE TUBERÍAS PARA EL SISTEMA DE ROCIADORES PARA RIESGO LEVE**

Acero		Cobre		
		pulg.	mm	
1 pulg. (25 mm)	2 rociadores	1 pulg.	25 mm	2 rociadores
1¼ pulg. (32 mm)	3 rociadores	1¼ pulg.	32 mm	3 rociadores
1½ pulg. (40 mm)	5 rociadores	1½ pulg.	40 mm	5 rociadores
2 pulg. (50 mm)	10 rociadores	2 pulg.	50 mm	12 rociadores
2½ pulg. (65 mm)	30 rociadores	2½ pulg.	65 mm	40 rociadores
3 pulg. (80 mm)	60 rociadores	3 pulg.	80 mm	65 rociadores
3½ pulg. (90 mm)	100 rociadores	3½ pulg.	90 mm	115 rociadores
4 pulg. (100 mm)	Ver Sección 4.5	4 pulg.	100 mm	Ver Sección 4.5

Fuente: (NFPA 13, 2019, p.333)

La tabla XIV se utiliza para dimensionar las tuberías dependiendo la cantidad de rociadores que este alimentando, en el diseño es esencial para cumplir con la presión, velocidad y caudal requerido por el sistema, cumpliendo con la NFPA 13.

Los gabinetes que se utilizan en el diseño son de clase I, los cuales son exclusivos para el uso de bomberos, la razón por la que no se coloca un sistema de gabinetes clase II, es debido a que el cuerpo benemérito de bomberos de Costa Rica no solicita esta clase y además la difícil manipulación se convierte en un inconveniente, por lo que se opta por gabinetes clase I.

En el tramo del nodo 7 al 9-11 que se observan en las láminas ME-01 y ME-03 del apéndice F, como se muestra en la ilustración XII a continuación, se puede observar que debido a que “pareciera” que suben dos tuberías, pero es muy importante aclarar que es una única tubería que está subiendo y esta se bifurca, uno de los tramos es para el control de cada piso de rociadores y otro proporciona el caudal necesario para los gabinetes clase I. La causa de este

tipo de configuración se debe a que la válvula o gabinete clase I no se puede conectar de manera directa a la tubería que alimenta al sistema de rociadores, porque no se pueden conectar estos dos sistemas a una misma tubería para la configuración seleccionada. Los únicos gabinetes que se pueden conectar a la misma tubería que suplente el sistema de rociadores son los gabinetes clase II; incluso los gabinetes clase III, no se permiten colocar de manera directa a la manguera. Por consiguiente, de la válvula “check”, en adelante no se puede conectar ningún gabinete clase I. En la siguiente ilustración XII se muestra un detalle:



ILUSTRACIÓN XII: DETALLES DE VÁLVULAS DE CONTROL.

Fuente: Elaboración propia.

Los gabinetes clase I tienen la particularidad, que cuando el edificio se encuentra protegido por un sistema de rociadores automáticos, se pueden colocar a una distancia de recorrido de los usuarios de 61 m (200 ft).

En el cielo suspendido dentro de él, no es necesario colocar una válvula, debido a que no existe un acceso y posee una pendiente pronunciada, increíblemente si existiera un acceso se debería colocar una toma o si existiera una losa de equipos. Debido a que es un lugar inaccesible no se necesita, según la NFPA 14.

#### **3.4.4.2.1 Bloques de inercia, placas anti-vórtice, toma directa y siamesa**

Los bloques de inercia por NFPA 13, deben ir en cada cambio de dirección en la tubería, en los accesorios t y en los codos, son bloques de concreto que se colocan en la tubería enterrada en la unión de los accesorios. En el proyecto se elabora 12 bloques para evitar que la presión del agua mueva los accesorios y provoque que la tubería colapse.

La toma directa, es el accesorio mediante el cual el cuerpo de bomberos utiliza para extraer agua del sistema, ya sea para llenar el tanque o para lo que el cuerpo de bomberos crea pertinente para controlar el incendio. Se instala mediante una línea húmeda que viene desde el tanque de almacenamiento hasta el muro por efecto de gravedad, se coloca una placa anti-vórtice a esta línea, para evitar la generación de vórtices. La altura debe ser la misma del camión de bomberos, porque la manguera que conecta con el camión debe ser rígida, lo cual está a una altura aproximadamente 1.20 metros. Según el cuerpo benemérito de bomberos no se puede tener más de 3 metros de columna de agua (mca) de succión negativa para el camión de bomberos, el camión tiene como máximo 3 m.

La toma siamesa, es la encargada de introducir agua al sistema, dando la posibilidad que el tanque de almacenamiento del camión de bomberos funcione como tanque de abastecimiento, se puede conectar el camión a esta toma, evitando tirar la manguera al piso y conectarse a las tomas clase I en cada nivel, inclusive los bomberos tienen la posibilidad de cerrar las válvulas que alimentan los rociadores y solo continuar combatiendo el incendio con los gabinetes, si lo consideran pertinente en la situación. La siamesa tiene que estar a 30 m o menos del hidrante más cercano, según establece el Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios del Benemérito Cuerpo de Bomberos

La altura de instalación de la toma siamesa y la directa, tiene una similitud con el diseño de los hidrantes, ya que la toma directa funciona como una especie de hidrante proporcionando agua al camión de bomberos o directamente a la manguera, debe poseer un diámetro de conexión igual de 65 mm al de la toma de clase I.

La toma de bomberos se debe colocar en un lugar que permita 15 m de radio de giro que permita una correcta ubicación del camión de bomberos en caso de una emergencia, pero al no estar dentro de la propiedad del EMAI, al estar ubicada en la calle no necesita cumplir este requisito.

La toma directa y la siamesa vienen con dos tipos de rosca la universal o común (NPT) y en el otro extremo NST, que es la rosca especializada para bomberos, debido a que se rosca con una cantidad muy baja de giros, para que sea más rápido y eficiente en el momento de la emergencia. La toma siamesa es de 152.4 mm (6") NPT y 63.50 mm (2 ½") NST, en un extremo se une con la tubería y el de rosca rápida es donde se conecta con la manguera. La toma directa es de 152.4 mm (6") a 114.3 mm (4 ½") NPT/NST.

El dimensionamiento de la placa anti-vórtice, se dimensiona dos veces el diámetro nominal del tubo de succión, al menos, esto según la norma NFPA 20, la cual esta dimensionada un poco más grande del mínimo, para darle un porcentaje de seguridad y cumpliendo este requerimiento. La placa seleccionada es de hierro negro esta al final del codo en la tubería de succión, evita los vórtices. La altura de la placa debe ser de 152.4 mm (6 pulgadas) o dos veces el diámetro, el que tenga el mayor valor es la que se utiliza.

#### **3.4.4.2 Soportería**

Los soportes se colocan en la tubería principal o en tuberías mayores o iguales a 63.50 mm (2 ½”). La soportería antisísmica lateral se ubican cada 12 metros de separación máxima, la longitudinal se ubica cada 24 m de separación máxima, también se ubica en cada cambio de dirección y cada final de línea.

La soportería antisísmica de 4 vías se debe colocar cada 2 pisos, específicamente cada 7.6 metros en las tuberías verticales, el cual funciona para soportar de manera longitudinal y lateral, el cual se coloca únicamente en el tercer piso en el tubería vertical o tubería que alimenta el sistema de rociadores.

#### **3.4.3 Configuración seleccionada para las tuberías, rociadores y accesorios**

El sistema dependiendo del tipo de riesgo, se puede utilizar un sistema seco o inundado, según el cuerpo de bomberos esta debe ser húmeda; para ahorrar ese tiempo de transporte del fluido hasta el rociador, por lo que se opta por una tubería húmeda para tener a un alcance casi que inmediato donde se acciona el rociador. (NFPA13)

La tubería seca se puede obstruir con mayor facilidad, además que en Costa Rica no se tiene inviernos por debajo de los 0°C por lo que no hay riesgo de congelación como en otros

países. La tubería húmeda va a generar menos golpes de ariete y vibraciones exageradas, porque la tubería ya está presurizada.

Los sistemas de diluvio son tuberías abiertas, para riesgos muy grandes, es tubería seca, se abren todos a la vez e inundan todo el espacio; el sistema seleccionado se va accionando de manera automática y de manera seccionada.

La tubería debe poseer agua en todo momento, esto se debe a que el agua por norma debe llegar al último aspersor en 30 segundos como tiempo máximo, al ser un sistema que siempre posee agua en toda su tubería, no tendrá inconveniente con este requerimiento.

La activación de los rociadores se va a activar el más próximo al fuego, al ser dispositivos que presentan sensores de temperatura y un bulbo, que al reventarse se acciona.

En el diseño la tubería va en sentido de las vigas y entra a los cuartos sí, debido a que se intenta no perforar las vigas, para evitar posibles daños a la estructura. Por lo que, gracias a la arquitectura, se observará la tubería que baja, debido a que las vigas están al haz del cielo suspendido. La distancia que las vigas exceden por debajo al cielo suspendido se analizó para ver si este tipo de obstrucción era un impedimento en la cobertura del rociador, y se colocan los rociadores donde no sea un impedimento.

El método de grilla no se utiliza, debido a que el de árbol brinda mejores condiciones, dentro de los factores se pueden mencionar los siguientes:

- ✓ Para realizar el cálculo hidráulico mediante el método de grilla, el cual se hace mediante iteraciones, se necesita un software y su respectiva licencia, estas por lo general, tienen un precio elevado.

- ✓ A nivel de diseño existen vigas que dificultan este tipo de método, ya que una “malla” de rociadores de este tipo no sería conveniente por la infraestructura porque en los planos del nivel I, II y III poseen unas vigas metálicas que atraviesan la infraestructura.
- ✓ El método árbol nos brinda la posibilidad de ahorrar tubería, debido que la edificación, al ser un sistema que es relativamente pequeño y ramificado, no posee áreas tan grandes, se presta de una manera conveniente para el de árbol.
- ✓ En el proyecto se trabaja con diámetros bastante pequeños, que el seleccionar la grilla no los va a reducir, el cual podría ser uno de los propósitos del diseño y selección del método grilla, por lo que se convierte en una razón más para utilizar el método de árbol.

El sistema tipo árbol se selecciona debido a las razones mencionadas con anterioridad, además posee la ventaja que facilita el cálculo hidráulico de manera manual. El método de árbol, aunque no ahorra económicamente la misma magnitud que el método de grilla para áreas de mayor tamaño, que por lo general incrementa el beneficio en obtener diámetros de tubería menores al método de árbol, por lo tanto, un ahorro económico, menos pesado, facilidad de instalación que todo se traduce en ahorro económico. Las grillas se prestan más para salones abiertos sin particiones, como salones grandes, bodegas industriales entre otras y que necesiten una alta demanda de caudal.

El EMAI al poseer caudales relativamente pequeños y necesidad de caudal bajo, el método de árbol no va a representar gran diferencia al método de grilla, debido a que ya ese ahorro para el cual diámetro se disminuye no va a ser tan significativo económicamente, lo cual

es otra de las razones por las cuales no se utiliza y el método de árbol disminuye a cantidad de tubería para este proyecto.

### **3.4.4 Cálculo hidráulico**

El cálculo hidráulico se elabora mediante la situación más crítica hidráulicamente, se hace en la ruta más crítica al rociador más lejano, es el punto hidráulico más lejano y se basa en la NFPA 13, donde se utiliza el del tercer piso en el auditorio; sin embargo, la situación más crítica es la de los gabinetes debido a que son las que nos brindan mayor caudal y presión, por lo tanto, son los indicados para seleccionar la bomba y la casa de máquinas.

#### **3.4.4.1 Cálculo hidráulico del sistema de rociadores**

Al realizar el cálculo hidráulico del sistema de rociadores automáticos, se hace la verificación del lugar más demandante y crítico hidráulicamente, en este diseño en específico, es el grupo de rociadores más lejano de la bomba principal contra incendios, o sea de la tubería vertical ubicada en el tercer nivel a los rociadores ubicados en el tercer piso en el auditorio y en el espacio de triple altura contiguo al auditorio. Al ser una clasificación de riesgo ligero (por el tipo de aplicación del lugar, clase de materiales y clasificación materiales combustibles) entonces es un área  $139.35 \text{ m}^2$  ( $1500 \text{ ft}^2$ ) de una densidad  $4.1 \text{ mm/min}$  ( $0.1 \text{ gpm/ft}^2$ ), la cual se determina según la NFPA 13.

En el caso del auditorio y los rociadores que se encuentran contiguo a él, en el techo del tercer piso con un espacio de triple altura, se selecciona este grupo porque la probabilidad de que se activen todos al mismo tiempo es muy probable, porque el humo, el fuego van a inundar el área y se van a activar al llegar a la temperatura de accionamiento del rociador. Los rociadores contiguo al auditorio en caso de un incendio, las grandes temperaturas del incendio los pueden

accionar. Por lo tanto, el área más crítica va a ser en el auditorio que se activen de manera simultánea el área de rociadores mencionados anteriormente, además de ser el espacio con más elevación y más lejana de la bomba principal.

El primer paso para seguir es analizar la posibilidad de una reducción de área al sistema de rociadores de respuesta rápida, por lo que se verifica que cumpla con las siguientes características el área donde es hidráulicamente más crítico:

1. Tubería húmeda.
2. Ocupación de riesgo leve u ordinario.
3. Altura máxima del cielo raso 20 ft (6.1 m).
4. No hay huecos del cielo raso sin protección, esto quiere decir que no existe un espacio habitable en la zona por encima del cielo suspendido, un atrio entre otras.

Fuente: (NFPA 13, 2019, pp 181)

Las condiciones 1,2 y 4 se cumplen; sin embargo, la condición número 3 no se cumple, a pesar de que el auditorio tiene una altura inferior, sucede que uno de los rociadores que se encuentra en el área más demandante contiguo al pasillo del tercer piso, es un espacio donde está ubicada un vacío de triple altura y supera los 6.1 metros, por lo que no se permite reducir el área de operación del sistema sin revisar la densidad.

En el caso del proyecto se toma el área que se muestra en el cuadro enmarcado en azul ilustración XIII, por lo que se calcula el área de 1500 ft<sup>2</sup>(140 m<sup>2</sup>), esto se debe a que, al ser un establecimiento con un tipo de riesgo leve y con tubería húmeda debe utilizarse esta como área mínima para el cálculo, a menos que se pueda aplicar una reducción de área que no aplica en esta situación. Los 1500 ft<sup>2</sup> (140 m<sup>2</sup>), se utiliza para ver cuántos rociadores hay que tomar para el cálculo hidráulico.

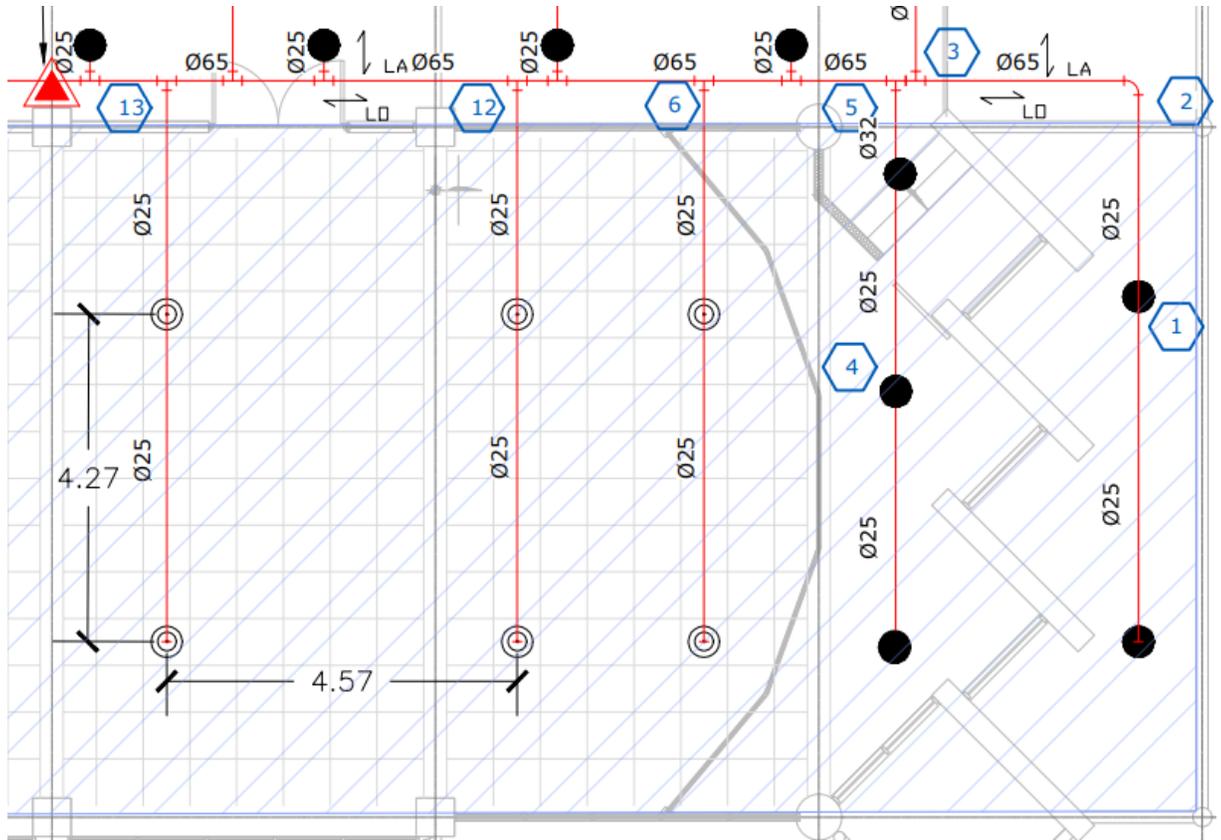


ILUSTRACIÓN XIII: TOMADA PARA HACER EL CÁLCULO HIDRÁULICO DE ROCIADORES

Fuente: Elaboración propia.

El área de cobertura que posee un rociador se evidencia en la siguiente fórmula:

$$A_s = L \cdot s \quad (3)$$

Donde:

- ✓  $A_s$ : área de cobertura del rociador.
- ✓  $L$ : medida que hay entre dos rociadores en un mismo ramal.
- ✓  $S$ : Medida entre los ramales.

En la siguiente figura XIV se muestra de manera más clara y gráfica las medidas anteriores



ILUSTRACIÓN XIV: ÁREA COBERTURA DE UN ROCIADOR

Fuente: Elaboración propia.

El caudal de un rociador se debe calcular con la siguiente fórmula:

$$K_P = \frac{Q}{\sqrt{P}} \quad (4)$$

Donde:

- ✓ Q: caudal.
- ✓  $K_P$ : factor del rociador.
- ✓ P: presión del rociador.

El factor K del rociador del diseño corresponde a  $80 \text{ min}/\text{bar}^2$  ( $5.6 \text{ GPM}/\text{psi}^2$ ), el cual se origina a partir de la relación del orificio del rociador seleccionado, el cual es proporcional a la cantidad de agua que va a evacuar el rociador y la presión que necesita el rociador para trabajar. Al poseer un riesgo ligero, la demanda de caudal no debe ser excesiva y además tenemos una densidad de  $4.1 \text{ mm}/\text{min}$  ( $0.1 \text{ gpm}/\text{ft}^2$ ), se utiliza este factor. Mientras más alto sea el factor K más capacidad para expulsar agua tiene el rociador.

El rociador que se elige, con el factor  $K_P$  mencionado en el párrafo anterior, una de las ventajas de este tipo de rociador es que en el mercado este tipo de rociador es muy común, por

lo tanto, hay una mayor facilidad de encontrar precios competitivos y una gran cantidad de proveedores; al final se toma la decisión de optar por la marca TYCO® por su trayectoria y confiabilidad. Por otra parte, desde el punto de vista técnico nos favorece porque nos va a brindar la presión adecuada, ya que puede trabajar a bajas presiones y brindar el caudal requerido; además es listado UL y la jurisdicción costarricense lo pide como requisito. El rociador es de tipo de respuesta rápida, el cálculo del caudal necesario en el último rociador se muestra a continuación:

$$Q = As * p_{rociador} \text{ (5)}$$

$$Q = 196 \text{ ft}^2 * 0.1 \frac{\text{gpm}}{\text{ft}^2}$$

$$Q = 19.6 \text{ gpm} (74.19 \text{ l/min})$$

Donde:

- ✓ Q: caudal.
- ✓ As: área de cobertura del rociador.
- ✓  $p_{rociador}$ : densidad de acuerdo con el tipo de riesgo.

En la ecuación 5 se puede observar que, al tener una ocupación, de riesgo ligero tendrá un valor de 4.1 mm/min ( $0.1 \frac{\text{gpm}}{\text{ft}^2}$ ), los 74.19 l/min (19.6gpm) es la cantidad de galones por minuto que va a expulsar cada rociador en el nivel 3, esto es necesario para que cumpla con la densidad de 4.1 mm/min ( $0.1 \text{ gpm/ft}^2$ ) porque según la norma se necesita este valor por ser un riesgo ligero. El valor de 196 ft (59.74 m) es el área de cobertura de rociador en promedio y la densidad se toma de la siguiente ilustración XV:

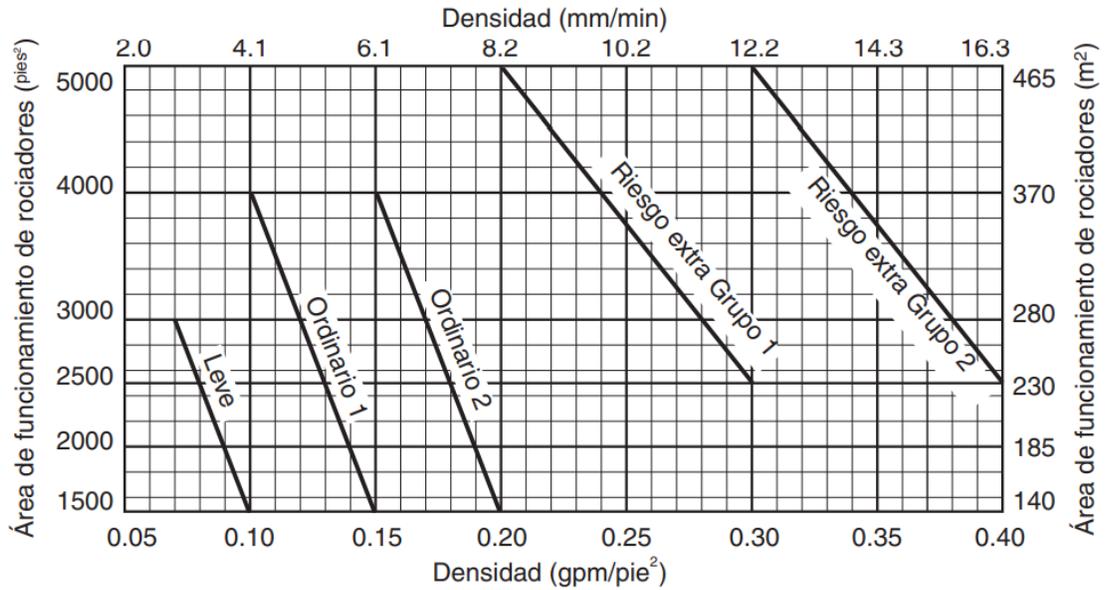


ILUSTRACIÓN XV: CURVAS DENSIDAD/ ÁREA

Fuente: (NFPA 13, 2019, p. 180)

En la presión inicial normalmente hay una creencia de que se debe colocar 0.4826 bar (7 psi) en el cálculo hidráulico, porque es la presión mínima para que un rociador estándar funcione, por lo que se debe garantizar esta presión, a menos que la norma especifique una presión inicial mayor. Por lo que el último rociador o el rociador que se localiza en el nodo 1, se debe calcular la presión inicial y además debe ser mayor a los 0.4826 bar (7 psi) para garantizar la densidad, por lo que se utiliza la ecuación 6:

$$P = \left(\frac{Q}{K_p}\right)^2 (6)$$

$$P = \left(\frac{19.6}{5.6}\right)^2$$

$$P = 12.25 \text{ psi (0.8446 bar)}$$

El rociador puede funcionar a 0.4826 bar (7 psi) y proporcionar caudal; sin embargo, esto no quiere decir que va a entregar la densidad que necesita, por ejemplo, en el caso del

diseño se necesitan 0.84 bar (12.25 psi) como mínimo para mantener la densidad, por consiguiente, la cantidad de galones se convierte en el mínimo requerido en el último rociador.

Posteriormente se debe determinar para los rociadores que se van a tomar para el cálculo hidráulico, para el cual se efectúa de la siguiente manera:

$$\#Rociadores = \frac{\text{área según el riesgo}}{\text{área de cobertura del rociador}} \quad (7)$$

$$\#Rociadores = \frac{1500ft}{196ft}$$

$$\#Rociadores = 7.65$$

Al obtener 7.56 rociadores, se redondean la unidad más próxima por lo que se utilizan 8 rociadores.

En las ecuaciones 5 y 6, se muestran los cálculos y se ejemplifica, este proceso se repite en reiteradas ocasiones, el cual se muestra un resumen de los cálculos realizados mostrados en el apéndice D, el resumen de cálculo realizado mediante el programa Microsoft Excel®.

**TABLA XV: RESUMEN DE CÁLCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE ROCIADORES**

Presión Total (Bar(psi) )	Caudal l/min(GPM)
6.53 (94,67)	1046.44 (276,44)

Fuente: Elaboración propia.

La presión por pérdidas por elevación, presión por pérdidas por fricción, las cuales en cada cuadro se muestra las pérdidas totales del nodo anterior, como se muestra el apéndice D,

las pérdidas por fricción se calculan mediante el método de Hazen Willians especificadas en el marco teórico. Este método sale ejemplificado como mecanismo en la NFPA 13; por lo que se calcula para cada tramo entre nodo a nodo.

El factor C tiene un valor de 120 para tuberías de hierro negro nuevo, las pérdidas por fricción se calculan desde el último rociador hasta la bomba, los cuales se separan en nodos y se numeran en los planos del 1 al 13; los nodos 10 y 11 se utilizan para el cálculo hidráulico de gabinetes y no para este sistema, como se muestra en los planos mecánicos ME-01 al ME-03, ubicados en el apéndice F y también en la memoria de cálculo en el apéndice D.

La longitud equivalente en el marco teórico la tabla I, esta es para pérdidas por fricción del acero en cédula 40, pero en el diseño se utiliza también cédula 10, por lo que se utiliza la siguiente ecuación para realizar la corrección:

$$\frac{\text{Diametro interno real}}{\text{Díammtero interno de tubería de acero cédula 40}}^{4.87} = \text{factor (8)}$$

En la ecuación 8, se realiza una división del diámetro interno correspondiente en cada cédula, este va a cambiar porque el grosor de las paredes internas es diferente, al obtener este valor, da un factor que se va a multiplicar por la longitud equivalente mostrada en la tabla I y esta será la nueva longitud equivalente para cédula 10 por ejemplo, esta específicamente se utiliza en el diseño; sin embargo, el mismo procedimiento se aplica para las diferentes cédulas que existen en el mercado.

El segundo nodo es el segundo rociador más lejano de la memoria de cálculo realizado, se tiene una presión acumulada de 1.01 bar (14.6 psi), al sumar la del rociador y la de las pérdidas por fricción, se puede verificar que la pérdida de presión relacionadas a la altura tiene

un valor de 0, debido a que no existe un cambio de elevación, por lo que únicamente se suma las pérdidas por fricción y lo principal es que la bomba pueda cumplir con la presión necesaria en el último rociador, no es que se va a sumar 0.846 bar (12.25 psi) por cada rociador. En el cálculo hidráulico se suma el caudal, porque el caudal si se está “perdiendo” por cada rociador y aumentando el requerido que debe satisfacer la bomba principal. Por lo que el segundo nodo estaría entregando 80.29 l/min (21.21 GPM), ver ecuación 4 para verificar como se obtiene ese valor, entre más cerca estén los rociadores del ramal, más caudal van a desalojar.

La presión máxima que puede tener los rociadores seleccionado es de 12.07 bar (175 psi) (ver ficha técnica) y que cumpla la mínima de 0.846 bar (12.25 psi), se debe tener especial cuidado satisfacer esta presión inicial. Dentro de las razones se puede observar que muchas aseguradoras como FM GLOBAL, tienen como requisito cumplir con esta presión inicial para retribuir el dinero a sus clientes. La situación del EMAI no es tan crítica, debido a que la condición más demandante son los gabinetes y por consiguiente si se cumple con el requerimiento de estos, por lo tanto, el de los rociadores; también que el edificio no se planea asegurar con FM GLOBAL y para las aseguradoras del país esto no es un requerimiento. Sin embargo, en este caso se está cumpliendo y se calcula esa presión inicial para proporcionar un correcto cálculo hidráulico, además de la importancia de garantizar la densidad del rociador.

La selección de los nodos es la contabilización de los metros de tubería, cuando existe un cambio de diámetro o material de la tubería, cambio por elevación o cédula, se agrega otro nodo para poder realizar de una manera más sencilla el cálculo hidráulico, con el fin de brindar una mayor facilidad a la hora de la visualización y método de referencia. El caudal va a aumentar de manera significativa en cada tramo, por lo que se debería tomar en cuenta a la hora de aplicar

Hazen Williams en diferentes tramos de la tubería, es otra de las razones de subdividir el tramo en nodos; no se puede utilizar el mismo caudal para toda la tubería puesto que no es el mismo.

En el nodo número 2, se observa que los diámetros de la tubería se mantienen constantes, la cédula no cambia, el factor k se conserva, existe un incremento en el caudal debido a que se va a tener que proporcionar caudal para dos rociadores.

En el nodo número 3 cambia el diámetro de la tubería por eso se coloca este nodo, ocurre que el k equivalente se considera 0 porque no hay rociadores que se vayan a abrir en ese punto, el caudal se conserva y hay un aumento en las pérdidas por fricción relacionadas a accesorios y tramos de tubería. El factor k equivalente se vuelve a calcular el nuevo caudal en el nodo 4, el cual se va a realizar con la nueva presión total y caudal del nodo 3 nos da 8.85 gpm/psi<sup>2</sup>, (7026.46 LPM/bar<sup>2</sup>) esto porque aumenta la cantidad de rociadores abiertos asumidos en este punto para el cálculo hidráulico. El procedimiento se repite para los nodos 5,6 12,13 y 9.

En el nodo 9 al 7 existen pérdidas de presión por elevación, por lo que se suman a las pérdidas por fricción, para tener las pérdidas totales. Las pérdidas por altura nos la brindan la siguiente fórmula en pies y metros, esta fórmula se utiliza para el fluido agua fresca:

$$0.433 \text{ * psi/ft * altura en ft} = \text{Pérdidas por elevación} \quad (9.792 \text{ kPa/m * altura en m} = \text{Pérdidas por elevación}) \quad (9)$$

En el nodo 7 al 8, hasta llegar a la bomba, cambia el C que es un factor de 150 debido al cambio de material de la tubería que se usa el PVC, podemos observar que las pérdidas de fricción son más bajas debido a que el factor C es mucho más alto, por lo que se traduce en menores pérdidas por fricción.

Los rociadores van a entregar un diferente caudal, el primero normalmente entrega más y el último un menor caudal. Dependiendo de la magnitud del incendio es la cantidad de rociadores que se van a accionar, recordemos que los rociadores se activan de acuerdo con la temperatura a la cual se seleccionó el rociador en el diseño. En este caso los rociadores seleccionados son de 150 °F (65.56 °C) y normados por la NFPA 13, como se observa en los planos y en la ficha técnica se seleccionan todos con una misma temperatura de operación y del mismo color. Lo cual es muy importante porque si tenemos en un mismo recinto de dos colores distintos y con temperaturas de accionamiento diferentes, puede ocasionar que en un incendio se active el de menor temperatura y este no sea suficiente para controlar el incendio, si el más cercano es de una alta la temperatura de operación, va a provocar que no se logre controlar el incendio y se extienda, inclusive que se llegue a quemar la tubería y se funda en el peor de los casos, porque el que se acciona no es capaz de controlar el incendio y baja la temperatura impidiendo que se active el de mayor temperatura de operación, provocando que se extienda el incendio, sin que se accione el rociador de mayor temperatura. En el mejor de los casos que se activen de manera tardía los rociadores.

La selección se realiza de una temperatura de 150 °F (65.55 °C) y son de color rojo, esto porque es una temperatura considerada por tipo de actividades, máquinas e instrumentos que posee el edificio, no se va a llegar esta temperatura al menos que exista un incendio. Además, es un tipo de rociador muy común en el mercado en comparación con el anaranjado que también cumple con los requisitos del proyecto, pero es menos común.

Un rociador sirve de sustituto para un sensor de calor, esto solo ocurre cuando es riesgo leve, al ser un sitio de reunión pública se necesita un sensor de humo y de calor, como se posee un sistema de rociadores automáticos y un sistema de alarmas con sensores de humo cumple

con este requisito. Al ser un sitio de reunión pública y existir tantas vidas en riesgo, provoca que la NFPA 101 sea tan riguroso con los requerimientos del sistema de protección contra incendios, al igual que los cines y centros comerciales.

El sistema de detección y notificación es sumamente importante como complemento porque puede avisar a las personas que existe un incendio y evacue de manera rápida a todas las personas del edificio, si solo existiera un sistema de rociadores, podría presentar un riesgo para las otras personas no se percaten a tiempo y que los rociadores no puedan controlar el fuego, este se extienda y ponga en peligro la vida de las personas. En una emergencia el tiempo es sumamente valioso, ya que, si se activa un rociador, un extintor pudo solucionar este problema con un sistema de alarma antes de que el incendio crezca, previniendo a todo el público, aquí acude mucha gente mayor y de la tercera edad, por lo que el tiempo es invaluable y puede salvar muchas vidas. Además de todas las piezas de gran valor cultural y económico que se encuentran en este edificio, un sistema de alarma puede salvaguardarlas, para que el fuego no las consuma.

#### **3.4.4.2 Cálculo hidráulico de gabinetes clase I**

En el caso de los gabinetes se hace el mismo proceso que el sistema de rociadores automáticos, se utiliza como base la Norma NFPA 14, según la norma debe cumplir con una presión inicial es de 6.89 bar (100 psi), el cual establece que cualquier toma de bomberos debe poseer presión mínima de 6.89 bar (100 psi) y un caudal de 946.35 l/min (250 GPM). (NFPA 14). La jurisdicción costarricense, también establece esa misma presión mínima y caudal.

Los gabinetes clase I no tienen manguera, son tomas de bomberos y tienen un recorrido de 60 m, por lo que, al tener un sistema de rociadores automáticos, según la norma se debe

colocar una toma de bomberos, que son válvulas de 63.50 mm (2 ½ pulgadas) que es equivalente a un gabinete clase I. Lo establece la NFPA 14 y el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, lo cual tiene que ser de manera obligatoria según las dos entidades. Los gabinetes tienen que estar por obligatoriedad afuera del edificio en la entrada de los medios de egreso, no pueden estar dentro o en el centro de la estructura. No pueden estar en callejones, si hay una puerta se tiene que colocar por fuera. Si está en una escalera o en una grada, tiene que estar dentro de la grada y que este compartimentada con una resistencia de dos horas fuego.

En el diseño se coloca en los medios de egreso y en las gradas de emergencia, en el detalle de válvulas de control de piso independiente, los cuales van unidos a la tubería vertical por las razones mencionadas anteriormente, que no pueden conectarse directamente a la tubería que alimenta los rociadores.

En el cálculo hidráulico se consideran el caudal de dos tomas de bomberos más lejanas, el cual sería 946.35 l/min (250 GPM) de la primera y se le suman 946.35 l/min (250 GPM) más del caudal de la segunda, se colocan en estos lugares debido a que es un edificio existente, hay que adaptarse al diseño que conserva en el edificio en la actualidad, porque si se ubica en las gradas internas se les dificultaría el paso a los usuarios. Las gradas de emergencia si poseen el espacio para colocar los gabinetes clase I.

En el apéndice C y F se observa un pequeño tramo del nodo 9 al 10, existe una válvula de rosca ese tramo es de cédula 40 y después pasamos a cédula 10, por eso es la longitud tan pequeña, donde se realiza un niple ranurado de un extremo y el otro ranurado para realizar la transición para poder roscar la válvula, aproximadamente de 30 cm que permita roscar la válvula.

**TABLA XVI: RESUMEN DE CÁLCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE GABINETES CLASE I**

Presión Total (Bar(psi) )	Caudal l/min(GPM)
9.39 (136,30)	1958.76 (517,45)

Fuente: Elaboración propia.

En el apéndice C se puede evidenciar, que se van considerando las pérdidas de presión por fricción y por altura, como sucede en los rociadores, la diferencia es que el caudal se va a conservar en los tramos debido a que no hay otras tomas que puedan consumir este. Se parte del hecho que la situación más crítica es en el tercer piso y se hace el análisis de las dos tomas funcionando en ese nivel, debido a que según la NFPA 14 se deben realizar el cálculo hidráulico con los dos gabinetes más demandantes. Es la situación más crítica porque es el punto más alejado de la bomba, por lo tanto, mayores pérdidas de presión y además es el caudal de ambas tomas de bomberos.

En el nodo 11 se está calculando una segunda toma, a partir de ahí se consideran los dos gabinetes clase I, por lo que a partir de ese punto se le suman 946.35 l/min (250 GPM) a los iniciales.

En el nodo donde está el primer gabinete, se calcula el primer Kequivalente que se obtiene con un caudal de 946.35 l/min (250 GPM) y de 6.89 Bar (100 psi), posteriormente entre el nodo 11 y 7 del tramo de tubería se hace el cálculo de otro nuevo k equivalente debido a que

ahí se agrega el caudal de la segunda toma de bomberos que se colocara por las escaleras de emergencia, se toma un caudal de 1892.7 l/min (500 GPM) y 6.89 Bar (100 psi), para calcular el nuevo k equivalente para conocer el caudal real que se va a desalojar, esto se debe a que la presión es más alta en este punto y va a proporcionar más caudal que los 946.35 l/min (250 GPM) que se evacuan en la toma de bomberos más lejana; se toman en cuenta las pérdidas de presión generadas por el cambio de altura. Posteriormente nos brinda un valor de 1958.76 l/min (517 GPM), por lo que estaría brindando un poco de caudal más en esa segunda toma cercana a las escaleras de emergencia. Al finalizar nos brinda una presión de 9.31 Bar (135.62 psi).

Los gabinetes se colocan en los medios de egreso, para el cálculo hidráulico se toman los dos gabinetes más demandantes o ubicados en la zona hidráulicamente más crítica, por lo que se utilizan las tomas de bomberos del tercer piso como las más demandantes, por estar ubicadas con mayor elevación, más lejanía de la bomba principal.

Al comparar la tabla XV y la tabla XVI, se puede observar los resultados de los dos cálculos hidráulicos de cada sistema, se puede deducir que el sistema más demandante es el sistema de gabinetes Clase I, con un caudal de 9.40 Bar (136.3 psi) y un caudal de 1958.76 l/min (517.45 GPM). Por lo que se debe seleccionar una bomba contra incendios de 1892.7 l/min (500 GPM) a 9.65 Bar (140 psi). El hecho de que se elija una bomba de 1892.7 l/min (500 GPM) se debe a que esos 66.05 l/min (17.45 GPM), la bomba puede operar a un porcentaje de 150% y lo que excede es un 3.49% la capacidad máxima, además que se puede comprar una bomba que este dentro de esa capacidad nominal mientras que no exceda ese 150% como se establece en la NFPA 20; otra razón es que la siguiente bomba en el mercado sería de 2839.05 l/min (750 GPM) y excede en gran porcentaje el caudal requerido, casi en un 33.3 % aproximadamente;

por lo que desde el punto de vista económico no es conveniente, mayor precio inicial, mayor consumo e hidráulicamente innecesario.

El segundo requisito según la NFPA 14 los gabinetes clase I, que, si se posee una vertical, en el diseño se logra observar que existe una vertical y otra que es un control de piso, la vertical es la que alimenta gabinetes y rociadores, la cual se le llama en la norma bajo el nombre de tubería vertical (“Stand Pipe” en inglés). Por lo tanto, en el diseño se tiene una tubería vertical y tres controles de piso, uno por cada nivel. Al solo poseer una tubería vertical debe poseer una bomba de 1892.7 l/min (500 GPM) en el caso de que existiera una segunda tubería vertical se necesitaría una de 2839.05 l/min (750 GPM) según la NFPA 14. Por otra parte, según la NFPA 14 por cada escalera de emergencia debe existir una toma de bomberos clase I y necesitaría una tubería vertical que alimente cada toma ubicada en cada escalera de emergencia. Para 3 tuberías verticales se colocaría una bomba de 3785.4 l/min (1000 GPM) y a partir de 4 verticales o más se coloca una de 4731.75 l/min (1250 GPM). (NFPA 14)

### **3.4.5 Casa de máquinas**

La casa de máquinas corresponde a la obra civil donde se ubican la bomba principal y bomba jockey con su respectivo panel cada una, sensores, motor de diésel, tanque de agua y de diésel, silenciador, baterías de bomba principal, válvula de alivio principal, manómetros, tanque de agua potable, válvulas y tuberías de casa de máquinas. Todos estos elementos se deben seleccionar y cumplir de acuerdo con la NFPA 20, deben ser listados UL; excepto los accesorios de la bomba jockey; sin embargo, en este proyecto se decide utilizar únicamente accesorios listados UL, debido a que el ahorro económico no es alto y podría generar confusión en el

instalador, que instale los accesorios no listados en otras partes del proyecto donde la norma lo prohíbe. Por lo que se toma esta decisión de que todos los accesorios deben ser listados.

### **3.4.5.1 Bomba principal contra incendios**

Las bombas de incendios deben tener succión positiva y centrifugas, cualquier tipo de bomba que se vaya a utilizar debe cumplir con este requisito. Al seleccionar una bomba de estas, no se necesita saber cuál es la bomba más eficiente como se hace normalmente en sistemas de agua potable, esto sucede por varias razones, una de ellas es que el sistema está diseñado para cumplir una presión y un caudal, como este se va a utilizar solo de manera esporádica cuando se hacen pruebas del equipo y en caso de un incendio si llegara a suceder, por lo que no es un tema determinante a la hora de seleccionar.

En el diseño mecánico, lo realmente importante a la hora de seleccionar es cumplir con la succión positiva, se considere las condiciones del espacio, mantenimiento y tipo de tanque que se va a trabajar.

La bomba seleccionada es de tipo turbina vertical marca Patterson®, tiene la capacidad de trabajar al 150% y al instalarse se debe sumergir el 80% de la bomba. La principal razón de su selección es por el espacio que tenemos es reducido y por consiguiente se elabora un tanque subterráneo, la única de las bombas posibles que nos permite esta opción y sin tener que hacer una casa de máquinas subterráneas, es la de turbina vertical.

Además, es una bomba que entrega mucha presión por ser multietapa, es una bomba con un precio un poco elevado en comparación con una bomba de carcasa partida común de un mismo caudal y presión, pero ese sobreprecio tiene una compensación con el ahorro económico que implicaría construir una casa de máquinas subterránea, la cual implicaría gastos como

sistema de extracción, bomba de achique para la lluvia, desniveles y humedad que daña los paneles, mantenimiento de más equipos y más consumo de electricidad.

Una ventaja que presenta la bomba seleccionada es que es la única forma de utilizar un tanque enterrado y una casa de máquinas en la superficie para los diseños de sistemas de supresión. La desventaja principal de las bombas de turbina vertical es su complejidad de brindarles mantenimiento y de reparar.

En la instalación de este tipo de bomba de turbina vertical, hay que tener especial cuidado con el acople entre el eje y el motor, esto debido a que debe tener un ángulo correcto aproximadamente a  $11^\circ$ , para que no existan problemas y no corra el riesgo de descalabrarse, por lo que se debe revisar en el mantenimiento.

La succión de una bomba, al colocar un vacuómetro (instrumento que mide la presión) marca menos de 3447.38 PA (-0.5 psi) significa que la bomba está mal instalada, porque no puede superar ese valor según la NFPA 20 y el Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios también establece este requerimiento. Al seleccionar una bomba sumergible, la succión siempre es positiva, por lo que no presenta este inconveniente.

La casa de máquinas subterránea no se considera una buena opción para el proyecto, se evita este tipo de edificación, porque esta clase de casa de máquinas genera mucha humedad y problemas asociados a ella (corrosión, fallos en tarjetas o dispositivos eléctricos...), realizar la obra civil subterránea tiene un costo más elevado que el habitual. Otra razón es porque la administración prefiere este tipo de tanque para brindar un mejor aprovechamiento del espacio.

### **3.4.5.2 Selección de tanque de abastecimiento**

El tanque seleccionado es subterráneo, para aprovechar mejor el espacio, por el precio elevado del m<sup>2</sup> de terreno en Santa Ana, además que se ubica en el parqueo actual que se encuentra a la intemperie, por lo que desea reducir en la menor cantidad posible el espacio de parqueos. Además, un tanque expuesto implicaría un mayor costo económico, en el mercado costarricense cuesta alrededor de un 200 % más que el subterráneo, el cual puede rondar en \$20 000 un tanque subterráneo y uno expuesto en \$60 000.

El volumen del tanque de abastecimiento se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Volumen del tanque} = \text{Caudal de la bomba} * 30\text{min} \quad (9)$$

$$\text{Volumen del tanque} = 500\text{gpm} * 30\text{min}$$

$$\text{Volumen del tanque} = 1500 \text{ galones} \quad (56.78 \text{ m}^3)$$

El Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios establece que se debe satisfacer el caudal de la bomba principal contra incendios por 30 min, el cual se demuestra en la ecuación 9, al ser un tanque subterráneo este no puede poseer una altura mayor a 3 m, con el objetivo de no afectar la operación del camión de bomberos por si necesitara succionar agua de la toma siamesa.

### **3.4.5.3 Selección del motor para la bomba principal**

El motor seleccionado es diésel, debido a la autonomía que brinda este tipo de bomba con este tipo de motor, no se selecciona una bomba eléctrica debido a que esta conlleva a un ahorro inicial en el precio de compra, pero se debe invertir en un generador que tenga la capacidad de soportar 200 veces el arranque de esa bomba, requisito necesario según la NFPA

20. Exigencia que encarece enormemente los costos y además que el generador en la gran mayoría de casos no puede ser compartido. Por lo que la bomba con motor diésel, va a cumplir y ahorra ese tipo de inconvenientes o sobre costos.

El motor tiene un calentador de camisas, por esa razón cuando la bomba está apagada, si se tocará el motor en la superficie estaría caliente, esta resistencia se encarga de mover el aceite y mantenerlo caliente, es principalmente para que la bomba arranque en cualquier momento y estar lista para cualquier situación inesperada. Y el motor no vaya a sufrir un desgaste o daño severo a través del tiempo, mediante pruebas o una emergencia real. Este tipo de motor debe llevar una válvula de alivio, porque es un motor diésel, el motor se puede sobre revolucionar y dañar.

El motor posee un rack de baterías, el cual posee dos unidades, es un sistema redundante, lo que quiere decir que una de las baterías esta por si la primera no funciona en el momento, cada batería está capacitada para que cada una pueda dar arranque al sistema de bombeo.

Los motores de combustible diésel, que se utilizan habitualmente en el mercado costarricense para incendios son Clarke® y Cummins®, se selecciona Clarke® por el posicionamiento tan fuerte que tiene en el mercado, por lo tanto, existe una mayor accesibilidad a los repuestos y brindan un ahorro económico en el diseño, además de su respaldo, eficiencia y calidad del producto.

#### **3.4.5.4 Panel y arrancadores de la bomba principal**

El panel posee dos arrancadores, los cuales también son un sistema redundante, que posee dos baterías 1 y 2, es un requisito según la NFPA 20 y además es necesario para poder ser listado, los accesorios de incendios deben cumplir con este requisito y el diseño desarrollado

lo posee. El panel tiene una única línea de monitoreo principal que mide la presión. Por otra parte, la bomba de incendios principal debe poseer 5 tipos de arranques, son 2 arranques a partir del panel mencionado anteriormente, dos arranques del motor y un arranque manual que normalmente es de tipo palanca.

### **3.4.5.5 Bomba jockey y panel**

En la casa de máquinas debe existir una bomba jockey como se mencionó anteriormente, la cual es una bomba de respaldo, es eléctrica, se tiene que colocar un panel para la bomba jockey, con una línea de monitoreo o detección (línea del sensor). El objetivo principal de este tipo de bomba es evitar falsas alarmas y mantener la presión del sistema. Es un tipo de bomba centrífuga multi-etapa, es una bomba que entrega bastante presión y poco caudal, por esta razón es ideal este tipo de bomba para la función que cumple en el sistema de supresión. La cual, si puede instalarse de una manera que tenga succión negativa sin caer en cavitación, es la única que se le permite, a diferencias de la bomba principal.

Al ser un sistema contra incendios, la bomba tiene que permanecer encendida, lista para cualquier emergencia y con el motor apagado. También se tiene un sistema de tubería húmeda, por lo que la tubería debe permanecer con agua y presurizada. Si la presión cae levemente por fugas, por cambios de temperatura, en caso de que exista una reducción en la temperatura y la tubería se contrae por lo que cambia la presión. En el caso de que la presión baje, la bomba jockey arranca e incrementa la presión, esta bomba maneja caudales de 18.93 l/min (5GPM) a 37.85 l/min (10 GPM), ya que está diseñada para suplir la presión y caudal perdido por una aparente fuga; si la presión decae en un rango de 6894.76 Pa a 103421 Pa (1 a 15 psi ), la bomba jockey va a suplir esa falta porque está configurada o programada a 103421 Pa (15 psi ) por encima de la presión nominal de la bomba principal.

En la situación particular que esa presión decrezca más 103421 Pa (15 psi) de la presión programada para la bomba jockey, arranca la bomba principal y esta no se va a apagar nunca de manera automática como lo hace cualquier bomba convencional, únicamente se va a poder apagar hasta que se acceda a la casa de máquinas y se apague manualmente. El sistema percibe este cambio en la presión del sistema, como que un rociador se activó de manera automática o un gabinete fue abierto o accionado, por lo que el sistema va a responder ante la emergencia.

Al poseer una capacidad tan baja de 18.93 l/min a 37.85 l/min (5 GPM a 10 GPM ), de 1% del caudal de la bomba principal, a una presión de 1068.69 kPa (155 psi), al accionarse un rociador, la bomba jockey por sí sola no va a poder brindar la capacidad requerida, la presión va a seguir cayendo, entonces es donde entra la bomba principal, esto ocurre de manera muy rápida que el cambio de presión es tan drástico que la bomba jockey va a intentar arrancar, pero pasará en cuestión de segundos directamente al otro panel y arranca la bomba principal.

La causa por la que la bomba jockey no va a responder a ese cambio de presión se debe a que el traductor de presión en el panel está configurado 103421 Pa (15 psi) por encima de la presión nominal, como se mencionó en párrafos anteriores, según establece la NFPA 20, por lo tanto, se va a detener cuando llegue a una presión de 1068.69 kPa (155 psi) mediante el sensor que va al panel. La bomba principal seleccionada según nuestro cálculo hidráulico tiene una presión nominal de 9.65 bar (140 psi), presión máxima demandada por el sistema de supresión en el peor de los casos (cuando se accionen los gabinetes clase I) va a ser un poco menor, por lo que la bomba jockey debe estar configurada precisamente a 10.69 bar (155 psi) o 10.34 bar (150 psi), pero este bomba jockey de fábrica puede llegar entre 1172.11 kPa a 1241.06 kPa (170 psi a 180 psi). El sistema debe estar presurizado a una presión de 1068.69 kPa (155 psi), como el transductor de presión no es algo inmediato, la bomba jockey puede llevar la presión unos

68.95 kPa (10 psi) más de los 1068.69 kPa (155 psi), cuando se detiene, en el caso particular que presente fugas o las pérdidas por contracción o expansión de tubería.

### **3.4.5.6 Mantenimiento de la casa de máquinas**

Las bombas de motor diésel, arrancan una vez por semana 30 minutos, las eléctricas arrancan una vez por semana 10 minutos; están programadas en el panel para que arranquen y se apaguen de manera automática, esto se debe hacer para cumplir con el requerimiento de la norma NFPA 20; el cual empieza a recircular el agua mediante la válvula de alivio y la tubería de recirculación. Por lo que el EMAI debe encargarse en que este procedimiento se cumpla.

Las bombas contra incendios se les debe proporcionar un mantenimiento mensual, el cual se establece los requerimientos en la NFPA 25 y se debe mantener una bitácora actualizada, la cual es sumamente importante para las aseguradoras en caso de un incendio, para poder hacer el uso de los respectivos seguros, no se profundiza mucho en el tema porque no es parte de los alcances de este proyecto, pero se hace la aclaración para que después de su posible ejecución se deba tomar en cuenta por parte de la institución.

### **3.4.5.6 Obra civil de la casa de máquinas**

La casa de máquinas debe estar ventilada el 50 % de las paredes por ventilación natural o poseer ventilación forzada, en el diseño se utiliza la opción de ventilación mediante “*louvers*” (rejilla que permite la inyección de aire del exterior y que protege la entrada de ciertos animales dependiendo el fabricante) en los muros, con el propósito de no utilizar ventilación forzada que nos implicaría un gasto económico y energético innecesario, al no ser subterráneo se vuelve conveniente la ventilación natural. (NFPA 20)



### 3.4.5.7 Selección del tanque de diésel

La capacidad del tanque se selecciona 1 galón por cada hp del motor de diésel, más un 5% de expansión y un 5% adicional de sólidos, como se muestra en la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad del tanque} = \text{cantidad de hp del motor} * 1 \frac{\text{gal}}{\text{hp}} * 1.10(10)$$

$$\text{Capacidad del tanque} = 88\text{hp} * 1 \frac{\text{gal}}{\text{hp}} * 1.10$$

$$\text{Capacidad del tanque} = 96.8 \text{ gal (366.43 l)}$$

El tanque que se selecciona es el inmediatamente mayor que hay en el mercado, por lo que se utiliza es uno de 454.25 l (120 galones). Entre más grande sea el tanque, mayor tiene que ser el dique de contención, el cual tiene que ser 150% de la capacidad del tanque seleccionado, como la capacidad es de 454.25 l (120 galones), se calcula y se obtiene de 681.37 l (180 gal). El dique se exceden las dimensiones del tanque, para evitar ponerle mamparas (lámina de algún material que evita derrames), normalmente son unas láminas de acero para impedir derrames hacía fuera, por esta razón el dique se exceden las dimensiones que superen las del tanque para evitar estos accesorios adicionales. El cuerpo de bomberos pone como requisito este tipo de mamparas, por eso en nuestro diseño se decide exceder y no se utilizan las mamparas.

En la parte superior del tanque de almacenamiento de diésel se coloca un rociador, porque bomberos los pide como requisito, esto principalmente es un método que se utiliza para proteger el tanque por exposición, en caso de que la casa de máquinas esté en peligro de incendio puede ayudar a que el tanque no empiece arder por radiación de un incendio próximo y se mantenga la temperatura del tanque lo más controlada posible, ya que el diésel al ser un material

combustible, el método del agua es un método de extinción poco conveniente porque puede esparcir el fuego.

Los requisitos y el dimensionamiento se expresan en la NFPA 20.

### 3.4.5.7 Dimensionamiento de tubería y accesorios de casa de máquinas

Los diámetros de la tubería se seleccionan mediante la siguiente tabla casa máquinas, esta se debe seguir con obligatoriedad, por lo que se utiliza esta tabla:

**TABLA XVII: RESUMEN DE INFORMACIÓN SOBRE BOMBAS CONTRA INCENDIOS CENTRÍFUGAS**

Certificación de la bomba (gpm)	Tamaños mínimos de tuberías (Nominal) (pulg.)							
	Succión <sup>a,b,c</sup>	Descarga <sup>a</sup>	Válvula de alivio	Descarga de válvula de alivio	Dispositivo de medición	Cantidad y tamaño de		Suministro de cabezal de manguera
						Válvulas de manguera	Conexiones sin rosca	
25	1	1	3/4	1	1 1/4	1-1 1/2	1-2 1/2	1
50	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/2	2	1-1 1/2	1-2 1/2	1 1/2
100	2	2	1 1/2	2	2 1/2	1-2 1/2	1-2 1/2	2 1/2
150	2 1/2	2 1/2	2	2 1/2	3	1-2 1/2	1-2 1/2	2 1/2
200	3	3	2	2 1/2	3	1-2 1/2	1-2 1/2	2 1/2
250	3 1/2	3	2	2 1/2	3 1/2	1-2 1/2	1-2 1/2	3
300	4	4	2 1/2	3 1/2	3 1/2	1-2 1/2	1-2 1/2	3
400	4	4	3	5	4	2-2 1/2	1-5	4
450	5	5	3	5	4	2-2 1/2	1-5	4
500	5	5	3	5	5	2-2 1/2	1-5	4
750	6	6	4	6	5	3-2 1/2	1-5	6
1000	8	6	4	8	6	4-2 1/2	1-5	6
1250	8	8	6	8	6	6-2 1/2	1-5	8
1500	8	8	6	8	8	6-2 1/2	1-5	8
2000	10	10	6	10	8	6-2 1/2	2-5 <sup>d</sup>	8
2500	10	10	6	10	8	8-2 1/2	2-5 <sup>d</sup>	10
3000	12	12	8	12	8	12-2 1/2	2-5 <sup>d</sup>	10
3500	12	12	8	12	10	12-2 1/2	3-5 <sup>d</sup>	12
4000	14	12	8	14	10	16-2 1/2	3-5 <sup>d</sup>	12
4500	16	14	8	14	10	16-2 1/2	3-5 <sup>d</sup>	12
5000	16	14	8	14	10	20-2 1/2	3-5 <sup>d</sup>	12

Fuente: (NFPA 20, 2019, p.29).

### 3.5 Sistemas de extintores portátiles

Los extintores se realiza un diseño de acuerdo con la NFPA 10, en el cual se establecen seis tipos de extintores, los extintores clase A, B, C, D, E y K, dependiendo de la clase de fuego que se puede originar en cada recinto, en el diseño se seleccionan los extintores de tipo ABC, esto porque cubre riesgo de equipos eléctricos energizados, materiales combustibles (madera, papeles) y cubre riesgo de materiales combustibles solventes. En el diseño se utiliza esta para todas las áreas por una sencilla razón, porque además de cubrir todas estas clases de fuego, es mucho más económico que seleccionar únicamente los extintores clase A, o extintores clase B o extintores clase C.

Los extintores clase A, normalmente tienen un agente extintor el cual es agua pulverizada, debe ser presurizado, descarga vertical y acero inoxidable por lo que eleva el costo. El de tipo B es de CO<sub>2</sub> y solo pocos proveedores lo recargan, de acero inoxidable y con costo elevado. Por lo que se elige el extintor ABC, que el agente extintor más común está elaborado mediante polvo químico seco. Según la NFPA 10 se debe recargar cada cuatro años y cambiar el existente. Según la Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios especifica que mientras el extintor este presurizado él no debe recargarse.

El extintor se debe colocar cada 15 metros de recorrido del lugar más lejano y hasta llegar al primer extintor, y deben estar espaciados a una distancia de 30 metros. Es muy usual que se cometa el error que el diseñador o instalador los coloque a una distancia de 30 metros todos los extintores, pero realmente es entre el recorrido, se coloca un extintor si el recorrido excede los 30 metros después del primer extintor, o sea 45 metros de recorrido, es que se coloca el siguiente extintor. No se debe colocar extintores por todo el edificio a los 30 metros a la redonda.

Por ejemplo, de la sala multiusos, la persona que esté en la esquina más alejada debe poder llegar a algún extintor y realizar un recorrido de máximo 15 metros.

El benemérito cuerpo de bomberos exige tener extintor a todo tipo de ocupación, porque esta es la primera medida de extinción del incendio que existe. Benemérito Cuerpo de Bomberos exige que cumpla con la NFPA 25, que mientras tengas presión el extintor puede seguir, esta norma es dedicada al mantenimiento de extintores, el cual no profundizaremos porque se sale de los objetivos del proyecto.

Las baterías de extintores, que es cuando se posee un extintor tipo A y un tipo BC, las baterías tienen una distancia de recorrida máxima de 21 metros, en el proyecto se prefiere por no optar por este tipo de configuración porque son pesados y esto podría ser un riesgo, valor económico más elevado y se vuelve ideal solo poner del tipo ABC. (NFPA 10, 2018)

### **3.6 Medios de egreso**

En la tabla V se muestra la cantidad de ocupantes posible, la cual nos brinda 516 personas de manera simultánea, por lo que según la NFPA 101 en el capítulo 3.2.1 las cantidades de medios de egreso, especifica lo siguiente:

- Si la carga de ocupantes es mayor a 500 personas y a la vez menor a 1000 ocupantes, el lugar requiere al menos 3 medios de egreso; al exceder el último valor deberá poseer 4 medio de egreso. (NFPA101, 2015, pp 89)

Al ser 516 debe cumplir la condición de 3 medios de egreso, sin embargo; al colocar un sistema de rociadores automáticos, la cantidad se disminuye a 2 medios de egreso como

requisito, por lo que de manera estratégica se coloca donde se tienen las escaleras de emergencia la tubería vertical.

En la siguiente tabla XVIII se evidencia como de manera simultánea el cuerpo benemérito de bomberos también especifica las mismas disposiciones:

**TABLA XVIII: RELACIÓN DE CARGAS DE OCUPANTES Y MEDIOS DE EGRESO**

Carga de ocupantes	Número de medios de egreso
Hasta 500 personas	No menos de 2
De 500 a 1000 personas	No menos de 3
Más de 1000 personas	No menos de 4

Fuente: (Bomberos de Costa Rica, 2013, p.154)

Al calcular las áreas se clasifican según la aplicación o para el uso que se da en ese espacio. La cantidad de personas que puede albergar la ocupación permite justificar la necesidad de al menos dos medios de egreso, los cuales se cumplen en el primer piso, en el segundo y tercer piso gracias a las nuevas escaleras de emergencia, donde sube la tubería vertical, el cual se coloca de manera estratégica en esta parte del edificio por esta razón.

## 4. Presupuesto del EMAI o Casa de la Cultura

### 4.1 Presupuesto del sistema de detección y notificación

Presupuesto resumen de sistemas de detección y notificación	Precio
Panel de control marca Simplex®.	€1 331 560,36
Sensores de temperatura, bases, módulos monitoreo.	€4 871 071,85
Tubería MT, cableado, y accesorios listados UL.	€18 693 422,59
Dispositivo de notificación de sirena con luz estroboscópica marca Simplex®.	€1 038 990,50
Estaciones manuales.	€88 664,43
Fuente auxiliar de poder “NAC”.	€578 272,44
Módulo de aislador direccionado.	€108 127,80
Mano de obra de luces y notificación.	€10 058 880,00
<b>Total</b>	<b>€36 768 989,97</b>

Fuente: elaboración propia.

### 4.2 Presupuesto del sistema de supresión

Presupuesto resumen de sistema de supresión	Precio
Conjunto de bomba principal, motor y tanque de diésel, paneles, bomba Jockey.	€51 298 212
Válvulas y tubería de casa máquinas.	€5 273 521
Extintores ABC marca Amerex®.	€1 047 397
Tubería en hierro negro.	€12 297 292
Tubería en PVC cédula C900,zanjeo y compactación.	€11 664 469
Obra civil casa de máquinas.	€9 037 740
Bloques de inercia.	€301 766
Tanque de agua potable enterrado.	€19 883 028
Soporte lateral y longitudinal antisísmico.	€1 844 287
Rociadores k 5,6 y accesorios UL.	€2 944 713
Gabinetes clase I, válvulas de control (válvula de mariposa indicadora, “check”, sensor de flujo). Toma siamesa y toma directa.	€5 945 025
Mano de obra de tubería, rociadores, válvulas, gabinetes.	€35 206 080
Mano de obra de casa de máquinas.	€3 743 064
<b>Total</b>	<b>€160 486 594</b>

Fuente: elaboración propia.

Los precios del presupuesto se consultaron en la empresa Tubo Cobre y otras empresas nacionales; la bomba se cotiza en Strong y Zebol. Se utilizaron muchos precios de lista,

cotizaciones de años anteriores de equipos idénticos o similares para brindar una aproximación más detallada del valor del proyecto. El tipo de cambio utilizado para el dólar es de ¢620 por cada dólar, esto debido que los precios brindados por la mayoría de proveedores son en dólares.

En el caso del presupuesto, se calcula con un factor de venta o de ganancia por la empresa que lo ejecutaría de un 30%, esto se hace con el objetivo que sea más acertado y que sirva como base, en caso de que el proyecto se llegara a ejecutar y entrara en una licitación, brindaría la posibilidad de evitar que se les cobre un sobrepeso entre otros inconvenientes.

El monto global del proyecto corresponde a ¢197 255 584 (\$318 154,7), es un proyecto que es sumamente elevado el costo, el sistema de supresión como era de esperarse es el de más valor económico, por la cantidad de elementos que necesita. Si el edificio quisiera contar con los requisitos que exige la NFPA debería apearse al diseño realizado. Al ser un sitio donde asisten tantos niños, personas adultas mayores, ser un espacio donde se realizan y puede aumentar la demanda de este tipo de eventos, tener un área aproximada de 2500 m<sup>2</sup>. Se debe considerar implementarse este tipo de sistema de supresión con gabinetes clase I y sistema de rociadores automáticos.

El presupuesto no contempla valores de tasación del CFIA, bomberos, seguros de construcción, honorarios relacionados del diseño y mantenimiento.

### 4.3 Plan de desarrollo e inversión del sistema contra incendios y plan de evacuación de emergencias en 4 años

En la siguiente ilustración XVII, se especifica una propuesta del plan de ejecución del proyecto, en caso de una ejecución, esto se debe a que, al ser una institución pública, tienen un presupuesto limitado por año, el cual se aprueba en los meses de setiembre y octubre por la Contraloría General de la República, el cual tiene un tiempo de vigencia del 1 de enero al 31 de diciembre del año siguiente a su aprobación. Por lo tanto, se propone lo siguiente:



ILUSTRACIÓN XVII: PLAN DE DESARROLLO Y EJECUCIÓN DEL DISEÑO DIVIDIDO EN 4 AÑOS.  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

En el primer año se debe contratar un ingeniero a cargo con amplia experiencia en este tipo de sistemas, para que se encargue de analizar las ofertas y cambios que puedan existir en la edificación, los cuales pueden alterar el diseño y que se deban realizar algunas modificaciones, se debe encargar de analizar las ofertas y que lo ofrecido cumpla a cabalidad con las necesidades del EMAI.

Por otra parte, se debe implementar el Plan de Evacuación de Emergencias en el mismo año, el cual ya cuenta con profesionales y un departamento capacitado para la ejecución de dicho plan, al ser una municipalidad la capacitación de la brigada la brindaría la Cruz Roja costarricense sin ningún costo. Por lo que, se debería invertir únicamente ₡1 800 000 para la impresión de los planos de estoy aquí visualizados en el apéndice E con su respectivo marco de protección o gabinete. Debido a que el Plan de evacuación de Emergencias se elabora en este proyecto (en el capítulo siguiente se muestra) y no representa ningún costo.

En el segundo año se desarrolla el sistema de detección y notificación, el cual tiene un valor de ₡36 768 989,97, por lo tanto, esto nos brindaría la posibilidad de proteger al EMAI y con una inversión menor de aproximadamente un 19%, alertar al usuario de una manera temprana en caso de un incendio. Este mismo año se debe construir el tanque de agua potable enterrado que significa un 10% de la obra para poder diluir el presupuesto del sistema de supresión. Para culminar el segundo año con un 29% del presupuesto total utilizado.

En el tercer año se recomienda realizar la inversión de la casa de máquinas, obra civil, conjunto de bomba principal, bomba jockey, motor y tanque de diésel, panel de la bomba jockey y principal, silenciador, válvulas de alivio, y tubería de casa de máquinas, manómetros y la instalación de los dispositivos mencionados anteriormente, para que ya cuente con un sistema de supresión, además de los extintores portátiles, para su extinción del fuego.

En el cuarto año se finaliza el diseño con la colocación del sistema de rociadores automáticos y quedaría el edificio completamente protegido ante cualquier catástrofe.

#### **4.4 Leyes contempladas en el diseño contra incendios**

Las leyes que hay que tomar en cuenta para la implementación del sistema contra incendios; primeramente la ley número 8228, establece las potestades del Benemérito Cuerpo de Bomberos, brindándole la potestad para establecer la normativa y requerimientos técnicos con los que debe contar cada establecimiento con la creación del Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios, en donde se establecen requisitos y se basa en las normas internacionales, las cuales se establece en el manual que se debe apegar rigurosamente a cada una de ellas, las que mencionaremos a continuación:

- ✓ NFPA 1.
- ✓ NFPA 101.
- ✓ NFPA 10.
- ✓ NFPA 13.
- ✓ NFPA 14.
- ✓ NFPA 20.
- ✓ NFPA 22.
- ✓ NFPA 24.
- ✓ Reglamento nacional de protección contra incendios versión 2020.

Las normas mencionadas anteriormente, son las establecidas en dicho manual, por lo que se especifica las normas de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego, que rige a nivel internacional.

#### **4.4 Solicitud de un hidrante**

La municipalidad de Santa Ana, para solicitar un hidrante debe hacerlo al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AYA), para lo cual debe realizar una carta u oficio solicitando el hidrante, el cual debe cumplir con lo siguiente:

- ✓ Colocar las razones por las cuales se desea solicitar el hidrante, por lo tanto, se debe colocar que la municipalidad desea desarrollar un sistema de protección contra

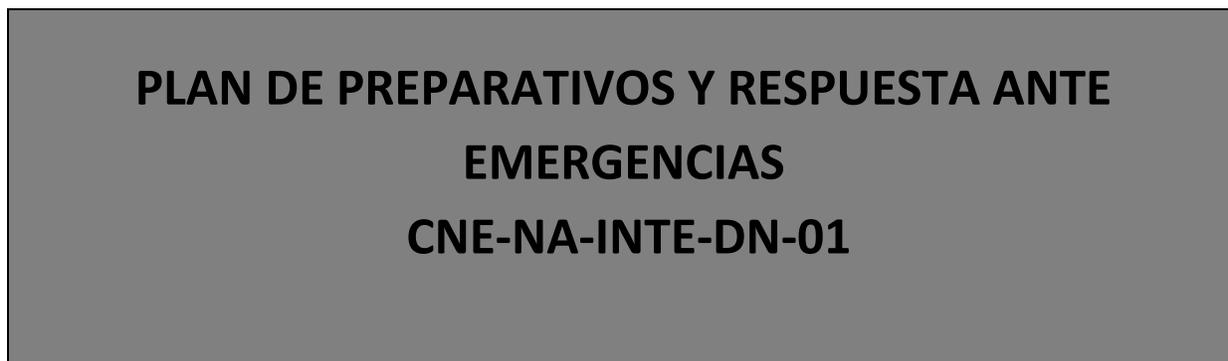
incendios, además especificar que la distancia del hidrante existente a la toma siamesa no cumple con lo requerido.

- ✓ Debe realizarlo un funcionario de la municipalidad, preferiblemente algún ingeniero, ya sea el que se contrate para el desarrollo de la obra o alguno que posea en planilla. Debe ir firmado por la persona.
- ✓ Enviar la carta al AyA mediante correo electrónico al departamento de hidrantes o al encargado de gestionar este trámite en específico.

Una vez enviado el correo al AyA, estos se encargan de gestionar con el departamento de ingeniería del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, estos mismos se encargan de realizar un análisis técnico mediante visitas al lugar, en caso de brindar su visto bueno al AyA, este procede a instalar el hidrante. Es un trámite que dura en un lapso de 22 a 30 días en promedio y no tiene ningún costo al realizarse de esta manera.

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	<b>Código: JPM-01</b>		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión: 1</b>

## 5. Plan de Evacuación de Emergencias de la Casa de la Cultura o EMAI



Elaborado por:

José David Picado Méndez  
Ing. Mecánico

**Abril, 2021.**

**SANTA ANA CENTRO, SANTA ANA, SAN JOSÉ, COSTA RICA.**

	<h1>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</h1>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

Este documento ha sido elaborado José David Picado Méndez, Ingeniero Mecánico; con la supervisión de Katherine Acuña Ugalde (profesional en Asesor en Salud Ocupacional) y Emilia Jiménez Jiménez, MSc. Ingeniera Civil, propiedad intelectual del profesional, del EMAI y UCR, donde éstos últimos ostentan todos los derechos de edición, publicación y difusión del material aquí consignado que no puede ser reproducido en todo o en parte con fines comerciales ajenos al propósito de emisión de este manual (elaborado según los lineamientos del nuevo Reglamento General a la ley para la Gestión Integral de Residuos del Ministerio de Salud).

## 5.1 Información general de la Casa de la Cultura

### 5.1.1 Datos generales

**Nombre del lugar:** Escuela Municipal de Artes Integradas (EMAI), Santa Ana.

**Ubicación:** Santa Ana Centro, Santa Ana, San José.

**Actividad:** Clases y presentaciones de danza, artes, teatro y expresiones culturales.

**Razón Social:** Escuela Musical y Artes Integradas (EMAI), Santa Ana.

**Administrador(a):** Patricia Madrigal Porras.

**Propietario:** Municipalidad de Santa Ana.

**Teléfono:** 2203-5822.

**Correo:** [patriciamadrigal@emai.cr](mailto:patriciamadrigal@emai.cr)

**Tipo de jornada:**

Mixta: de lunes a sábado de 7am a 9 pm.

**Número promedio de trabajadores:** 8 trabajadores municipales y 25 profesores, 3 oficiales de seguridad privada, por día.

**Número promedio de visitantes (estudiantes, proveedores y otros):** 500 por día.

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>			Código: JPM-01
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Rige a partir de: Abril, 2021	Versión: 1

### 5.1.2 Actividades que desarrolla la Escuela Municipal de Artes Integradas

A continuación, se brinda una descripción general de las actividades realizadas en cada una de las áreas que integran la Escuela Municipal de Artes Integradas, de ahora en adelante EMAI, a efectos de brindar un panorama general de su funcionamiento.

El EMAI es un lugar que posee una carga ocupacional habitual de 36 personas, pero además asisten al día un promedio de entre 500 a 600 personas, como niños, adultos mayores, jóvenes y adultos para recibir clases de danza, teatro, música, artes plásticas y artes industriales, tejido, cursos de robótica, yoga. Además, es un centro donde se realizan eventos y presentaciones artísticas las cuales son abiertas al público general, por lo que podría aumentar su carga ocupacional en estos eventos, los cuales rondan entre 200 a 250 personas.

Es una institución reconocida por el Ministerio de Educación Pública como escuela Municipal, el edificio actual se construyó en el 2010. La institución se dedica a la enseñanza de artes plásticas, danza, teatro y música a muy bajo costo, no hay restricción en las edades de los estudiantes. En el lugar se realizan las siguientes actividades:

- ✓ Actividades culturales.
- ✓ Festivales de música.
- ✓ Exhibiciones de arte (pintura y plástica).
- ✓ Conversatorios.
- ✓ Reuniones.
- ✓ Charlas.
- ✓ Cursos de música y arte en general.
- ✓ Cursos de robótica, tejido, yoga y actividades dinámicas para rescatar a la sociedad.

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>			Código: JPM-01
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Rige a partir de: Abril, 2021	Versión: 1

El sitio cuenta con una estructura administrativa, la cual está organizada de la siguiente manera:

- ✓ Administrador (a): brinda atención a los estudiantes y visitantes, supervisa y dirige el lugar, organiza y planifica las clases, horarios y las inscripciones.
- ✓ Director: participan en la administración del lugar.
- ✓ Personal: Recepcionista, oficial de seguridad, personal de mantenimiento, profesores y personal encargada(o) de la limpieza.

### 5.1.3 Población

La Escuela Municipal de Artes Integradas es propiedad de la Municipalidad de Santa Ana, cuenta con un total aproximado de 6 trabajadores directos y algunos servicios son subcontratados, en horario normal, por las mañanas, la ocupación en las instalaciones es de 150 estudiantes de todas las edades y acompañantes, profesores dependiendo de la clase establecida y el personal administrativo, y en horario por la tarde noche la ocupación es de 350 a 450 estudiantes de todas las edades y acompañantes, profesores dependiendo de la clase establecida y el personal administrativo. Se tiene personal de limpieza y de mantenimiento durante el horario de la mañana.

En la tabla XIX **POBLACIÓN EN LA ORGANIZACION POR DIA**, se resume la cantidad de estudiantes y acompañantes, trabajadores, que pueden permanecer en las instalaciones del lugar por día y se describe además algunas características importantes a tomar en cuenta para el presente **Plan de Preparativos y Repuesta Ante Emergencias**.

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>			Código: JPM-01	
	<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Rige a partir de: Abril, 2021	Versión: 1	

**TABLA XIX: POBLACIÓN EN LA ORGANIZACIÓN POR DÍA**

Tipo de ocupante	Total	Sexo		Edad		Condición de discapacidad	Tiempo de permanencia
		Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres		
Profesores	25	10	15	23-70 años	23-70 años	No	7am a 12md o 1 pm a 9pm
Administrativo, aseo, Seguridad y Mantenimiento	8	6	5	30-50 años	30-50 años	No	7am a 4pm o 2pm a 9pm
Estudiantes y acompañantes	600	250	350	3 a 80 años	3 a 80 años	No	8am a 12md o 1pm a 9pm

El EMAI maneja como parte de su dinámica diaria el control de asistencia de los visitantes, alumnos y acompañantes, esto con el fin de llevar el control de los ocupantes por día mediante una bitácora que lleva el oficial de seguridad.

El EMAI pretende implementar a corto plazo una ficha del personal y estudiantes donde se llevarán datos personales, de salud y de contactos en caso de emergencias (ver anexo A.1). Esta ficha control será utilizada en caso de que, a algún estudiante o profesor, le suceda una emergencia y se requiera tener a la mano datos para los equipos de primera intervención que atienda la emergencia o bien si se requiera contactar a algún familiar.

#### **5.1.4 Características de las instalaciones**

El EMAI, ubicado en Santa Ana, cuenta con instalaciones apropiadas para el desarrollo de sus actividades, el edificio está fabricado de:

- ✓ Pisos de cerámica y madera.
- ✓ Paredes de concretos y mixtos.
- ✓ Columnas de acero y concreto
- ✓ Ventanas abatibles con marcos de aluminio.
- ✓ Puertas de vidrio temperado, varilla de acero y tubo industrial, doble puerta con forro de “plywood”, con malla ciclón y marco de metal; de madera.
- ✓ Barandas de tubo industrial.
- ✓ Piezas de hierro y madera.

Los materiales con los que está elaborada la construcción de la institución brindan seguridad ante cualquier emergencia, sin embargo, se debe considerar que el edificio es de tres pisos. El propietario debe determinar a mediano plazo con ayuda de un ingeniero civil o estructural la calidad de los materiales de construcción, antigüedad, entre otros. Esto con el fin de certificar la seguridad estructural del edificio y realizar las mejoras pertinentes si fuera el caso.

Tal y como lo establece el Reglamento General de Seguridad e Higiene del trabajo y Reglamento de Construcciones del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo N° 6306, se analizaron las condiciones constructivas en las que se encuentran las instalaciones, observándose lo siguiente:

#### **5.1.5 Área y volumen**

El EMAI cuenta con dimensiones en área y volumen adecuadas en la mayoría de los casos, las aulas siempre están por debajo de los factores de carga de los ocupantes máximos de acuerdo con la tabla XX: Cálculo de máxima cantidad de ocupantes del EMAI plan de

		<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>		<b>Código:</b> JPM-01
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Rige a partir de: Abril, 2021	Versión: 1

emergencias, basado en la NFPA 101 y la altura de los techos es más de tres metros. Los pisos y superficies de trabajo están contruidos con materiales resistentes, fáciles de asear y antideslizantes. En general las paredes del edificio están contruidas de material resistentes, en buen estado, de fácil limpieza y mantenimiento.

**TABLA XX: CÁLCULO DE MÁXIMA CANTIDAD DE OCUPANTES DEL EMAI, BASADO EN LA NFPA 101 PLAN DE EMERGENCIAS**

Piso	Lugar	Clasificación	(m <sup>2</sup> /persona)	Área (m <sup>2</sup> )	Cantidad de personas
3	<b>Auditorio</b>	Uso concentrado sin asientos fijos	0,65	208,2	<b>320</b>
3	<b>Aulas Tercer Piso</b>	Talleres laboratorios	4,6	196,2	<b>43</b>
2	<b>Aula de danza</b>	Talleres laboratorios	4,6	193,6	<b>42</b>
2	<b>Aula de artes y computadoras</b>	Talleres laboratorios	4,6	247,5	<b>54</b>
1	<b>Área de exhibición</b>	Galerías	9,3	93,3	<b>10</b>
1	<b>Bodega de Instrumentos</b>		0	89,2	<b>0</b>
1	<b>Recepción</b>	Cantidad Real	4	16,3	<b>4</b>
1	<b>Oficinas</b>	Cantidad Real	6	28,9	<b>5</b>
1	<b>Mural</b>	Uso menos concentrado sin asientos fijos/ escenarios	1,4	45,5	<b>33</b>
1	<b>Cafetería y bodega</b>	Cocinas reunión pública	9,3	54,6	<b>6</b>
<b>Total</b>					<b>516</b>

Fuente: Elaboración propia.

	Reunión publica
	Educativo
	Cantidad de personas real

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>			<b>Código:</b> JPM-01
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

En la tabla XX: Cálculo de máxima cantidad de ocupantes del EMAI, basado en la NFPA 101 plan de emergencias, que se encuentra en el Reglamento de Construcciones del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo N° 6306, especifica que se debe basar el cálculo en lo que establece el Cuerpo de Bomberos, por lo que se verifica la similitud con lo establecido en la NFPA 101, debido a que el Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios, se basa y acoge los requerimientos técnicos de las diferentes NFPA; por lo que se decide utilizar la NFPA 101 para que cumpla con lo requerido por la ley costarricense y a nivel internacional mediante la NFPA.

### 5.1.6 Pasillos

Los pasillos del primer, segundo y tercer piso en su mayoría cuentan con dimensiones adecuadas (1.8 m) para el flujo de los estudiantes, visitantes y trabajadores del lugar que se encuentran en esa área, el cual conduce hacia las escaleras y ascensor, el área de tránsito hacia las puertas de salida es un espacio libre y seguro para el tránsito de los ocupantes. De acuerdo con la ley al ser un tipo de ocupación mixta (educacional y reunión pública) cumple con los 1.8 m de sitios educacionales exigidos en el Manual de Disposiciones Técnicas sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, debe poseer un ancho mínimo que permita el flujo de la cantidad de ocupantes y poseen en su gran mayoría un ancho de 1.8 m, precisamente es el ancho de las puertas dobles que se encuentran en las repetidas ocasiones en el edificio, en algunos casos es menor, poseen 1.6

	<h1>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</h1>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS</b> <b>CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

metros aproximadamente, esto se debe por las columnas o esculturas ubicadas cerca de los pasillos. Por lo tanto, al no tener reducciones de la descarga de las puertas, permite el paso de tres personas por segundo, esto se obtiene al calcular que una persona necesita 60 cm y 1 segundo para salir por una puerta. El lugar debe ser capaz de evacuar a todas las personas en 3 minutos, por lo que está en la capacidad de evacuar 540 personas en esa cantidad de tiempo, cumpliendo con la capacidad del edificio.

Los pasillos que convergen a la salida que comunica la vía pública suman ambos 3.6 m, por lo que la salida principal cubre de manera efectiva con 4.5 m, superando lo requerido.

Los corredores sin salida no deben exceder los 610 cm de acuerdo con el Manual de Disposiciones Generales sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios, el cual en el segundo y tercer piso posee un pasillo sin salida de 26 m aproximadamente, por eso se recomienda las escaleras del extremo Oeste. La distancia de recorrida a la salida no debe superar los 61 m cuando no está protegida por un sistema de rociadores automáticos, esta aumenta a 76 m como máximo, en ninguno de los casos se supera esta distancia.

### **5.1.7 Puertas y escaleras.**

En el primer, segundo y tercer nivel del edificio se pueden encontrar que todas puertas se comunican directamente con los pasillos hacia la salida principal, la ruta de evacuación que siguen es por las escaleras de emergencia hacia el primer nivel. Las puertas principales en

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

general son las adecuadas tienen un ancho libre mayor de 1.8 m el cual es el mínimo establecido por la ley, en la fachada principal del edificio existe una cortina metálica que en horario de operación permanece abierta, cuentan con dimensiones apropiadas de un ancho de 4.5m aproximadamente, también encontramos cortinas metálicas de seguridad en el área de recepción, estas se encuentran cerradas únicamente durante la hora de almuerzo y el horario de cierre de clases. Como se mencionó anteriormente las puertas están en capacidad de evacuar a las personas en el edificio sin ningún problema, mientras no existan obstrucciones en ellas o se encuentren cerradas.

Las escaleras están construidas de material adecuado, la escalera principal o de acceso a los diferentes niveles tiene una forma semicircular, posee varios descansos y tiene un ancho de 134 cm, el ancho mínimo de las escaleras no debe ser menor a 120 cm, por lo que cumple este requerimiento de acuerdo con la ley.

El Reglamento de Construcciones del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo N° 6306, indica que la altura de las contrahuellas no debe ser mayor 17 cm; la escalera debe tener una profundidad de huella no menor de 30 cm, para una porción del ancho de la escalera de 120 cm suficiente para proveer capacidad de egreso para la carga de ocupantes, las barandas deben estar a ambos lados y a una altura de 90 cm medidos desde el piso; respecto a las dimensiones de la escalera semicircular tenemos que esta posee:

	<h1>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</h1>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

- ✓ Profundidad de huella: 32 cm.
- ✓ Contra huella: 16cm.
- ✓ Ancho mínimo de escalera: 1.34 cm (en promedio).
- ✓ Altura de baranda: está a 1 m incluido el ancho del pasamanos. Existe barandas a ambos lados.

En las escaleras principales cumple con lo estipulado en el Reglamento de Construcciones del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo N° 6306.

Las escaleras de emergencia, según las recomendaciones de la NFPA 101, debe cumplir las siguientes características:

**TABLA XXI: ANCHO DE ESCALERAS DE EMERGENCIA, DEPENDIENDO DE CANTIDAD DE OCUPANTES**

<b>Carga total de ocupantes acumulada, asignada a la escalera</b>	<b>Ancho</b>	
	<b>pulg.</b>	<b>mm</b>
<2000 personas	44	1120
≥2000 personas	56	1420

Fuente: (NFPA 101, 2018, p.71)

El Código de Seguridad Humana (NFPA 101), indica que la altura de las contrahuellas no debe ser mayor 20.5 cm; la escalera debe tener una profundidad de huella no menor de 23.5 cm, para una porción del ancho de la escalera de 112 cm suficiente para proveer capacidad de egreso para la carga de ocupantes, las barandas deben estar a ambos lados y a una altura de 90 cm medidos desde el piso y por debajo de 114 cm; respecto a las dimensiones de la escalera de emergencia tenemos que esta posee:

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>			<b>Código:</b> JPM-01
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

- ✓ Profundidad de huella: 37 cm, cumple con lo especificado.
- ✓ Contra huella: 17 cm, la primera contra huella mide 25 cm, cumple con lo especificado excepto el primer escalón.
- ✓ Ancho de escalera: 118 cm, cumple con lo estipulado.
- ✓ Altura de baranda: está a 1.06 m incluido el ancho del pasamanos. Cumple con lo estipulado y se encuentra a ambos lados.

Las escaleras tipo caracol que brindan acceso al cuarto de sonido en el tercer piso, según el Cuerpo Benemérito de bomberos donde la carga de ocupantes sea menor a 3 ocupantes, que es la carga considerada para este recinto, el ancho libre no debe ser menor a 65 cm, la altura de la contra huella no debe exceder los 24 cm, los escalones deben tener una profundidad de 19 cm medidos a 30.5 cm desde el borde más angosto, poseer pasamanos a ambos lados de la escalera, por lo que se tiene lo siguiente:

- ✓ Profundidad de huella: 15 cm, no cumple con los 19 cm medidos a 30.5.
- ✓ Contra huella: 17 cm, cumple al ser menor de 24 cm.
- ✓ Ancho de escalera: 60 cm, no cumple con los 65 cm mínimos.
- ✓ Altura de baranda: cumple, debido a que esta a 96 cm incluido el ancho del pasamanos. Hay barandas a ambos lados.

En estas gradas tipo caracol se recomienda tomar las medias del caso para evitar un accidente de manera urgente, para cumplir los requerimientos mínimos.

Se recomienda implementar unas gradas de emergencia adicionales en el lado Oeste, debido a que la ley específica que deben tener 2 a ambos lados del edificio, para proporcionar una evacuación más rápida. Por la longitud del edificio puede ser mucha distancia de recorrido.

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	Código: JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Rige a partir de: Abril, 2021	Versión: 1

### 5.1.8 Salidas de emergencias.

El edificio es bastante abierto con buena ventilación natural, cuenta con dos salidas de emergencia, están ubicadas en el área que evacuan las escaleras de emergencia hacia el final del pasillo lado Este del segundo y tercer piso, estas salidas son libres no poseen ninguna puerta, tienen un ancho de 1.8 m, actualmente no se encuentran rotuladas (salida de emergencia), se recomienda en un corto plazo se coloque la rotulación adecuada según la norma técnica.

En el primer piso, existen espacios abiertos que conducen al punto de reunión, estos dos espacios se consideran como la salida de emergencia del primer piso, la primera ruta va desde el vestíbulo hacia la zona verde; la segunda ruta se ubica por el pasillo en la zona de exhibición hacia la zona verde. Se recomienda rotular de manera adecuada según la norma técnica.

Las puertas de salida hacia la ruta de evacuación deben permanecer siempre libre de obstáculos y no pueden estar cerradas con llave. Condición que si cumple el edificio debido a que siempre las puertas desde el ingreso a las aulas del primer, segundo y tercer nivel están despejadas y abiertas en su horario de operación. Las de las aulas deben permanecer abiertas o cerradas, pero sin seguro de llave.

### 5.1.9 Techos y entrepisos.

Los techos y entrepisos están construidas de material resistente y apropiado para garantizar ambientes adecuados y seguros, estos permiten aislar el calor con una resistencia por

	<h1>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</h1>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS</b> <b>CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

el tipo de cielo raso y la losa, de aproximadamente 2.5 horas. Además, están a una altura adecuada.

Al ser una institución de reunión pública debe cumplir que la altura de sus techos no debe ser menor a 3 m, el cual todos los pisos se cumple este requisito teniendo una altura entre pisos del primero y segundo nivel de 3.5 m, entre el segundo y tercer piso de 3.6 m, por último, entre el tercer piso y el techo de 5.5 m.

#### **5.1.10 Electricidad.**

El sistema eléctrico funciona adecuadamente, no se aprecian cables sin entubar o en malas condiciones de instalación, sin embargo, se recomienda a mediano plazo una inspección con un electricista certificado, que evalúe el estado de las instalaciones eléctricas internas para verificar que estas también estén entubadas y funcionando adecuadamente según la Reforma Reglamento de Oficialización del Código Eléctrico de Costa Rica para la Seguridad de la Vida y de la Propiedad (RTCR 458:2011). Se recomienda señalar y numerar las cajas de disyuntores termo magnéticos (“*breaker*”), colocando en cada disyuntor termo magnético una identificación del área que alimenta ese dispositivo, llevar un control de limpieza y mantenimiento de estos, en caso de que no se contara con este tipo de control.

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	Código: JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Rige a partir de: Abril, 2021	Versión: 1

**5.1.11 Otras condiciones no estructurales importantes para tomar en cuenta de las instalaciones presentes y que establece el reglamento serian:**

**5.1.12 Ventilación.**

La ventilación del edificio es la adecuada según los espacios, tanto el primer, segundo como tercer piso, cuentan con ventilación natural suficiente. El lugar es muy abierto, las entradas de aire fresco son muy grandes y lugares por donde se transmite.

**5.1.13 Temperatura y humedad.**

La temperatura y humedad de las áreas es la adecuada según el área y la actividad, los ocupantes cuentan con sistemas de ventilación natural para lograr el confort térmico apropiado. No se descarta el uso de abanicos en algunas áreas para lograr un mejor confort térmico. La elevada cantidad de capacidad de aire fresco que puede insertar el edificio permite que los ocupantes puedan tener un ambiente más sano donde la humedad relativa no causa un inconveniente o es influyente para la proliferación de hongos, virus y bacterias.

**5.1.13.1 Iluminación.**

Se cuenta con áreas bien iluminadas tanto de forma natural como artificial gracias a las luminarias que posee y las ventanas del diseño, no existe iluminación refleja ni directa.

**5.1.13.2 Frente mínimo.**

	<h1>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</h1>	<p>Código: JPM-01</p>		
<p><b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS</b> <b>CNE-NA-INTE-DN-01</b></p>				
<p>Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico</p>	<p>Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde</p>	<p>Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde</p>	<p>Rige a partir de: Abril, 2021</p>	<p>Versión: 1</p>

El frente mínimo para este tipo de establecimiento es de 16 m, esto porque puede aumentar la carga de ocupantes, se toma de 750 personas o más, como este edificio tiene un frente de 45 m aproximadamente, cumple hasta el más restrictivo.

### 5.1.13.3 Vestíbulo.

El vestíbulo destinado por el lugar debe cumplir con 0.15 m<sup>2</sup> por persona, el EMAI posee un vestíbulo de 20 m<sup>2</sup>, por lo que posee la capacidad de 133 personas, lo cual puede ser bastante pequeño por las actividades y cantidades de personas que asisten a sus eventos, se recomienda tomar las medidas del caso y cumplir con la capacidad máxima. La ubicación si está acorde con lo exigido, comunica con los pasillos y esta cierta cantidad de metros de la vía pública.

## 5.2 Valoración del riesgo

El EMAI al ser una actividad dedicada a la enseñanza de artes plásticas, musicales, danza y teatro de manera grupal o individual no representa serias amenazas implícitas, sin embargo, se pueden prever situaciones diversas de condiciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgos internos, así como externos. Dichas condiciones pueden representar consecuencias importantes tanto para las instalaciones del lugar como para los ocupantes en caso de una emergencia, se deben de considerar y analizar ampliamente para determinar las medidas de control necesarias.

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

Para valorar el riesgo, se tomaron en cuenta las siguientes variables: ubicación, actividad, ocupantes, instalaciones, dispositivos de emergencias, cuerpos de socorro, accesibilidad, amenazas, tipos de riesgos y emergencias.

### 5.3 Amenaza y vulnerabilidad

La probabilidad de que ocurra un evento o daño en el lugar está determinada por los tipos de amenazas y la vulnerabilidad existente, las amenazas pueden ser clasificadas como externas e internas. A nivel externo se analizaron amenazas naturales, ambientales, de los alrededores y sociales. A nivel interno se analizó las diferentes amenazas por zona de trabajo, ocupación, estructural y eléctricas. En la tabla XXIII, Amenazas-vulnerabilidad-riesgo nivel externo e interno del EMAI, se esquematiza las amenazas existentes.

#### 5.3.1.1 Nivel externo

El EMAI está ubicado en el cantón de Santa Ana, lugar que, debido a su topografía y a diversos factores geográficos de sus alrededores, se deben analizar y tomar en cuenta, entre las amenazas naturales, tenemos:

#### **Amenazas hidrometeorológicas**

El Cantón de Santa Ana posee una red fluvial bien definida, la misma cuenta con un grupo de ríos y quebradas que son el punto focal de las amenazas hidrometeorológicas del

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

cantón, dicha red está compuesta principalmente por río Corrogres y red pluvial. (Santa Ana Descripción de Amenazas, n.d.)

Los ríos y quebrada mencionados anteriormente han disminuido el periodo de recurrencia de inundaciones durante un año, esto se debe a que se ha dado la ocupación de planicies de inundación, el desarrollo urbano de forma desordenada y sin ninguna planificación. Por otra parte, la mala práctica de lanzar desechos sólidos a los ríos provoca la reducción de la sección hidráulica y desbordamientos de ríos, esto por la cercanía de casas a los ríos. (Santa Ana Descripción de Amenazas, n.d.)

Las inundaciones son un problema de alto riesgo que sufre el Cantón, podemos catalogar dicha amenaza como probable. Se debe mantener una vigilancia constante de los causes de estos ríos, la acumulación de desechos sólidos en los mismos y fuertes aguaceros, pueden cambiar la dinámica de los ríos y generar una emergencia.

### **Amenazas geológicas**

#### **Eventos sísmicos**

El cantón de Santa Ana se localiza en el sur del Valle Central que muestra la mayor tasa de actividad sísmica de los últimos años. El cual fue responsable del evento del 22 de diciembre de 1990 (sismo de Puriscal y Piedras Negras). Por otra parte, la actividad Cocos-Caribe podría causar un daño significativo sin alcanzar daños extremos.

	<h1>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</h1>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS</b> <b>CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

En el caso de que suceda un evento sísmico superficial cercano al cantón de Santa Ana, lo que es el centro y sus alrededores, al poseer aluviones y suelo volcánico poco compacto, se pueden presentar las fracturas de terreno. La parte del cantón Norte es la más vulnerable a este tipo de eventos. Los deslizamientos tienen mayor problemática en la zona Sur del cantón, al poseer suelos arenosos, volcánicos muy alterados y de fuerte pendiente.

Los eventos de este tipo, la edificación al estar ubicada en el centro de Santa Ana, pueden significar un problema porque los alrededores podrían sufrir de este tipo de eventos y afectar de manera indirecta, en cuanto al colapso o cierre de vías, situación de alerta en el cantón y el traslado de los estudiantes a sus hogares entre otras.

#### **Deslizamientos (inestabilidad de terrenos):**

En cuanto a los deslizamientos el edificio del EMAI, tiene una afectación indirecta por los deslizamientos del cerro Tapezco y del Picadero.

Estos deslizamientos producen flujos de lodo en los ríos Uruca y Corroges respectivamente. La afectación indirecta de estos deslizamientos puede provocar colapso de la red vial hacia el EMAI, y afectación directa a algunos estudiantes o docentes que vivan en el área de influencia de estos deslizamientos.

	<h1>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</h1>	<p>Código: JPM-01</p>		
<p><b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS</b> <b>CNE-NA-INTE-DN-01</b></p>				
<p>Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico</p>	<p>Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde</p>	<p>Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde</p>	<p>Rige a partir de: Abril, 2021</p>	<p>Versión: 1</p>

En la siguiente imagen se trata de colocar de manera detallada los alrededores de la edificación, para lo cual se muestra un mapa de posibles amenazas.



ILUSTRACIÓN XVIII: MAPA DE AMENAZAS NATURALES DEL CANTÓN DE SANTA ANA SEGÚN LA OFICINA DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DE LA MUNICIPALIDAD DE SANTA ANA

Fuente: Municipalidad de Santa Ana. (s.f). [ Mapa de Amenazas del EMAI, San José Costa Rica].

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

### **Otras amenazas externas**

En las cercanías del EMAI se ubica una calle pública moderadamente transitada, el problema más grande que presenta esta vía pública es que se hace muy estrecha debido a que con frecuencia se pueden observar vehículos estacionados en las cercanías que obstruyen el paso, encontramos además el cableado del alumbrado público y los cables de alta tensión que alimentan la zona cerca de la entrada principal, estos cuentan con las condiciones básicas de seguridad (postes y cables en buenas condiciones), sin embargo representan una amenaza importante en caso de fallos o corto circuito.

### **Amenazas de origen sociocultural**

En los alrededores no existen barrios marginales, con problemática social importante, de donde puedan surgir situaciones de riesgo como: robos, drogadicción, asaltos, etc. Sin embargo, debido a la situación económica actual del país se recomienda que se debe tener precaución, y no descuidar las medidas de seguridad al respecto, como restringir el acceso al local y establecer sistemas de seguridad en caso de robo, como alarmas y cámaras de vigilancia.

En los alrededores del local podemos encontrar los siguientes lugares:

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

**TABLA XXII: LUGARES VECINOS DEL EMAI**

Lugar	Ubicación y distancia
Comité de deportes, oficinas.	Este, lateral y contiguo al local.
Calle pública	Oeste, lateral al local.
Calle pública	Norte, frente a la institución
Bodega Municipal	Sur, detrás de la institución

Fuente: Elaboración propia

Según sus características estos lugares podrían representar un riesgo para la institución, las condiciones de seguridad y las medidas de control que tengan estos establecimientos que limitan con el EMAI van a influir según la emergencia que se desarrolle, representando una amenaza externa potencial. Posibles incendios de las bodegas o del comité de deportes, podrían afectar indirectamente el edificio.

### 5.3.1.2 Nivel interno

El EMAI cuenta con áreas para impartir clases de enseñanza del arte, música, teatro y danza, que son apropiadas, divididas de la siguiente manera:

#### Primera planta

- ✓ Una sala de exposición de arte: la sala de arte puede presentar riesgos en cuanto a las pinturas que son materiales combustibles, las paredes falsas donde se colocan los equipos, se deben verificar que estén y que dejen un ancho de pasillo de 1.2 m como mínimo por ambos lados, excepto cuando se encuentren contra la pared.

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	Código: JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Rige a partir de: Abril, 2021	Versión: 1

- ✓ Aula de percusión y bodegas de instrumentos: está saturada de instrumentos donde existe un alto material combustible, difícil acceso donde se encuentran.
- ✓ Oficinas: se percibe que la salida de estas se debe pasar por muchas puertas para llegar o salir de ellas, no se observa mucho material combustible.
- ✓ Aula donde se imparten clases de coro, sala de reuniones, es un espacio donde no se presentan grandes cantidades de material combustible y tiene un fácil acceso.
- ✓ Recepción: es un espacio donde no se presentan grandes cantidades de material combustible y un fácil acceso.
- ✓ Cafetería y una pequeña bodega, donde se guardan artículos de cocina y varios. En el primer piso se cuenta con previstas para que funcione un sistema de gas para esta cafetería; sin embargo, no se encuentra habilitada por el momento. Se recomienda realizar una inspección con un ingeniero certificado antes de considerar su uso, establecer todos los dispositivos de seguridad y rotulación que recomiende el Cuerpo de Benemérito de Bomberos de Costa Rica. Está dividida con una pared falsa del salón de arte, muy estrecho el espacio.
- ✓ Cuarto donde se ubica el generador de respaldo del edificio, el cual existe un riesgo eléctrico.
- ✓ Baños: Los baños cumplen con las dimensiones mínimas para el tipo de ocupación.

### Segunda planta

- ✓ Salón de ballet, danza, danza del vientre, yoga y taichí. Posee un piso de madera en su totalidad, las puertas son adecuadas para el desalojo de los ocupantes.
- ✓ Salón de cómputo es un lugar donde hay muchos equipos energizados, donde puede existir un riesgo en caso de un incendio.
- ✓ Salón de clases de adulto mayor, donde se imparten clases de tejido y de artes, es un espacio donde no se presentan grandes cantidades de material combustible y posee fácil acceso.
- ✓ Aulas de ensayo de orquesta, computadoras y accesorios de arte gráfico, fotografía; es un espacio donde no se presentan grandes cantidades de material combustible y posee fácil acceso.
- ✓ Baños: Los baños cumplen con las dimensiones mínimas para el tipo de ocupación.

	<h1>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</h1>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS</b> <b>CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

### Tercera planta

- ✓ Auditorio de 200-250 personas, el cual posee un piso falso de madera, telas combustibles etc.
- ✓ Cuarto de control de sonido y luces del auditorio, las gradas son un poco estrechas, no se recomiendan más de tres personas en ese salón, el cuarto es pequeño y no posee ventilación natural.
- ✓ Aulas de ensayo para orquesta, es un espacio donde no se presentan grandes cantidades de material combustible y posee fácil acceso.
- ✓ Cubículos para clases de música, son 10 en total, se debe tener cuidado porque son bastante pequeños, de no colocar más personas de las permitidas, se podría mejorar la ventilación de los que se encuentran contiguo al pasillo.
- ✓ Aula para clases de solfeo y cultura musical, es un espacio donde no se presentan grandes cantidades de material combustible y posee fácil acceso.
- ✓ Baños: Los baños cumplen con las dimensiones mínimas para el tipo de ocupación.

En general los estudiantes y personal realizan sus actividades en espacios adecuados, limpios con acceso a pasillos, cuenta con escaleras de emergencia, la estructura principal de la edificación está fabricada de material resistente a incendios con columnas fuertes para soportar sismos de mediana intensidad, se cuenta con luz y ventilación natural adecuadas. Sin embargo, se deben tomar en cuenta algunas condiciones de amenaza existentes que pueden representar una situación de riesgo:

- ✓ El edificio al ser de tres niveles y de gran área, debería contar con un sistema de protección contra incendios apropiado, según especifica el Benemérito Cuerpo de Bomberos y la NFPA.
- ✓ Solo existe una ruta de evacuación para los 3 niveles, lo cual representa un riesgo en caso de que esta esté obstruida o que no se pueda utilizar. El realizar una escalera de emergencia adicional se vuelve sumamente importante.
- ✓ En caso de terremotos, al ser el edificio de tres niveles, por el peso y según la magnitud del evento se podrían ver afectadas paredes y columnas principales y dañar seriamente la estructura en el segundo piso, por lo que se recomienda no exceder el límite de capacidad.

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>			Código: JPM-01	
	<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Rige a partir de: Abril, 2021	Versión: 1	

- ✓ Por la actividad y las características del lugar es frecuente la afluencia de vehículos y peatones, principalmente a ciertas horas del día, lo cual representa un riesgo en caso de una emergencia, debido a que puede colapsar esta ruta, impidiendo el acceso a cuerpos de socorro en caso de que se requieran. Además de los carros que siempre se encuentran parqueados frente al edificio, pueden generar un gran inconveniente a la hora de una emergencia.

#### 5.4 Identificación, análisis y evaluación

La identificación del riesgo por área existente según las amenazas y vulnerabilidad tanto a nivel interno como externo del local se indica en el Tabla XXIII de Amenazas-vulnerabilidad-riesgo a nivel externo e interno, donde se cuantifica el nivel de afectación en caso de una emergencia.

**TABLA XXIII: AMENAZAS-VULNERABILIDAD-RIESGO A NIVEL EXTERNO E INTERNO**

Tipo de amenaza	Probabilidad (Ocurrencia)	Gravedad (Impacto)	Valor del Riesgo	Nivel de Riesgo	Nivel interno/ externo
<b>Amenaza natural</b>					
<b>Geodinámica interna</b>	<b>2,5</b>	<b>1,25</b>	<b>3,125</b>	<b>Apreciable</b>	<b>Externo</b>
<b>Sismicidad</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>Importante</b>	<b>Externo</b>
Licuefacción	1	1	1	Marginal	Externo
Deslizamiento	3	2	6	Apreciable	Externo
Tsunami	1	1	1	Marginal	Externo
<b>Volcanismo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>Marginal</b>	<b>Externo</b>
Caída de piroclastos	1	1	1	Marginal	Externo
Lahar	1	1	1	Marginal	Externo
Coladas de lava	1	1	1	Marginal	Externo
Dispersión de gases y lluvia ácida, ceniza	3	2	6	Apreciable	Externo



# ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS

Código:  
JPM-01

## PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01

Elaborado por:  
José David Picado Méndez.  
Ingeniero Mecánico

Revisado por:  
Emilia Jiménez Jiménez.  
Katherine Acuña Ugalde

Aprobado por:  
Emilia Jiménez Jiménez.  
Katherine Acuña Ugalde

Rige a partir de:  
Abril, 2021

Versión: 1

Sismicidad volcánica	1	3	3	Apreciable	Externo
Flujos piroclásticos	1	1	1	Marginal	Externo
<b>Hidrometereológicas</b>	<b>2,33333</b>	<b>2</b>	<b>4,6667</b>	<b>Apreciable</b>	<b>Externo</b>
Inundación	3	2	6	Apreciable	Externo
Fenómenos El Niño y La Niña	3	1	3	Apreciable	Externo
Desertificación	1	1	1	Marginal	Externo
Variabilidad climática	4	1	4	Apreciable	Externo
Cambio climático	4	2	8	Apreciable	Externo
Tornado	2	2	4	Apreciable	Externo
Huracán	2	2	4	Apreciable	Externo
Ondas tropicales	3	2	6	Apreciable	Externo
<b>Geodinámica externa</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>2,25</b>	<b>Marginal</b>	<b>Externo</b>
<b>Erosión</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>Apreciable</b>	<b>Externo</b>
Hídrica (fluvial, costera)	2	2	4	Apreciable	Externo
Eólica	1	1	1	Marginal	Externo
Gravitacional (laminar)	1	1	1	Marginal	Externo
<b>Deslizamiento</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>Apreciable</b>	<b>Externo</b>
<b>Alud torrencial</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>Apreciable</b>	<b>Externo</b>
<b>Amenaza biológica</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>Marginal</b>	<b>Externo</b>
<b>Brotos de enfermedades epidémicas</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>Apreciable</b>	<b>Interno/ Externo</b>
<b>Contagio de plantas y animales y pandemias</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>Apreciable</b>	<b>Interno/ Externo</b>
<b>Amenaza socio natural</b>					
<b>Incendio forestal</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>Marginal</b>	<b>Interno/ Externo</b>
<b>Inundación por alcantarillado</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>Apreciable</b>	<b>Externo</b>
<b>Amenaza antrópica</b>					
<b>Contaminación industrial</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>Marginal</b>	<b>Externo/ Interno</b>
<b>Desechos tóxicos</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>Marginal</b>	<b>Interno/ Externo</b>
<b>Ruptura de presas</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>Marginal</b>	<b>Externo</b>
<b>Accidentes de transporte, industriales o tecnológicos</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>Marginal</b>	<b>Externo</b>
<b>Concentraciones masivas</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>Apreciable</b>	<b>Interno</b>
<b>Incendios estructurales</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>Importante</b>	<b>Interno/</b>



# ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS

Código:  
JPM-01

## PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01

Elaborado por:  
José David Picado Méndez.  
Ingeniero Mecánico

Revisado por:  
Emilia Jiménez Jiménez.  
Katherine Acuña Ugalde

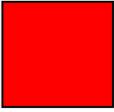
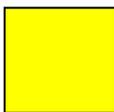
Aprobado por:  
Emilia Jiménez Jiménez.  
Katherine Acuña Ugalde

Rige a partir de:  
Abril, 2021

Versión: 1

					<b>Externo</b>
<b>Contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneos</b>	1	1	1	<b>Marginal</b>	<b>Externo</b>
<b>Asaltos</b>	3	4	12	<b>Importante</b>	<b>Interno</b>
<b>Robos</b>	3	4	12	<b>Importante</b>	<b>Interno</b>
<b>Vandalismo</b>	2	3	6	<b>Apreciable</b>	<b>Interno/ Externo</b>
<b>Bombas</b>	1	1	1	<b>Marginal</b>	<b>Interno/ Externo</b>
<b>Personas armadas peligrosas</b>	1	1	1	<b>Marginal</b>	<b>Interno</b>
<b>Disturbios</b>	2	1	2	<b>Marginal</b>	<b>Interno/ Externo</b>
<b>Accidentes laborales</b>	1	1	1	<b>Marginal</b>	<b>Interno</b>
<b>Contaminación</b>	2	1	2	<b>Marginal</b>	<b>Interno/ Externo</b>
<b>Derrame de químicos</b>	1	1	1	<b>Marginal</b>	<b>Interno</b>
<b>Intoxicación</b>	2	1	2	<b>Marginal</b>	<b>Interno</b>
<b>Fauna peligrosa</b>	1	1	1	<b>Marginal</b>	<b>Externo</b>
<b>Hacinamiento</b>	2	2	4	<b>Apreciable</b>	<b>Interno</b>
<b>Estructurales</b>	1	2	2	<b>Marginal</b>	<b>Interno</b>
<b>Eléctricos</b>	1	1	1	<b>Marginal</b>	<b>Interno/ Externo</b>
<b>Tecnológicos</b>	1	1	1	<b>Marginal</b>	<b>Interno</b>

Fuente: Elaboración Propia.

	Riesgo muy grave. Requiere medidas preventivas urgentes. No se debe iniciar el proyecto sin la aplicación de medidas preventivas urgentes y sin acotar sólidamente el riesgo.
	Riesgo importante. Medidas preventivas obligatorias. Se deben controlar fuertemente las variables de riesgo durante el proyecto.
	Riesgo apreciable. Estudiar económicamente si es posible introducir medidas preventivas para reducir el nivel de riesgo. Si no fuera posible, mantener las variables controladas.
	Riesgo marginal. Se vigilará, aunque no requiere medidas preventivas de partida.

	<h1>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</h1>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS</b> <b>CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

El análisis y evaluación de los riesgos expuestos se categorizan en cuatro niveles del riesgo: muy grave, importante, apreciable y marginal según el grado de afectación para las personas y las instalaciones.

Las principales amenazas externas e internas con un riesgo importante son:

### **Sismos y terremoto**

Esta amenaza es impredecible y depende de otros factores externos o internos que pueden sumar en un riesgo mayor. Los riesgos en esta categoría pueden tener o no un efecto acumulativo, indica que en otra eventual emergencia el grado de exposición es mayor y puede ocasionar consecuencias graves. De igual manera se deben considerar, con o sin efecto acumulativo, las amenazas incluidas en esta categoría.

### **Asaltos y robos**

La amenaza mencionada es importante debido a que se resguarda material valioso económico, cultural, aunque la ubicación geográfica los asaltos no son tan frecuentes, existe la posibilidad por el tipo de edificación es un lugar bastante abierto, tiene varias formas de ingresar de manera fácil, por lo que se debe tener precaución y se podría reforzar la seguridad donde se encuentra la bodega de instrumentos.

	<h1>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</h1>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS</b> <b>CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

## Incendios estructurales

Los incendios estructurales, a pesar de tener una estructura elaborada en materiales donde la combustión es baja y el riesgo no es alto, el perder algunas piezas de artes, instrumentos antiguos se convierte en pérdidas para la institución considerables, las zonas donde puede ocurrir un mayor riesgo son en el teatro y en la bodega de instrumentos donde hay mayor material combustible.

Las principales amenazas externas e internas con un riesgo apreciable son:

1. Inundación por pluviales.
2. Deslizamientos.
3. Variabilidad climática
4. Cambio climático
5. Dispersión de gases y lluvia ácida, ceniza.
6. Ondas tropicales.
7. Concentraciones masivas

Las amenazas externas e internas de riesgo apreciable son a la vez, de cierta importancia que se deben considerar, como las amenazas de riesgo importante, las cuales dependen de otros factores que pueden categorizarlas como graves, la diferencia en esta categoría es la intervención del factor humano, el cual puede mantener el nivel medio estable. Es una categoría crítica y sensible, que puede o no aumentar o disminuir el daño subsecuente.

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

## 5.5 Identificación de recursos internos y externos

### 5.5.1 Recursos internos

El EMAI actualmente cuenta con recursos internos de mitigación en caso de una emergencia, algunos de estos recursos de control de emergencias son:

- ✓ Extintores: los extintores son 11 de tipo ABC y un extintor de tipo BC en el cuarto de máquinas, existe un gabinete sin extintor que se recomienda ser reemplazado de manera urgente y colocarlos con la nueva distribución que se realiza con base en la NFPA 10 y se muestra en el croquis.
- ✓ Botiquín.
- ✓ Lámparas de emergencias: 16 lámparas de emergencia, distribuidas 5 en las escaleras de emergencia, 6 en el primer piso, 3 en el segundo piso y 3 en el tercer piso. No funcionan la del descanso de las escaleras de emergencia en el segundo piso, la que está encima del ascensor y escaleras principales del segundo piso. Se recomienda sustituir las lámparas de emergencia.
- ✓ Detectores de humo.

#### 5.5.1.2 Extintores

Se cuentan con 11 extintores, estos están ubicados en zonas específicas, principalmente en las áreas más vulnerables o con riesgo de incendio, en el croquis del lugar se muestra la distribución de estos. Los extintores que se requieren serán para incendios tipo ABC, las características de cada uno de los extintores se deben indicar en la siguiente tabla (tabla XXIV Extintores del EMAI) para mayor control de estos:

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

**Tabla XXIV: Extintores del EMAI**

Numero	Ubicación	Tipo	Peso	Fecha de carga	Fecha de la próxima recarga

Fuente: Elaboración propia

La ficha se recomienda llenarla por parte del EMAI a corto plazo para un mayor control.

### 5.5.1.3 Botiquines

La Institución cuenta con un botiquín de primeros auxilios ubicado en el área interna del primer nivel, este botiquín está equipado con todos los implementos que indica el Art 24 del Decreto 13466-TSS , además se encuentra debidamente rotulado he identificado y al alcance de los colaboradores. En el croquis del lugar se muestra la distribución de estos.

El control del botiquín se debe realizar mediante una revisión mensual por parte del administrador (a) del lugar

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

#### 5.5.1.4 Lámparas de emergencias

Se cuenta con un sistema de lámparas de emergencias ubicadas en las principales salidas y rutas de evacuación, en total suman 16 lámparas y están conectadas al sistema eléctrico permanentemente. El control y buen estado de los de las lámparas se debe realizar mediante una revisión mensual por parte del administrador (a) del lugar.

#### 5.5.1.5 Detectores de humo

El sistema de detectores que se encuentra habitualmente presenta algunas fallas y su funcionamiento es defectuoso, se recomienda el nuevo diseño propuesto.

### 5.5.2 Recursos externos

Debido a la ubicación del lugar se cuenta con las facilidades básicas de comunicación en caso de emergencia, las instituciones de primera respuesta y de apoyo en caso de emergencias son:

**Tabla XXV: Recursos externos**

Equipo de ayuda externa	Distancia (promedio)	Tiempo de llegada (Estimado)	Teléfonos
Bomberos Santa Ana	1 km	10 minutos o menos	2282-6192
Cruz Roja Santa Ana	1 km	10 minutos o menos	2282-5355
Fuerza Pública Santa Ana	1 km	10 minutos o menos	2282-6747

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>			<b>Código:</b> JPM-01
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

Fuente: Elaboración propia.

Se debe considerar la posibilidad de contratar un sistema de emergencias médicas privado, esto con el fin de dar respuesta rápida a emergencias internas que se originen a raíz de emergencias nacionales; provocando que los equipos de apoyo mencionados estén colapsados y que no logren cubrir otras emergencias.

## 5.6 Política de Gestión del Riesgo

La Administración del EMAI, mediante la presente Política de Gestión del Riesgo, reconoce la importancia de identificar, analizar y evaluar los riesgos existentes dentro y fuera del lugar, por lo cual, se compromete a brindar un ambiente seguro para sus estudiantes y colaboradores, eliminando o mitigando toda fuente generadora de riesgos, mediante:

- ✓ Una adecuada prevención del riesgo.
- ✓ Implementado Programas y Planes de respuesta ante emergencias.
- ✓ Cumpliendo con la legislación nacional vigente, reglamentos y normas aplicables al contexto de la organización.

---

Firma Responsable y cedula

## 5.7 Organización para los Preparativos y Respuestas

Para la organización de los preparativos y respuestas ante emergencias el lugar establecerá un comité de emergencias el cual se describe a continuación.

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

## 5.8 Comité de Preparativos y Respuesta ante Emergencias

La Casa de la Cultura en respuesta a su compromiso de eliminar o mitigar cualquier situación de riesgo existente establecerá un comité de emergencias, el cual será responsable de coordinar la ejecución de las actividades de preparación y atención de emergencias o desastres, dicho comité estará conformado por:

**Tabla XXVI: Comité de Emergencias**

Puesto	Puesto en la empresa
Coordinador General	Administrador(a)
Coordinador de área Planificación	Director
Coordinador de área Operaciones	Funcionario

Fuente: Elaboración propia

El Comité Municipal de Operaciones debe estar articulado con el Comité de Preparativos de Respuesta ante Emergencias podrá desarrollar sus funciones de seguridad, información pública y enlace acorde al Sistema de Comandos de incidentes (SCI) de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE), su estructura operativa se describe a continuación.

### 5.8.1 Estructura operativa del Comité de Preparativos y Respuesta ante Emergencias

Para la respuesta ante situaciones de emergencias del EMAI establecerá la siguiente estructura operativa (ver ilustración XVIII), en la cual se asignan los principales puestos que tendrá el Comité de Preparativos y Respuesta ante Emergencia según el esquema del SCI y

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Rige a partir de: Abril, 2021	Versión: 1

acorde a las características del lugar, en esta estructura estará liderada por un Coordinador General y dos coordinadores de área, estos a su vez conformaran equipos de trabajo divididos en ramas, grupos o unidades, según las necesidades y dinámica de la emergencia.

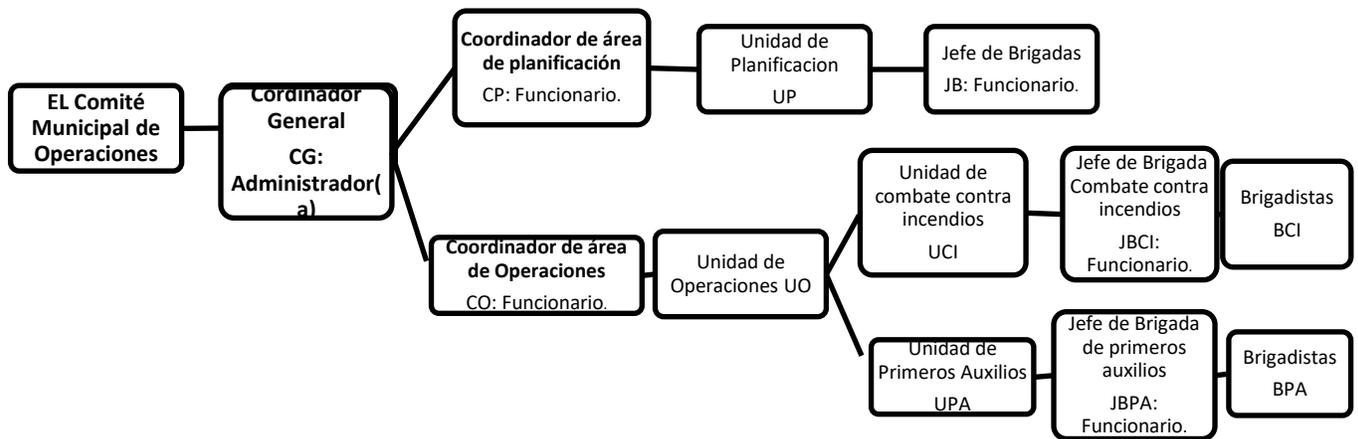


ILUSTRACIÓN XIX: ESTRUCTURA OPERATIVA DEL COMITÉ DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS EMAI

Fuente: Elaboración propia

### 5.8.2 Funciones del Comité de Preparativos y Respuesta ante Emergencias.

Con base en la estructura operativa del Comité de Preparativos y Respuesta ante Emergencias indicada en el Diagrama de la ilustración XVIII, las principales funciones de cada puesto ante cualquier suceso o emergencia son:

	<h1>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</h1>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS</b> <b>CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

### 5.8.3 Coordinador General (CG):

- ✓ Asume el mando y articulación con el comité municipal de operaciones.
- ✓ Es la más alta función.
- ✓ Tiene a cargo a los CP, CO, CL, CF.
- ✓ Administra, coordina, dirige y controla los recursos en la escena.
- ✓ Evalúa las prioridades del incidente, evento u operativo.
- ✓ Establece los objetivos y estrategias.
- ✓ Establece la estructura apropiada y delega las funciones necesarias.
- ✓ Revisa el mensaje general de seguridad, verifica que se tomen las medidas apropiadas y que se hayan comunicado a todo el personal.
- ✓ Mantiene comunicación directa con los jefes de la estructura organizacional.
- ✓ Garantiza el desarrollo de todo el proceso de planificación operativa.
- ✓ Realiza el cierre del incidente.
- ✓ Realiza el rendimiento de cuentas de las actividades desarrolladas bajo su mando.

### 5.8.4 Coordinador de Área de Planificación (CP):

- ✓ Tiene a cargo la Unidad de Planificación (UP).
- ✓ Dirige el proceso de consolidación de información, análisis y transformación en los planes de acción de emergencias.
- ✓ Lleva indicadores.
- ✓ Dirige la recopilación y documentación de todos los datos operativos generados.
- ✓ Mantiene comunicación constante y proporciona información al CG.
- ✓ Facilita reuniones de planificación.
- ✓ Desarrolla la estructura organizacional de su sección.
- ✓ Recopila y presenta el análisis de situación de la emergencia.
- ✓ Coordina junto al CO el recurso humano necesario.
- ✓ Determina la necesidad de recurso especializado.
- ✓ Informa sobre cambios significativos en el estado de emergencia.
- ✓ Establece el mecanismo de información en la emergencia.
- ✓ Establece la unidad de planificación (UP).

### 5.8.5 Coordinador de Área de Operaciones (CO):

- ✓ Tiene a cargo la Unidad de Combate Contra Incendios (UCI) y la Unidad de Primeros Auxilios (UPA).
- ✓ Lidera y dirige el equipo.

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	Código: JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Rige a partir de: Abril, 2021	Versión: 1

### 5.8.6 Compromiso de la Administración

La Casa de la Cultura, se compromete mediante su **Política de Gestión del Riesgo** y la siguiente carta compromiso a velar por el desarrollo del Plan de Emergencias.

#### CARTA COMPROMISO DE CONOCIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIAS

San José Costa Rica, 15 de junio del 2021.

Señores:  
Área Rectora de Salud Santa Ana  
Ministerio de Salud  
S.O.

Estimados Señores:

A través de la presente le informamos que el Manual de Emergencias o Plan de Emergencias (Programa de Atención de Emergencias) del establecimiento denominado el Escuela Municipal de Artes Integradas, ha sido elaborado por el ingeniero José David Picado Méndez.

El profesional en mención señala que dicho documento se elaboró considerando los parámetros y lineamientos técnicos establecidos en la Norma Técnica de Planes de Preparativos y Respuesta ante Emergencias para Centros Laborales de ocupación pública CNE-NA-INTE-DN-01, aprobado en Junta Directiva CNE 07-10-2015 Decreto Ejecutivo 39502-MP, Ley

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	Código: JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Rige a partir de: Abril, 2021	Versión: 1

General de Salud y Reglamento para el Otorgamiento de Permisos de Funcionamiento. Asimismo, La Casa de la Cultura (EMAI), por medio de sus representantes las Señoras Emilia Jimenez Jiménez y Katherine Acuña Ugalde, se compromete a implementar y cumplir todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos que se señalan en el Plan de Atención a Emergencias, de acuerdo con sus disposiciones técnico-jurídicas.

Finalmente, estamos a sus gratas órdenes para atender cualquier sugerencia u observación sobre el documento señalado.

---

***Emilia Jiménez Jiménez***  
***Encargada de la Oficina de Gestión de  
Riesgo  
Municipalidad***

---

***Katherine Acuña Ugalde***  
***Encargada de la oficina de  
Salud Ocupacional de la  
Municipalidad***

---

***José David Picado Méndez***  
***Ingeniero Mecánico***

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>			<b>Código:</b> JPM-01
	<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>			
Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Rige a partir de: Abril, 2021	Versión: 1

**Tabla XXVII: Cronograma de actividades para la implementación del Plan de Emergencias**

Cronograma de actividades para la implementación del Plan de Emergencia															
Actividad	Objetivo	Fecha											Responsable	Presupuesto	
		Junio	Julio	Agosto	setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril			Mayo
Presentación del Plan	Divulgar y exponer el documento a los interesados													Administración Administración	No requiere
Formación del Centro de Comando	Conformar un equipo de trabajo para la prevención y atención de emergencias														No requiere
Formación de brigadas	Conformar un equipo de trabajo para la prevención y atención de emergencias														No requiere
Capacitación miembros Centro de Comando	Iniciar la formación al equipo de acción														Según la empresa contratada
Capacitación de miembros de brigadas	Iniciar la formación al equipo de acción														No requiere, regalía de la



# ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS

Código:  
JPM-01

## PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01

Elaborado por:  
José David Picado Méndez.  
Ingeniero Mecánico

Revisado por:  
Emilia Jiménez Jiménez.  
Katherine Acuña Ugalde

Aprobado por:  
Emilia Jiménez Jiménez.  
Katherine Acuña Ugalde

Rige a partir de:  
Abril, 2021

Versión: 1

									Cruz Roja,
Simulacro de emergencias	Entrenar al personal y alumnos en temas preparativos a emergencias.								No requiere
Capacitación Uso Correcto de Extintores	Entrenar al personal en temas preparativos a emergencias.								No requiere
Capacitación Primeros Auxilios Básicos	Entrenar al personal en temas preparativos a emergencias.								No requiere
Capacitación Rutas de Evacuación	Entrenar al personal en temas preparativos a emergencias.								No requiere
Implementación botiquín de emergencias	Implementar dispositivos de seguridad en la empresa.								100,000 colones
Elaboración de material informativo	Informar al personal sobre los diferentes procedimientos en caso de emergencia.								No requiere

Fuente: Elaboración propia

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>			<b>Código:</b> JPM-01
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

## 5.9 Plan de Acción

Según el análisis e información señalada anteriormente del lugar en el presente Plan de Preparativos y Respuesta ante Emergencia, a continuación, se propone el Plan de Acción, el cual pretende mostrar las acciones necesarias para la prevención, mitigación y reducción de riesgos.

### 5.9.1 Propuesta y ejecución del plan

La propuesta y ejecución del Plan de Acción se expone en el Cronograma de actividades para la implementación del Plan de Emergencias (tabla XXVII) el cual incluye las actividades principales a desarrollar según el análisis de riesgos.

### 5.9.2 Formación y capacitación

El proceso de formación, capacitación y divulgación está contemplado dentro del Cronograma de actividades para la implementación del Plan de Emergencias (tabla XXVII), y será documentado mediante herramientas de control de inducción (ver Anexo A.1, Control de capacitación) y certificados de participación que respalden el proceso de formación.

### 5.9.3 Equipamiento de primera respuesta

Según la evaluación del riesgo expuesta en el punto 5.7 Identificación, análisis y evaluación, el equipamiento de primera respuesta ante emergencias con el que cuenta La Casa

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

de la Cultura (EMAI), según su necesidad y capacidades es el indicado en el punto 5.8.1

Recursos internos, que consiste en:

- ✓ Botiquín de primeros auxilios. (Ubicado en la recepción.)
- ✓ Extintores portátiles.
- ✓ Lámparas de emergencias.

#### **5.9.4 Señalización de salvamento y seguridad**

El lugar cuenta con la señalización de seguridad y salvamento acorde a los lineamientos que establece la ley y según el contexto de la organización, dicha rotulación contempla la siguiente información:

- ✓ Rutas de evacuación, pendiente de cambio de rotulación de acuerdo con las escaleras de emergencia.
- ✓ Zonas seguras.
- ✓ Riesgo de caídas.
- ✓ Ubicación de extintores, botiquines y demás equipo de emergencias.

Dentro del croquis de rutas de evacuación en caso de emergencias se incluye la ubicación de dicha rotulación y las zonas seguras.

#### **5.9.5 Rutas de evacuación**

En el croquis de la Casa de la Cultura de rutas de evacuación en caso de emergencias se identifican y señalan las principales rutas de evacuación. Ubicadas en el apéndice G.

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

**La Casa de la Cultura (EMAI)  
Croquis rutas de evacuación en caso de emergencia**

**Primer nivel**

**Ver lámina ME-07**

**Segundo nivel**

**Ver lámina ME-10**

**Tercer nivel**

**Ver lámina ME-13**

Nota: Las especificaciones de la ruta de evacuación según área de trabajo, se pueden encontrar el apéndice G. Donde se encuentran las láminas de estoy aquí en diferentes zonas del edificio.

Según lo indicado en los Croquis de rutas de evacuación en caso de emergencia, las principales rutas de evacuación en caso de emergencias serán:

- ✓ Los estudiantes, visitantes, personal administrativo, que estén en el primer piso, ya sea en las oficinas del primer piso, recepción, pasillos, galería de arte, cafetería, bodegas deben evacuar hacia la salida de emergencias, hasta llegar al punto de reunión ubicada en la zona verde atrás del EMAI. Nunca a la puerta principal, la cual es una zona donde existe el riesgo de caídas de alambrado público, zona vehicular donde el espacio para el tránsito se ve obstruido por carros parqueados, mayor cantidad de ventanas y también esculturas, piedras, árboles que pueden dificultar el paso.
- ✓ En el caso de que los ocupantes estén en el segundo piso, ya sea en los baños, aulas, pasillos, deben evacuar hacia la salida de las escaleras de emergencia, que conduce al primer piso y llegar a la zona segura o punto de reunión ubicada por la zona verde, parte trasera del EMAI.
- ✓ Los ocupantes del tercer piso, que pueden estar en el auditorio, pasillos, balcón, aulas, cubículos y baños, deben evacuar hacia la salida que conduce a la salida de emergencias, la cual comunica a la escalera de emergencias, bajar hasta el primer piso

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

y llegar a la zona segura o punto de reunión ubicada en la parte trasera del EMAI, en la zona verde.

### 5.9.6 Zonas de seguridad

El local cuenta con una zona segura ubicada en entre la entrada trasera y el área de atrás de la zona de exhibición, la cual cumple con las características mínimas de seguridad (espacio amplio, lejos de árboles peligrosos y donde no circulen vehículos, aunque se encuentra algunos vehículos estacionados. Se recomienda eliminar algunos espacios para vehículos, es considerada segura según el análisis de riesgos realizado y porque permite el acceso a ella desde las diferentes rutas de evacuación, además el espacio permite que el personal pueda permanecer seguro en diferentes casos de emergencias tales como: sismos, terremotos e incendios, y la evacuación a espacios externos que puedan proveer mayor protección.

### 5.9.7 Área de concentración de víctimas

El área de concentración de víctimas es un espacio donde se pueda tener un fácil acceso, lugar donde se clasifican las personas de acuerdo con el “*triage*” (clasificación o priorización urgente de pacientes), en categorías verde, rojas, amarillas o negras, dependiendo de cuales sean sus afecciones o condiciones en el momento de una emergencia, se propone el ACV, sea en la entrada principal, debido a que posee un fácil acceso del equipo de primera respuesta para realizar el traslado de esas víctimas.

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>			<b>Código:</b> JPM-01
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

### 5.9.8 Áreas de ingreso de los cuerpos de socorro

Los cuerpos de socorro deberán ingresar por la entrada principal amplia del EMAI, dependiendo se podrá ingresar por la entrada trasera donde se encuentra un fácil acceso a la zona de seguridad, esta área tiene acceso a calles principales hacia los centros hospitalarios, este es un espacio amplio, seguro y estratégico.

### 5.10 Mecanismos de activación

---

#### 5.10.1 Alarma

El sistema de activación de alarma que establecerá EMAI, será mediante bocina de alarma de evacuación, este sistema se pretende implementar a mediano plazo, de tal manera que dicho mecanismo de seguridad quede fijo y sea del conocimiento de los ocupantes. El micrófono que se encuentra en la recepción se puede utilizar como mecanismo para alertar las personas en caso de evacuación, el cual esta interconectado en los parlantes por todo el EMAI, por lo que se escucha por todo el edificio siempre y cuando exista electricidad, en caso de que no exista el edificio cuenta con un generador de respaldo.

El comité de emergencias puede establecer otros mecanismos de alarma como altoparlantes o teléfonos celulares como segunda opción. Un sistema de alerta temprana también puede ser una buena opción.

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

### 5.10.2 Convocatoria

El Comité de Emergencias deberá reunirse al menos una vez al mes, los primeros martes de cada mes, y de forma extraordinaria cada vez que suceda una emergencia.

La convocatoria la realizará el Coordinador General del Comité, una semana antes de la fecha establecida, en caso de las reuniones ordinarias y en caso de las reuniones extraordinarias, una hora después de sucedida la situación de emergencias. El fin de la convocatoria será la valoración de las situaciones de riesgos presentes durante ese mes o los ocurridos en el momento, debido a alguna emergencia.

La convocatoria también se realizará a un coordinador específico del comité, con base en la emergencia suscitada con el fin de generar los recursos necesarios o disponibles para dar atención a la emergencia entre su grupo.

En caso de emergencia de primeros auxilios o de conatos de incendios, los grupos capacitados para brindar esta atención deberán ser convocados de inmediato.

### 5.10.3 Activación del Comité de Emergencias

El proceso de activación está establecido en el procedimiento de activación del Comité de Emergencias y alarma del lugar que se establece los procedimientos operativos de respuesta. Este procedimiento incluye los pasos a seguir para la activación del comité tanto en sucesos o

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

emergencias internas como en caso de situaciones de emergencia a nivel nacional y que sean emitidas por las autoridades competentes como CNE (Comisión Nacional de Emergencias).

#### **5.10.4 Mando y control**

La estructura de mando y control está definida en la ilustración XVIII: Estructura operativa del Comité de Preparativos y Respuesta ante Emergencias, en donde el Coordinador General es quien tiene el mando del comité y tiene a su cargo 2 coordinadores de área, los cuales a su vez tiene a cargo los grupos de apoyo por áreas que están establecidos.

El sistema de mando unificado será coordinado, activado y monitoreado por el Coordinador General del Comité, quien tendrá comunicación directa con las instituciones de primera respuesta en caso de procedimientos o acontecimientos que requieran ayuda externa. Dependiendo de la situación de emergencia los coordinadores del área de planificación y operativa, podrán asumir la dirección y control en caso de activarse el sistema de mando unificado.

#### **5.10.5 Centro Coordinador de Operaciones (CCO)**

Dependiendo del escenario se activa el Comité Municipal de Operaciones, se cuenta con un lugar establecido para las reuniones, activa el CCO en el edificio principal en la sala de sesiones.

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>			<b>Código:</b> JPM-01
	<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>			
Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Rige a partir de: Abril, 2021	Versión: 1

## 5.11 Procedimientos operativos de respuesta

### 5.11.1 Procedimiento de activación del Comité de Emergencia

La Comisión Nacional de Preparativos y Riesgos y Atención de Emergencias, define tres tipos de alertas de acuerdo con el nivel de respuesta requerida para una situación de emergencias.

Estas se dividen de acuerdo con su prioridad en:

<b>Verde</b>	<b>Información</b>
<b>Amarillo</b>	<b>Previsión (análisis)</b>
<b>Rojo</b>	<b>Responder y evacuar</b>

El proceso de activación del Comité Interno de Emergencias se dará de la siguiente manera:

**Tabla XXVIII: Activación por alerta del Comité de Emergencias**

Alarmas	Descripción	Acciones específicas	Responsable de la activación
Verde	Informar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Recepción de la información por llamada telefónica o por mensaje de texto en el celular de los miembros de Comité de Prevención y Respuesta ante Emergencias.</li> <li>✓ Información a las unidades.</li> </ul>	Coordinador General o los coordinadores de área.

	<h1>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</h1>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS</b> <b>CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Rige a partir de: Abril, 2021	Versión: 1

		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mantener estrecha vigilancia sobre las zonas de riesgo o sobre la situación de emergencia.</li> </ul>	
Amarilla	Previsión (alistar).	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Recepción de la información.</li> <li>✓ Activación y convocatoria de las brigadas.</li> <li>✓ Desplazamiento de los recursos necesarios.</li> </ul>	Coordinador General o los coordinadores de área.
Roja	Responder y evacuar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Recepción de la información.</li> <li>✓ Activación de los procedimientos operativos de respuesta según el protocolo o de evacuación si la emergencia así lo amerita.</li> <li>✓ Concentración de los afectados en las zonas seguras y Centro de Comando.</li> <li>✓ Aviso a los cuerpos de socorro externos si la situación a si lo amerita.</li> </ul>	Coordinador General o los coordinadores de área.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.11.2 Procedimiento general de respuesta

Los procedimientos por seguir en caso de emergencias relacionadas a las amenazas identificadas en la institución serán:

### 5.11.3 Incendios estructurales

Es un fenómeno que se presenta cuando uno o varios materiales inflamables son consumidos en forma incontrolada por el fuego, generando pérdidas en vidas o/y bienes. Para que se produzca fuego es necesario que existan tres elementos: material combustible, oxígeno

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	Código: JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Rige a partir de: Abril, 2021	Versión: 1

y una fuente de calor, y al agregarle un cuarto elemento que sería la reacción en cadena, se convierte en un incendio. ("¿Qué es un Incendio Estructural?", 2020)

**Tabla XXIX: Metodología ante incendios estructurales**

INCENDIOS ESTRUCTURALES		
<b>ANTES</b> 	<b>DURANTE</b> 	<b>DESPUÉS</b> 
Elaborar inspecciones periódicas de las instalaciones con el objetivo de identificar, analizar los factores de riesgo.	Dar la voz de alarma para iniciar la respuesta al tipo de emergencia de la cual se trate (principio o conato, parcial o general).	Evaluar la aplicación del plan implementado durante la emergencia
Identificar las áreas de mayor peligro de incendio y las clases posibles de fuegos que se puedan generar en la institución.	Aplicar el Plan de Combate de Incendio predeterminado.	Elaborar el informe de la aplicación del plan.
Efectuar por lo menos una vez cada tres meses, prácticas seguras de control de incendios (simulacros) por medio del uso de los extintores existentes.	Se procederá a extinguirlo, preferiblemente con un extintor de tipo ABC.	Acoger las medidas correctivas necesarias para optimizar la capacidad de respuesta con base en la evaluación realizada.
Plantear las estrategias de acción para el combate del incendio de acuerdo con las zonas críticas.	Dar aviso inmediato al Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. No esperar a que el fuego se expanda o se haga más grande, es decir, se debe	Informar al alcalde.



# ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS

Código:  
JPM-01

## PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01

Elaborado por:  
José David Picado Méndez.  
Ingeniero Mecánico

Revisado por:  
Emilia Jiménez Jiménez.  
Katherine Acuña Ugalde

Aprobado por:  
Emilia Jiménez Jiménez.  
Katherine Acuña Ugalde

Rige a partir de:  
Abril, 2021

Versión: 1

	tratar de controlar con extintores y a la vez llamar al Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. Es mejor cancelar una llamada a los bomberos que están por llegar, que llamarlos cuando el fuego ya no se puede controlar. Implementar un sistema de protección de incendios acorde al tipo de institución, cantidad de personas y situación que vive el país.	
Crear los elementos de coordinación-comunicación con las instituciones de respuesta externa.	Recibir y colaborar con los equipos de respuesta externa (Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, Cruz Roja, Fuerza Pública, CNE).	Realizar una inspección detallada de los daños.
Calcular la capacidad de la respuesta interna en cuanto a equipos de extinción disponibles.	Mantener informado al puesto de Comando sobre las acciones que realiza las brigadas de emergencias y los requerimientos para la ejecución de sus tareas.	Habilitar el Centro Educativo

Fuente: Elaboración propia.

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>			<b>Código:</b> JPM-01
	<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>			
Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Rige a partir de: Abril, 2021	Versión: 1

#### 5.11.4 Deslizamientos

Un derrumbe o deslizamiento se define como el movimiento pendiente abajo, lento o súbito de una ladera, formada por materiales naturales: roca, suelo, vegetación o bien rellenos artificiales. Representa uno de los procesos geológicos más destructivos que afectan a los seres humanos. Se presentan sobre todo en la época lluviosa o durante períodos de actividad sísmica. ("¿Qué es un Derrumbe o Deslizamiento?", 2020)

**Tabla XXX: Metodología ante deslizamientos**

DESLIZAMIENTOS		
ANTES	DURANTE	DESPUÉS
		
Identificar las áreas propensas a deslizamientos.	Mantener la calma.	Esperar indicaciones del Centro de Comando o la Comisión de Emergencias.
Identificar las zonas seguras.	Evacuar a una zona segura si la emergencia así lo amerita.	Reportar cualquier persona desaparecida.
Comunicar cualquier situación que pueda propiciar una emergencia.	Estar atento a la información que brinde el Centro de Comando.	Dejar actuar a los cuerpos de rescate, no interrumpir su labor.
No bajar la guardia en época lluviosa.	No rescatar objetos personales o de la institución.	No regresar a la zona afectada.
Estar atento a la información que brinde las autoridades competentes siempre.	Alejarse de zonas inseguras.	No ingresar a la empresa hasta que se habilite el centro de trabajo.

Fuente: Elaboración propia.

	<h1>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</h1>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS</b> <b>CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

### 5.11.5 Terremoto

Un sismo es el movimiento brusco de la Tierra causado por la liberación de energía acumulada durante un largo tiempo. Habitualmente estos movimientos son lentos e imperceptibles, pero en algunos el desplazamiento libera una gran cantidad de energía, cuando una de las placas se mueve bruscamente contra la otra, rompiéndola y originando el terremoto. Los sismos y terremotos podrían originarse también por la activación de fallas sísmicas y la erupción de los volcanes. ("¿Qué es un Sismo?", 2020)

**Tabla XXXI: Metodología ante un terremoto**

<b>TERREMOTO</b>		
<b>ANTES</b> 	<b>DURANTE</b> 	<b>DESPUÉS</b> 
Se debe sujetar en forma segura los estantes y racks a la pared, asegurarse de que sacas, cajas o bolsas que se encuentren estibadas estén sobre superficies estables	Mantener la calma. Esto es fundamental para enfrentar una situación de emergencia de este tipo.	Identificar a los miembros del Centro de Comando y esperar instrucciones para dirigirse hacia los puntos de reunión.
Ubicar los objetos pesados o frágiles en estantes bajos.	No correr, mantenerse dentro de la planta en una zona segura y esperar instrucciones.	Al evacuar, se deberá caminar, no correr, y siempre conservando la derecha
Reparar y dar mantenimiento a instalaciones eléctricas o de gas defectuosas o con escapes, para evitar incendios.	Alejarse de puertas y ventanas de vidrio. Ubicarse en los sitios estructuralmente menos riesgosos.	Nunca regresar a la institución por objetos olvidados.



# ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS

Código:  
JPM-01

## PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01

Elaborado por:  
José David Picado Méndez.  
Ingeniero Mecánico

Revisado por:  
Emilia Jiménez Jiménez.  
Katherine Acuña Ugalde

Aprobado por:  
Emilia Jiménez Jiménez.  
Katherine Acuña Ugalde

Rige a partir de:  
Abril, 2021

Versión: 1

Guardar sustancias o productos inflamables en gabinetes no muy altos y cerrados, para evitar su derrame.	Alejarse de las paredes si estas son de concreto con posibilidad de colapsar.	
Si existen grietas, inspeccionar con el personal de mantenimiento para repararlas.	Ubicarse en un lugar seguro y adoptar la posición fetal, cubriendo la cabeza con ambas manos (por ejemplo, junto a columnas estables y sólidas).	Mantenerse en los puntos de reunión hasta esperar instrucciones.
Solicitar una revisión técnica previa, para establecer si se requiere salir de la institución.	Si se encuentra al aire libre se deberá permanecer en el exterior hasta que el movimiento culmine.	Si el edificio se dañó severamente, esperar indicaciones de los cuerpos de socorro.
Identificar los lugares menos riesgosos dentro de esta (por ejemplo, donde no caigan vidrios ni objetos pesados encima o columnas estables que brinden un sitio de menor peligro) y fuera (alejados de árboles, tendido eléctrico o pasos sobre nivel).	Evacuar en caso de ser necesario o si así se lo indican.	Utilizar el teléfono únicamente para emergencias. Escuchar la radio o la televisión para obtener información sobre la emergencia, y posibles instrucciones de la autoridad a cargo (por ejemplo, Comisión Nacional de Emergencias, Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, Cruz Roja o INS). Ayudar a las personas heridas o que han quedado atrapadas. Si hay lesionados, pedir ayuda de primeros auxilios a los miembros de la brigada.
Todo el personal debe saber cómo actuar, cómo cortar el suministro de electricidad y los números de emergencia a	No se devuelva por objetos personales a la institución.	Efectuar una revisión de instalaciones eléctricas, agua, gas y teléfono, tomando las precauciones.

	<h1>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</h1>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS</b> <b>CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Rige a partir de: Abril, 2021	Versión: 1

los que pueden llamar de ser necesario. Tener siempre disponible el botiquín de primeros auxilios y adquirir más de estos en caso de ser necesario.		
--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

### 5.11.6 Erupción volcánica

Los volcanes pueden ser peligrosos si entran en erupción. Pueden arrojar gases, rocas, ceniza y lava. Algunos pueden lanzar piedras y golpear a la gente, dañar los techos de las casas y la agricultura, bloquear caminos. En otras ocasiones, pueden producir lluvias de ceniza, a veces acompañadas de gases tóxicos que producen quemaduras en la piel, impiden la respiración e irritan los ojos. También pueden bajar flujos de lava, normalmente a poca velocidad, que destruyen todo a su paso. Por los cauces de los ríos situados en las faldas del volcán, puede bajar lodo, piedras, árboles. ("¿Qué es una Erupción Volcánica?", 2020)

**Tabla XXXII: Metodología ante erupción volcánica**

ERUPCION VOLCANICA		
<b>ANTES</b> 	<b>DURANTE</b> 	<b>DESPUÉS</b> 
Identificar las zonas de riesgo.	Mantener la calma.	No consumir agua de la alcantarilla.
Mantener limpio los techos y canoas.	Estar atento en caso de evacuación.	En caso de verse atrapado espero a ser rescatado.

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>			Código: JPM-01	
	<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Rige a partir de: Abril, 2021	Versión: 1	

Estar atento al reporte de la Comisión Nacional de Emergencias en caso de erupciones o caída de ceniza.	Seguir las indicaciones de la Comisión Nacional de Emergencia y cuerpos de socorro.	Brindar ayuda a personas heridas o informe a la Cruz Roja.
Mantener disponible un botiquín de primeros auxilios y agua potable.	Evitar el contacto con ceniza o material desprendido por el volcán.	Mantenerse informado.
Realizar simulacros periódicos.	Proteger sus vías respiratorias.	No regresar a la zona afectada.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.11.7 Incendios forestales

Corresponde a un fuego que se propaga sin control a través de vegetación rural o urbana y pone en peligro a las personas, los bienes y el medio ambiente. En el mundo, los incendios forestales constituyen la causa más importante de destrucción de bosques. En un incendio forestal no sólo se pierden árboles y matorrales, sino también casas, animales, fuentes de trabajo e inclusive vidas humanas. ("¿Qué es un Incendio Forestal?", 2020)

**Tabla XXXIII: Metodología ante un incendio forestal**

INCENDIOS FORESTALES		
ANTES	DURANTE	DESPUÉS
		
Identificar las áreas vulnerables a incendios forestales.	Avisar al Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. Activar la voz de alerta. Informar al Comité de Preparativos y Respuesta ante Emergencia.	Seguir las instrucciones que brinden las autoridades permitidas.



# ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS

Código:  
JPM-01

## PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01

Elaborado por:  
José David Picado Méndez.  
Ingeniero Mecánico

Revisado por:  
Emilia Jiménez Jiménez.  
Katherine Acuña Ugalde

Aprobado por:  
Emilia Jiménez Jiménez.  
Katherine Acuña Ugalde

Rige a partir de:  
Abril, 2021

Versión: 1

Organizar y participar de capacitaciones relacionado con el tema.	Entregar la mayor cantidad de información de lo que está sucediendo al Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica y a las autoridades de respuesta.	Si hay heridos o desaparecidos reportémoslo inmediatamente al 9-1-1.
Realizar inspecciones periódicas, principalmente en época seca, de esas zonas.	Mantener la calma.	Evitar volver al área afectada, en caso de que tengamos que entrar en un área natural quemada, tener mucho cuidado. Los sitios calientes pueden volver a arder en cualquier momento.
Tener prevista una salida o ruta de evacuación a contraviento en caso de emergencia.	Si el fuego es leve intente apagarlo usando el extintor o bien agua, ramas o tierra sobre la base de las llamas.	Revisar cuidadosamente las instalaciones y verificar que no haya peligro.
Coordinar la limpieza periódica de todo desecho sólido acumulado en zonas que puede generar un incendio o fomentarlo.	Si el fuego es grave, apartarse en dirección opuesta al humo, considere que el fuego sube ladera arriba como en una chimenea.	Avisar a las autoridades competentes sobre los daños encontrados.
Ayudar a los profesionales de vigilancia y prevención de incendios forestales, respetar siempre sus indicaciones.	Evacuar caminando por los flancos, sin correr, pisando firme y seguro, siempre cuesta abajo o en dirección perpendicular al avance del fuego.	Coordinar las labores de rehabilitación del lugar.
Realizar simulacros periódicamente. Estar atentos a los mensajes oficiales que emiten la CNE. Permanecer alerta.	En caso de que el fuego alcance a una persona, brindar auxilio, ponerlo a girar sobre el suelo o envolver con una manta: el fuego se extinguirá por falta de comburente. (aire)	Realizar un informe de la emergencia.

Fuente: Elaboración propia.

	<h1>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</h1>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS</b> <b>CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

### 5.11.8 Inundaciones

Las inundaciones pueden definirse como la ocupación por el agua de zonas o áreas que en condiciones normales se encuentran secas. Se producen debido al efecto del ascenso temporal del nivel del río, lago u otros. Las inundaciones se producen principalmente por la ocurrencia de lluvias intensas prolongadas, como sucede durante las tormentas tropicales y el paso de huracanes, unido a dificultades locales en las alcantarillas y canoas provocado por diferentes causas, principalmente por la acción negligente de las personas. ("¿Qué es una Inundación?", 2020)

**Tabla XXXIV: Metodología ante una inundación**

INUNDACIONES		
<b>ANTES</b> 	<b>DURANTE</b> 	<b>DESPUÉS</b> 
Identificar ríos cercanos y otras fuentes de inundación como alcantarillas y canoas.	Activar la vos de alerta. Informar al Comité de Preparativos y Respuesta ante Emergencia.	Continuar las instrucciones comunicadas por las autoridades a través de los medios de comunicación.
Realizar inspecciones periódicas, principalmente en época lluviosa, de cauces, canoas u alcantarillas saturados de basura u obstruidos con troncos y otros desechos y repórtelas al Comité Municipal o a la Comisión de Emergencias.	Desconectar todo aparato eléctrico o máquina hasta asegurarse de que no haya peligro de un corto circuito.	Si hay heridos o desaparecidos reportar inmediatamente al 9-1-1.

	<h1>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</h1>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS</b> <b>CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

Coordinar la limpieza periódica de todo desecho sólido acumulado en zonas cercanas a ríos o quebradas, y también en alcantarillas y canoas, tanto internas como externas.	Mantener la calma. Evacuar el lugar hacia la zona segura o zonas altas.	Volver a la zona afectada por la inundación hasta que las autoridades lo recomienden.
Verificar las rutas para la evacuación y los sitios más seguros para albergues temporales.	No se devuelva por artículos personales. Evitar reingresar a la zona afectada.	Revisar cuidadosamente las instalaciones y verificar que no haya peligro.
Tener listo un maletín debidamente equipado en caso de emergencias.	Evitar cruzar ríos o puentes. Alejarse de alcantarillas y quebradas.	Coordinar las labores de rehabilitación del lugar.
Realizar simulacros de evacuación de forma periódica.	Estar atentos a los mensajes oficiales que emiten la CNE. Permanecer alerta.	Realizar un informe de la emergencia

Fuente: Elaboración propia.

### 5.11.9 Huracanes

Se define como un fenómeno meteorológico de la atmósfera baja, que puede describirse como un gigantesco remolino en forma de embudo. Puede alcanzar un diámetro de cerca de 1000 km y una altura de 10 km. Produce vientos con velocidades superiores a los 200 km/hora y con ráfagas de hasta 400 km/hora, trayendo consigo fuertes lluvias. ("¿Qué es un Huracán?", 2020)

	<h1>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</h1>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS</b> <b>CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Rige a partir de: Abril, 2021	Versión: 1

**Tabla XXXV: Metodología ante un huracán**

HURACANES		
<b>ANTES</b> 	<b>DURANTE</b> 	<b>DESPUÉS</b> 
Infórmese si las autoridades competentes tienen identificadas la zona donde trabajamos con este riesgo.	Active la vos de alerta. Informe al Comité de Preparativos y Respuesta ante Emergencia.	Seguir las instrucciones transmitidas por las autoridades a través de los medios de comunicación.
Seleccionemos cuidadosamente las zonas de mayor seguridad, estas deben ser internas y lejos de ventanas, equipemos esta área con un radio, una linterna de pilas, con repuestos necesarios y un botiquín de primeros auxilios.	Mantener la calma y tranquilicemos a los demás compañeros de trabajo. Una persona alterada puede cometer muchos errores.	Si hay heridos reportémoslo inmediatamente al 9-1-1.
Analicemos las probabilidades de tener que evacuar el lugar.	Desconectar el gas, la luz y el agua hasta asegurarse de que no haya fugas ni peligro de un corto circuito	Revise cuidadosamente las instalaciones y verifiquemos que no haya peligro.
Realice recorridos de inspección y seguridad periódicamente dentro de la empresa.	Trasladar a los sitios de seguridad elegidos como, edificaciones sólidamente construidas, sótanos o túneles.	Si la institución no sufrió daños, permanezca allí.
Identificar rótulos, postes y generadores eléctricos que puedan generar problemas en una emergencia.	Evitar estar cerca de puertas y ventanas, donde haya vidrios o espacios descubiertos.	Si la institución está en condiciones, rehabilite las labores.
Cortar las ramas de los árboles que podría desprenderse y causar daño.	Tener a mano la reserva de agua potable.	Asegurar que los equipos y máquinas eléctricas estén secos antes de conectarlos.

	<h1>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</h1>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS</b> <b>CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Rige a partir de: Abril, 2021	Versión: 1

En caso de aviso de huracán desconectemos todo equipo o máquina eléctrica.	Tener al alcance un radio encendido para recibir información e instrucciones de fuentes oficiales y una linterna.	Si la empresa presenta condiciones inseguras a raíz de la emergencia evacue el lugar ordenadamente.
En caso de aviso de huracán asegurar previamente los vidrios de las ventanas con cinta o papel adhesivo especial para evitar que alguien resulte herido	Vigilar constantemente el nivel del agua cercano al lugar de trabajo.	Coordine la recolección de desechos producidos por la emergencia en las afueras de la institución.
En caso de aviso de huracán aseguremos previamente las puertas y ventanas con soportes adicionales de hierro, que resistan el golpe de fuertes vientos	Si el viento abre una puerta o ventana, no avancemos hacia ella en forma frontal.	Informe al propietario de los daños y las medidas a tomar.
Realice simulacros periódicamente	No salir hasta que las autoridades indiquen que terminó el peligro.	Realice un informe de la emergencia.

Fuente: Elaboración propia

De igual manera el centro educativo podrá reforzar los procedimientos a los niños con el material recomendado que ofrece la Comisión Nacional de emergencias (**ver anexos G.2**) como parte de su proceso educativo e implementando su Política de Gestión del Riesgo fomentando la cultura preventiva en diferentes niveles.

### 5.12 Procedimiento de evacuación

EMAI estimará en forma aproximada la funcionalidad, alcances y limitaciones del plan, realizando simulacros y considerando el grado de cumplimiento del cronograma de actividades

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

propuesto para las mejoras de las condiciones de seguridad para casos de emergencia, así como las recomendaciones que emitan las autoridades competentes que velan por la salud y seguridad de los trabajadores en los centros de trabajo (Comisión Nacional de Emergencias, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Instituto Nacional de Seguros, Ministerio de Salud, Consejo de Salud Ocupacional).

### **Tipos de evacuación**

**Evacuación parcial:** se producirá solo cuando el evento amerite evacuar a los ocupantes del lugar en forma independiente hacia un lugar o punto de reunión interno.

**Evacuación total:** se realizará cuando la situación o evento sea tal que se requiera evacuar totalmente el lugar, el Centro de Comando dará las indicaciones respectivas.

### **Procedimiento en caso de evacuación**

El EMAI debe de seguir un procedimiento de evacuación adecuado para lograr la máxima respuesta ante una emergencia, esta evacuación debe tener como objetivo principal proteger la vida de los ocupantes del lugar, se debe preparar a los ocupantes continuamente mediante simulacros los procedimientos de evacuación, los procedimientos a seguir cuando se realiza una evacuación son:

1. Dar el aviso de evacuación.
2. En caso de incendio llamar a los bomberos o al 911.
3. Mantener la calma.

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>	Código: JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Rige a partir de: Abril, 2021	Versión: 1

4. En caso de sismos o terremotos protegerse la cabeza colocando sus manos sobre ella.
5. En caso de incendio con propagación de humo colocar un paño, pañuelo o prenda en nariz y boca y mantenerse agachado.
6. En caso de sismo o terremoto salga de forma ordenada caminando en fila, protegiéndose la cabeza y cuello. Si está en un segundo o tercer piso descienda siempre por su derecha y con una mano firme en el pasamano o barandal.
7. En caso de incendio con presencia de humo salga agachado, como gateando, protegiéndose la boca y nariz, siempre de forma ordenada y en fila.
8. En caso de niños que no se puedan movilizar solos se debe asignar siempre un responsable que le ayude a evacuar el área.
9. Siempre descienda, no ascienda en una emergencia se debe buscar siempre los pisos inferiores y no superiores.
10. Reúnase en la zona segura o punto de reunión en caso de una evacuación parcial.
11. Nunca se devuelva por objetos personales.
12. En caso de una evacuación total, donde se debe abandonar el lugar se debe dirigir a los alumnos y docentes hasta un área segura más cercana como un lote baldío o plaza.
13. En caso de personas heridas o atrapadas informe al 911.

## 5.13 Evaluación y recuperación

### 5.13.1 Evaluación de daños y análisis de necesidades

Esta labor la realizar los miembros de Centro de Comando, quienes indicaran mediante un informe los principales daños que ocasionó la emergencia, las personas afectadas o lesionadas, las condiciones de la infraestructura y las necesidades inmediatas, tales como:

- ✓ Valoración por el Benemérito Cuerpo de Bomberos o de la Comisión de Emergencia los daños ocasionados por la emergencia.
- ✓ Intervención de profesionales evaluadores.
- ✓ Intervención de contratistas.
- ✓ Inversión requerida.
- ✓ Posibles instalaciones temporales de áreas de trabajo.

	<b>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</b>			<b>Código:</b> JPM-01
	<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS CNE-NA-INTE-DN-01</b>			
Elaborado por: José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	Revisado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Aprobado por: Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	Rige a partir de: Abril, 2021	Versión: 1

Toda esta información será comunicada de forma oportuna y pronta a la municipalidad, quien será la persona responsable de actuar en la intervención.

### 5.14 Evaluación del Plan de Preparativos y Respuesta ante Emergencias

El Programa de Atención de Emergencias será revisado, evaluado y actualizado cada 6 meses determinando su efectividad. Se deberá realizar un simulacro de sismo, incendio y de primeros auxilios, tomando en cuenta la siguiente evaluación:

**Tabla XXXVI: Tabla de evaluación**

Acciones del Comité	Procedimiento	Malo	Regular	Bueno
1-Evacuación y rescate				
	Utilización de la alarma o sistema de aviso.			
	Evacuación orden y coordinación.			
	Duración de la evacuación.			
	Labores de rescate.			
	Informe al puesto de mando.			
	Se mantuvo la seguridad propia.			
2-Prev. y combate de incendio				
	Se identificó el lugar del incendio.			
	Se combatió el incendio.			
	Se mantuvo la seguridad propia.			
	Informe al puesto de mando.			
3- Primeros Auxilios				
	Evaluación de la escena.			
	Asegura escena.			
	Revisión primaria.			
	Revisión secundaria.			

	<h1>ESCUELA DE ARTES MUSICALES INTEGRADAS</h1>	<b>Código:</b> JPM-01		
<b>PLAN DE PREPARATIVOS Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS</b> <b>CNE-NA-INTE-DN-01</b>				
<b>Elaborado por:</b> José David Picado Méndez. Ingeniero Mecánico	<b>Revisado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Aprobado por:</b> Emilia Jiménez Jiménez. Katherine Acuña Ugalde	<b>Rige a partir de:</b> Abril, 2021	<b>Versión:</b> 1

	Toma de signos.			
	Traslado y transporte.			
	Informe al puesto de mando y otros.			
<b>4-Seguridad</b>				
	Coordinación con la Comisión de Seguridad e Higiene.			
	Informe al puesto de mando.			
<b>5- Puesto de mando</b>				
	Instalación del puesto de mando.			
	Coordinación activación alarma.			
	Decisiones tomadas para la operación de la Comisión de Seguridad e Higiene.			
	Comunicación con organismos de ayuda externa.			
	Declaración de la finalización de emergencia.			

Fuente: Elaboración propia.

## **6. Conclusiones**

La casa de la Cultura (EMAI) posee la necesidad de implementar un sistema fijo de protección contra incendios, con sistemas de rociadores automáticos, gabinetes, extintores portátiles, sistema de detección y notificación contra incendio.

Se concluye mediante un análisis de riesgo de dos tipos, que la casa de la Cultura es una edificación que tiene un riesgo leve ante el fuego en su totalidad.

El sistema de detección contra incendios es una necesidad y no se debe optar por su excepción, así la legislación nacional o internacional permita una exclusión, por las riquezas culturales y necesidades del edificio.

El EMAI ocupa un sistema de detección tipo direccionable o inteligente para poder atacar la emergencia de la manera más rápida posible, para conservar la integridad humana y cultural que se encuentra dentro de él.

La edificación requiere un tipo de lazo clase A para respaldar el sistema de detección y reducir la cantidad de detectores perdidos en una eventual falla.

Las estaciones manuales del sistema de notificación deben ser direccionables o inteligentes, para poder detectar donde se está activando la estación manual, ya sea por una emergencia real o por un acto de vandalismo

Las sirenas y las luces no precisan ser direccionables o inteligentes, por el tamaño y cantidad de dispositivo del lugar, para no elevar el costo del proyecto de una forma innecesaria.

La situación más demandante hidráulicamente del sistema de supresión es la determinada por el sistema de gabinetes con una presión de 1976.76 bar (136,30 psi) y un caudal de 1958.76 l/min (517.45 GPM) en su situación más crítica.

Para este proyecto es necesario una bomba tipo de turbina vertical sumergible de 1892.7 l/min (500 GPM) a 9.65 Bar (140 psi), con una casa de máquinas en la superficie y un tanque subterráneo de 5678 litros (1500 galones) que no supere los 3 metros de altura.

Es necesario un presupuesto para el sistema de detección y notificación de ₡36 768 989,97 (\$59 304,82); para el sistema de supresión ₡160 486 594 (\$258 849,35) necesarios para efectuar la obra.

Es urgente implementar un plan de evacuación de emergencias debido a la cantidad de personas, adultos mayores y niños que asisten a esta institución.

El EMAI es una institución que posee muchos objetos de valor económico y cultural, por lo tanto, debe implementar un sistema fijo de protección contra incendios y un sistema más robusto de seguridad para la conservación de los bienes del edificio.

El aspecto cultural es una prioridad para la comunidad, por lo que se concluye que debido a toda la cantidad de personas que asisten a los eventos, el edificio debe estar preparado para su crecimiento, necesitándose con urgencia el sistema de supresión, detección y notificación, así como el plan de evacuación; para poder ayudar a la comunidad con una mejor educación y enseñanza a nivel cultural, artístico y social, los cuales son los propósitos de dicha institución.

## **7. Recomendaciones**

Primeramente, se recomienda la implementación del diseño del sistema de supresión, detección y notificación realizado en este proyecto para la Casa de la Cultura (EMAI) para salvaguardar a todos los usuarios y personas de alto riesgo que asisten a este centro.

Contratar un profesional en Ingeniería Mecánico con experiencia comprobada en la dirección de sistemas contra incendios, externo a la empresa que se va a encargar de la instalación de manera previa, para que analice las ofertas y supervise la instalación.

Elaborar un análisis interno y externo de la edificación de manera previa cuando se va a implementar el diseño de supresión, detección y notificación contra incendios, por posibles cambios que puedan ocurrir, afectando el tipo de riesgo, ubicación de tuberías, rociadores, gabinetes, detectores y otras variables que se toman en cuenta en el diseño. Esta labor debe ser desempeñada por un especialista.

Contratar a personal altamente calificado y con experiencia demostrada para instalar el sistema de supresión, detección y notificación de incendios, para evitar fallas graves y difíciles de detectar, así como exigir una garantía extendida en la instalación.

Mantener los equipos, materiales y accesorios propuestos en el diseño para poder cumplir con los requisitos de la NFPA y el Cuerpo Benemérito de Bomberos a cabalidad. Por consiguiente, evitar cualquier inconveniente posible que se pueda generar por un cambio de marca o modelo.

Verificar que todos los rociadores automáticos instalados tengan la misma temperatura de operación.

Se recomienda utilizar tubería roscada únicamente para tuberías de hierro negro menores a 63.50 mm (2 ½ pulgadas) de diámetro nominal; mayores a 63.50 mm (2 ½ pulgadas) tubería ranurada para reducir los costos y las pérdidas por fricción, así como facilitar la instalación y garantizar la seguridad.

Se recomienda solicitar un hidrante, debido a que el existente brinda la posibilidad de brindar cobertura a la parte oeste del edificio, sin embargo; la noreste no cumple con las distancias máximas que debe tener un hidrante a la toma siamesa, para que el Benemérito Cuerpo de Bomberos pueda atacar alguna emergencia.

Implementar el Plan de Evacuación de Emergencias, según la norma INTECO, para prevenir cualquier siniestro la población que asiste a este centro. Siguiendo todas las condiciones expuestas, capacitando y formando todos los comités necesarios establecidos en el plan.

Construir una segunda escalera de emergencia en el lado oeste del edificio para que los trayectos en los pasillos no sean de tantos metros y se pueda evacuar de una manera más eficiente ante una emergencia

Realizar un mantenimiento preventivo establecidos en la NFPA 25 para el sistema de supresión, la NFPA 10 para los extintores, el mencionado en la NFPA 72 para el sistema de detección y notificación contra incendios. El mantenimiento correctivo se debe realizar con un tiempo de respuesta reducido y que garantizar la operación continua durante todo el año.

## 8. Referencias bibliográficas

Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica (2013). Manual de Disposiciones Técnicas Generales sobre Seguridad Humana y Protección contra Incendios. San José Costa Rica.

Bottani, E., Odetti, H., Pliego, O., & Villareal, E. (2006). *Química* (2nd ed.). Santa Fe, Argentina: Universidad Nacional del litoral.

Clases de fuego y principales materiales combustibles. (2019). Recuperado de: <https://www.fragaservi.com/actualidad/Clases-fuego-y-principales-materiales-combustibles-116>

Çengel, Y., & Ghajar, A. (2011). *Transferencia de calor y masa* (3rd ed.). México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana.

Comisión Nacional de Emergencias. Santa Ana Descripción de Amenazas. (pp. 1-3). San Jose. Recuperado de: [https://www.cne.go.cr/reduccion\\_riesgo/mapas\\_amenzas/mapas\\_de\\_amaneza/san\\_jose/Santa%20Ana%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf](https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenzas/mapas_de_amaneza/san_jose/Santa%20Ana%20-%20descripcion%20de%20amenazas.pdf)

Escuela Municipal de Artes Integradas - EMAI. (2019). Recuperado de: <https://si.cultura.cr/infraestructura/escuela-municipal-de-artes-integradas-ema.html>

¿Fuego?. (2019). ¿Qué es el Triángulo del Fuego? - Extintores Presman. Recuperado de: <https://www.extintorespresman.es/triangulo-del-fuego/>

Goudsblom, J. (1995). *Fuego y civilización*. Buenos Aires: Andres Bello.

Hitado Escuderos, P. (2015). *Teoría del Fuego* (1st ed.). Guadalajara: Gricker Orgemer.  
Recuperado de: <http://www.face2fire.com/wp-content/temario%20bomberos%20especifico/1-Incendios/M1-Incendios-v6-01-teoriaFuego.pdf>

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica y Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias, CNE-NA-INTE DN 01 (2014). Norma de Planes Preparativos y Respuesta ante Emergencias para Centros Laborales y de Ocupación Pública. CNE-NA-INTE DN.

Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo. (2018). *El Reglamento de Construcciones Del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo N° 6306*. San José.

La Presidenta de la República y la Ministra de Economía, Industria y Comercio. (2011). *RTCR 458:2011 Reglamento de Oficialización Del Código Eléctrico de Costa Rica para la Seguridad de la Vida y de la Propiedad*. San José.

National Fire Protection Association, NFPA 1 (2012). Código de Incendios. NFPA, Quincy, MA.

National Fire Protection Association, NFPA 10 (2018). Norma para Extintores Portátiles contra Incendios. NFPA, Quincy, MA.

National Fire Protection Association, NFPA 13 (2019). Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores. NFPA, Quincy, MA.

National Fire Protection Association, NFPA 14 (2019). Norma para la Instalación de Sistemas de Tubería Vertical y Mangueras. NFPA, Quincy, MA.

National Fire Protection Association, NFPA 20 (2019). Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra Incendios. NFPA, Quincy, MA.

National Fire Protection Association, NFPA 72 (2016). Código Nacional de Alarmas de incendio y señalización. NFPA, Quincy, MA

National Fire Protection Association, NFPA 101 (2018). Código de Seguridad Humana. NFPA, Quincy, M.

National Fire Protection Association, NFPA921 (2001). Código Nacional de Alarmas de incendio y señalización. NFPA, Quincy, MA

Paniceres, C. J. L., Garcés, L. D., & Gallo, T. T. (2010). *Tutorial de bomberos: Bloque específico. vol. i*. Recuperado de: <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr>

JLA, N. (2019). NFPA en español. Recuperado de: <https://www.nfpajla.org/nfpa-en-lationoamerica/nfpa-en-espanol>

¿Qué es una Erupción Volcánica? (2020). Recuperado el 20 mayo del 2020, de: [https://www.cne.go.cr/reduccion\\_riesgo/informacion\\_educativa/recomentaciones\\_consejos/erupcion.aspx#:~:text=Los%20volcanes%20pueden%20ser%20peligrosos,y%20da%C3%B1os%20en%20la%20agricultura.](https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/informacion_educativa/recomentaciones_consejos/erupcion.aspx#:~:text=Los%20volcanes%20pueden%20ser%20peligrosos,y%20da%C3%B1os%20en%20la%20agricultura.)

¿Qué es una Inundación? (2020). Recuperado el 20 mayo del 2020, de: [https://www.cne.go.cr/reduccion\\_riesgo/informacion\\_educativa/recomentaciones\\_consejos/inundacion.aspx#:~:text=Las%20inundaciones%20pueden%20definirse%20como,del%20r%C3%ADo%2C%20lago%20u%20otro.](https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/informacion_educativa/recomentaciones_consejos/inundacion.aspx#:~:text=Las%20inundaciones%20pueden%20definirse%20como,del%20r%C3%ADo%2C%20lago%20u%20otro.)

¿Qué es un Derrumbe o Deslizamiento? (2020). Recuperado el 20 mayo del 2020, de: [https://www.cne.go.cr/reduccion\\_riesgo/informacion\\_educativa/recomentaciones\\_consejos/derrumbe.aspx#:~:text=Un%20derrumbe%20o%20deslizamiento%20se,afectan%20a%20los%20seres%20humanos.](https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/informacion_educativa/recomentaciones_consejos/derrumbe.aspx#:~:text=Un%20derrumbe%20o%20deslizamiento%20se,afectan%20a%20los%20seres%20humanos.)

¿Qué es un Huracán? (2020). Recuperado el 20 mayo del 2020, de:  
[https://www.cne.go.cr/reduccion\\_riesgo/informacion\\_educativa/recomentaciones\\_consejos/huracan.aspx#:~:text=Se%20define%20como%20un%20fen%C3%B3meno,una%20altura%20de%2010%20km.&text=El%20territorio%20costarricense%20nunca%20ha%20recibido%20el%20impacto%20directo%20de%20un%20hurac%C3%A1n.](https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/informacion_educativa/recomentaciones_consejos/huracan.aspx#:~:text=Se%20define%20como%20un%20fen%C3%B3meno,una%20altura%20de%2010%20km.&text=El%20territorio%20costarricense%20nunca%20ha%20recibido%20el%20impacto%20directo%20de%20un%20hurac%C3%A1n.)

¿Qué es un Incendio Estructural? (2020). Recuperado el 20 mayo del 2020, de:  
[https://www.cne.go.cr/reduccion\\_riesgo/informacion\\_educativa/recomentaciones\\_consejos/incendios.aspx#:~:text=Es%20un%20fen%C3%B3meno%20que%20se,y%20una%20fuente%20de%20calor.](https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/informacion_educativa/recomentaciones_consejos/incendios.aspx#:~:text=Es%20un%20fen%C3%B3meno%20que%20se,y%20una%20fuente%20de%20calor.)

¿Qué es un Sismo? (2020). Recuperado el 20 mayo del 2020, de:  
[https://www.cne.go.cr/reduccion\\_riesgo/informacion\\_educativa/recomentaciones\\_consejos/sismo.aspx](https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/informacion_educativa/recomentaciones_consejos/sismo.aspx)

Quintela, C. J. M. (2008). *Instalaciones contra incendios*. Recuperado de:  
<https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr>

Vicente Méndez, M. (1995). *Tuberías a presión en los sistemas de abastecimiento de agua*. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello, Facultad de Ingeniería.

## Apéndice A: Análisis del riesgo

¿Qué pasaría si...?	Consecuencia/ Riesgo	Protección	Recomendación
¿Si existe un temblor?	Por la naturaleza que, de la posición geográfica, con relación a fallas sísmicas y posibilidad de sufrir efectos y consecuencias por temblores y terremotos, consecuencia con posibilidad de daños a estructuras y a la población en general.	Se pondrá en práctica medidas preventivas y de emergencia tanto en las instalaciones como en la respuesta y comportamiento de las personas. Durante el evento y desarrollo de un sismo se debe aplicar el protocolo de emergencia con el fin de poner a salvo a las personas que se encuentran dentro de las instalaciones. Para este efecto, la brigada deberá tomar acciones y dirigir a las personas a los lugares de seguridad previamente identificados y habilitar las disposiciones establecidas para este tipo de emergencia. El edificio fue construido con técnicas constructivas antisísmicas.	Implementar el plan de emergencias, creación de brigada de emergencia, entrenamiento de personal, inducción obligatoria todos los estudiantes del protocolo de emergencia y respuesta ante cualquier emergencia, el día uno de inicio de lecciones; además en eventos implementar un recordatorio de forma general y con lenguaje apropiado e inclusivo para todas las personas presentes en caso de emergencia (diferentes idiomas de requerirlo y en LESCO).
¿Hay un deslizamiento?	Sobre este particular la estructura no corre ningún riesgo en este sentido, por cuanto el terreno en que se ubica la construcción es de características planas, no existiendo	Se debe mantener comunicación con el Comité Municipal de Emergencias sobre información relacionado con el riesgo de deslizamiento que	Línea de comunicación directa con el Comité de emergencias.

	<p>desniveles topográficos que hagan indicar una amenaza para las instalaciones. Sin embargo, en un rango de 8 a 10 km se encuentran los cerros de Tapezco y Chitaria,</p>	<p>pueda darse en áreas circunvecinas y que puedan tener alguna consecuencia en las instalaciones e infraestructuras, aunque estas se encuentren distantes del lugar de los eventos. Las recomendaciones de la Comisión de Emergencia deberán ser atendidas oportunamente y poner en práctica los protocolos de seguridad que cuenten las instalaciones.</p>	
<p>¿Si existe una inundación?</p>	<p>El Cantón de Santa Ana posee una red fluvial bien definida, la misma cuenta con un grupo de ríos y quebradas que no se pueden considerar como una amenaza hidrometeorológica del cantón, además a lo anterior se le debe agregar que la topografía pesada del cantón y ríos con cauces encañonados no permiten que se presenten inundaciones con frecuencia; consecuencia de posible cierre de calles no cercanas a la edificación.</p>	<p>Se debe mantener comunicación con el Comité Municipal de Emergencias sobre información relacionado con el riesgo de inundaciones que pueda darse en áreas circunvecinas, sin embargo, se considera que este riesgo es muy poco probable.</p>	<p>Línea de comunicación directa con el Comité de emergencias.</p>
<p>¿Si, por cualquier motivo, se corta el</p>	<p>Los cortes de electricidad no son</p>	<p>La edificación cuenta con un sistema de</p>	<p>Revisar todas las luces de</p>

suministro de corriente de la edificación?	habituales, pero se pueden generar de manera indirecta debido a otro desastre natural o humano.	luces de emergencia y un generador de emergencia.	emergencia estén funcionando adecuadamente y que estén en los lugares indicados.
¿Si no existe una debida instalación de tomacorrientes?	Si hay una correcta instalación de tomacorrientes	Tienen entubada la instalación eléctrica.	Realizar un cierre en donde se ubica el ducto eléctrico, para que solo personal autorizado pueda tener acceso y rotular el riesgo eléctrico existente en este espacio, esto para que los estudiantes tengan precaución.
¿Si conectan equipo en una conexión a la cual no corresponde su amperaje?	Si existe una conexión correcta de los equipos y cuenta con dispositivos de seguridad.	Tienen ups para proteger los equipos.	Revisar periódicamente que todos los equipos estén conectados a su equipo de protección.
¿Si entra en combustión el material terminado, almacenado en racks a más de 6 m de altura?	No existe riesgo, debido a que no hay material almacenado a más de 6 m de altura	Solo existe material en una bodega de papeles, material inflamable a menos de 6 metros de altura.	No colocar material inflamable a más de 6 metros de altura en los racks.
¿Si no hay suficiente espaciamiento entre puertas?	No existe riesgo, si hay suficiente espacio entre puertas.	El ancho de las puertas es apropiado para la cantidad de personas simultaneas.	No obstruir los medios de egreso en ningún momento.
¿Si no cuenta con iluminación de emergencia?	No existe este riesgo, Si cuenta con iluminación emergencia.	Cuenta con iluminación de emergencia.	Verificar que todas las luces de emergencia funcionen de manera correcta.
¿Si no cuenta con hidrantes cerca?	Si cuenta con un hidrante cercano.	Cuenta con un hidrante cercano.	Solicitar un hidrante más, debido a la

			extensión del edificio y la ubicación del existente.
¿Si no cuenta con salidas de emergencia?	Cuenta con salidas de emergencia y hay escaleras de emergencia, sin embargo cuenta con corredores de bastante longitud, puede generar problema en caso de algún siniestro, debido a que existe gran cantidad de personas y hay eventos masivos.	Cuenta con una escalera de emergencia y salidas de emergencia.	Construir la segunda escalera de emergencia del lado Oeste.
¿Si no se cuenta con una zona segura en caso de una emergencia?	No presenta riesgo, debido a que si se cuenta con puntos de reunión.	Cuenta con puntos de reunión.	Brindar una charla de inducción a todos los estudiantes sobre los puntos de reunión.
¿Si no se cuenta con sistema de protección contra incendios?	No cuenta con un sistema preciso de protección contra incendios, por lo que existe un riesgo de que si ocurre un evento de este tipo pueda provocar que personas adultas mayores, niños se encuentren en riesgo.	Sistemas de extintores.	Desarrollar un sistema de supresión, detección y notificación contra incendios, debido al tamaños del edificio, cantidad de personas que asisten regularmente y
¿Si los materiales constructivos del cielorraso entran en combustión fácilmente?	Si entran fácilmente, son la mayor fuente de traslado del fuego en caso de un incendio.	Sistema de extintores.	Implementar un sistema de supresión de rociadores automáticos, alarmas y notificación.
¿Si la edificación no cuenta con muros corta fuego?	No hay riesgo, Si cuenta con muros corta fuego.	Muros corta fuego.	

¿Si no cuenta con extintores portátiles?	No hay riesgo, debido a que cuenta con extintores.	Cuenta con un sistema de extintores.	Verificar o subcontratar a empresas para recargar los extintores de manera periódica, diseñar un sistema de extintores de acuerdo con la NFPA 10.
¿Si no existen gabinetes?	No existen, una protección no adecuada bajo los estándares, podría provocar pérdidas de personas y materiales.	No cuenta con esta protección.	Implementar un sistema de supresión indicado y utilizar gabinetes de ser necesario.
¿Si los materiales constructivos del edificio arden fácilmente??	Si, existe riesgo porque el piso del auditorio y del aula de ballet que es de madera, el cielo raso.	No cuenta con protección.	Implementar un sistema de supresión, detección y notificación contra incendios.
¿Hay cables de la instalación eléctrica sueltos, presentan algún peligro?	No existe ningún riesgo de algún cable suelto.	Correcta instalación eléctrica.	Programar revisión periódica de las instalaciones eléctricas de las instalaciones por el personal de mantenimiento.
¿En el área de comidas o de cocina hay tanques de gas u otro combustible con tuberías, dentro o fuera de instalaciones eléctricas que representen algún peligro?	No están en funcionamiento, sin embargo, cuentan con el sistema de gas inactivo.	No cuentan con ninguna protección para el sistema de gas.	En caso de implementar el sistema de gas, el sistema de protección contra incendios esté funcionando correctamente.

## Apéndice B: Cálculo de capacidad de baterías

Código	Descripción	Corriente "STAND BY" por unidad(A)		Cantidad		Total Corriente "STAND BY" por ítem (A)	Corriente de alarma por unidad		Cantidad		Total corriente alarma por ítem		
4007	Panel de Control Principal	0,6980	X	1	=	0,6980	0,8450	X	1	=	0,8450		
4009-9201	Fuente de externa 2NAC	0,4000	X	1	=	0,4000	0,6000	X	1	=	0,6000		
4098-9714	Detector de humo	0,0001	X	93	=	0,0093	0,0005	X	94	=	0,0470		
4098-9733	Detector de temperatura	0,0001	X	1	=	0,0001	0,0005	X	0	=	0,0000		
4906-9151	Sirena con parlante	0,0000	X	0	=	0,0000	0,2040	X	0	=	0,0000		
4090-9001	Módulo de monitoreo	0,0001	X	8	=	0,0008	0,0005	X	8	=	0,0040		
4099-9003	Estación manual	0,0001	X	8	=	0,0008	0,0005	X	8	=	0,0040		
4090-9002	Módulo de rele	0,0001	X	0	=	0,0000	0,0160	X	0	=	0,0000		
4906-9131	Sirena con luz intemp	0,0000	X	31	=	0,0000	0,2590	X	31	=	8,0290		
4906-9101	Anunciador remoto	0,5000	X	0	=	0,0000	0,6500	X	0	=	0,0000		
0	0	0,0000	X	0	=	0,0000	0,0000	X	0	=	0,0000		
<b>Total Sistema Corriente en espera ("stand by") (A)</b>						<b>1,1090</b>	<b>Total Sistema Corriente alarma (A)</b>						<b>9,5290</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Apéndice C: Memoria de cálculo hidráulico de gabinetes

Nodo	Elevación (pies)	Flujo (GPM)		Diámetro Nominal (pulgada)	Diámetro interno (pulgada)	Longitud de la Tubería (pies)		Perdida por fricción C (psi/pies)		Resumen de presiones		Presión Total (psi)	Cédula Tubería
		q	Q			L		C		Pt(psi)	Pe(psi)		
9	0	q		2 1/2	2,469	L	1,3	C	120	Pt(psi)	100,00	100,00	40
		Q	250,00			A	4	K	0	Pe(psi)	0,00		
						T	5,3	P	0,22	Pf(psi)	1,14		
10	0	q	0,00	2 1/2	2,635	L	12,4	C	120	Pt(psi)	101,14	101,14	10
		Q	250,00			A	0	k	0	Pe(psi)	0,000		
						T	12,4	P	0,16	Pf(psi)	1,95		
11	0	q	0,00	2 1/2	2,635	L	55,9	C	120	Pt(psi)	103,09	103,09	10
		Q	250,00			A	16,5	k	0	Pe(psi)	0,00		
						T	72,4	P	0,16	Pf(psi)	11,36		
7	40	q	267,45	4	4,26	L	40	C	120	Pt(psi)	114,44	114,44	10
		Q	517,45			A	26,3	k	25,00	Pe(psi)	17,32		
						T	66,3	P	0,06	Pf(psi)	3,85		
8	0	q	0,00	6	6,357	L	60	C	150	Pt(psi)	135,62	135,62	10
		Q	517,45			A	65,4	k	0	Pe(psi)	0,00		
						T	125	P	0,0055	Pf(psi)	0,69		

Fuente: Elaboración propia.

## Apéndice D: Memoria de cálculo hidráulico de rociadores automáticos

Nodo	Elevación (pies)	Flujo en (GPM)		Diámetro Nominal (pulgadas)	Diámetro interno (pulgadas)	Longitud de la Tubería (pies)			Perdida por fricción C (psi/pies)			Resumen de presiones		Presión Total (psi)	Ced Tubería
		q	Q			L	A	T	C	K	P	Pt(psi)	Pe(psi)		
1	0	q		1	1,049	L	14,7	C	120	Pt(psi)	12,25	12,25	40		
		Q	19,60			A	2	K	5,6	Pe(psi)	0,00				
						T	16,7	P	0,13	Pf(psi)	2,09				
2	0	q	21,21	1	1,049	L	9,18	C	120	Pt(psi)	14,34	14,34	40		
		Q	40,81			A	5	k	5,6	Pe(psi)	0,000				
						T	14,18	P	0,49	Pf(psi)	6,90				
3	0	q	0,00	2 1/2	2,635	L	10,36	C	120	Pt(psi)	21,25	21,25	10		
		Q	40,81			A	24,71	k	0	Pe(psi)	0,00				
						T	35,07	P	0,01	Pf(psi)	0,19				
4	0	q	40,99	1	1,049	L	9,28	C	120	Pt(psi)	21,44	21,44	40		
		Q	40,99			A	5	k	8,85	Pe(psi)	0,00				
						T	14,28	P	0,49	Pf(psi)	7,01				
5	0	q	29,87	1 1/4	1,38	L	3,93	C	120	Pt(psi)	28,45	28,45	40		
		Q	111,67			A	6	k	5,60	Pe(psi)	0,00				
						T	9,93	P	0,82	Pf(psi)	8,19				
6	0	q	53,59	2 1/2	2,635	L	8,2	C	120	Pt(psi)	36,64	36,64	10		
		Q	165,26			A	16,47	k	8,85	Pe(psi)	0,00				
						T	24,67	P	0,07	Pf(psi)	1,80				
12	0	q	54,89	2 1/2	2,635	L	7,8	C	120	Pt(psi)	38,44	38,44	10		
		Q	220,15			A	8,237	k	8,85	Pe(psi)	0,00				
						T	16,04	P	0,124	Pf(psi)	1,99				
13	0	q	56,29	2 1/2	2,635	L	60	C	120	Pt(psi)	40,42	40,42	10		
		Q	276,44			A	8,237	k	8,85	Pe(psi)	0,00				
						T	68,24	P	0,1890	Pf(psi)	12,89				
9	0	q	0,00	2 1/2	2,635	L	120,4	C	120	Pt(psi)	53,32	53,32	10		
		Q	276,44			A	37,07	k	0	Pe(psi)	0,00				
						T	157,5	P	0,1890	Pf(psi)	29,76				

7	26	q	0,00	6	6,357	L	40	C	120	Pt(psi)	83,08	83,08	10
		Q	276,44			A	88,01	k	0	Pe(psi)	11,26		
		T	128			P	0,0026	Pf(psi)	0,33				
8	0	q	0,00	6	6,357	L	60	C	150	Pt(psi)	94,67	94,67	10
		Q	276,44			A	35,21	k	0	Pe(psi)	0,00		
		T	95,21			P	0,0017	Pf(psi)	0,16				

Fuente: Elaboración propia.

## Apéndice E: Planos de sistema de detección y notificación de incendios

ÍNDICE Y NUMERACIÓN DE LÁMINAS MECÁNICAS	
LÁMINA	DESCRIPCIÓN
EE-00	ÍNDICE Y NUMERACIÓN DE LÁMINAS
EE-01	PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE DETECCIÓN DE INCENDIO -NIVEL 1
EE-02	PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE DETECCIÓN DE INCENDIO -NIVEL 2
EE-03	PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE DETECCIÓN DE INCENDIO -NIVEL 3
EE-04	PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE ALARMA CONTRA INCENDIO -NIVEL 1
EE-05	PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE ALARMA CONTRA INCENDIO -NIVEL 2
EE-06	PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE ALARMA CONTRA INCENDIO -NIVEL 3
EE-07	DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA

Fuente: Elaboración propia.

## Apéndice F: Planos de sistema de supresión de incendios

ÍNDICE Y NUMERACIÓN DE LÁMINAS MECÁNICAS	
LÁMINA	DESCRIPCIÓN
ME-00	ÍNDICE Y NUMERACIÓN DE LÁMINAS
ME-01	PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE SUPRESIÓN DE INCENDIO -NIVEL 1
ME-02	PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE SUPRESIÓN DE INCENDIO -NIVEL 2
ME-03	PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE SUPRESIÓN DE INCENDIO -NIVEL 3
ME-04	PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE SUPRESIÓN DE INCENDIO -CORTE A-A
ME-05	PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE SUPRESIÓN DE INCENDIO -CASA DE MÁQUINAS
ME-06	PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE CASA DE MÁQUINAS

Fuente: Elaboración propia.

## **Apéndice G: Rutas de evacuación en casos de emergencia de la Escuela Municipal de Artes Integradas**

ME-08-PISO I SECTOR ESTE ESTOY AQUÍ LIBRERIA

ME-08-PISO I SECTOR ESTE ESTOY AQUÍ

ME-08-PISO I SECTOR ESTE ESTOY AQUÍ BODEGA

ME-08-PISO I SECTOR ESTE ESTOY AQUÍ RECEPCIÓN

ME-09-PISO I SECTOR OESTE BAÑOS

ME-09-PISO I SECTOR OESTE GALERÍA DE ARTE

ME-10-PISO II SALIDA DE LA SALA DE ENSAYOS DANZA SUR Y BAÑOS

ME-11-PISO III ESTOY AQUÍ AGREGADOS

ME-11-PISO III ESTOY AQUÍ CUBÍCULOS SECTOR ESTE

ME-11-PISO III ESTOY AQUÍ CUBÍCULOS SECTOR OESTE

ME-11-PISO III ESTOY AQUÍ INTERSECCIÓN SALIDA DEL AUDITORIO, ASCENSORES Y AGREGADO

ME-11-PISO III ESTOY AQUÍ

ME-12-PISO II CORTE ESTOY AQUÍ EN ASECENSOR

ME-12-PISO II ESTOY AQUÍ AULAS SECTOR ESTE

ME-12-PISO II ESTOY AQUÍ SALA DE BALLET -BALCON

ME-13-PISO III ESTOY AQUÍ AUDITORIO Y BAÑOS

ME-13-PISO III ESTOY AQUÍ DEBAJO DE CUARTO DE SONIDO

ME-13-PISO III ESTOY AQUÍ DENTRO DEL AUDITORIO

ME-13-PISO III ESTOY AQUÍ POR SALIDA DE ESCENARIO

Fuente: Elaboración Propia.

## Anexo A: Plan de evacuación de emergencias

### Anexo A.1

<b>FICHA CONTROL DEL PERSONAL</b>			
<b>DATOS PERSONALES</b>			
<b>NOMBRE</b>	<b>1.APELLIDO</b>		<b>2.APELLIDO</b>
<b>NACIONALIDAD</b>	<b>FECHA DE NACIMIENTO</b>		<b>IDENTIFICACION</b>
	<b>DIA/MES/AÑO</b>		
<b>DIERRECCION</b>			
<b>PROVINCIA</b>	<b>CANTON</b>		<b>DISTRITO</b>
<b>NUMERO TELEFONO CELULAR</b>	<b>NUMERO TELEFONO CASA</b>		<b>CORREO ELECTRONICO</b>
<b>FECHA DE INGRESO A LA EMPRESA</b>	<b>ESTADO CIVIL</b>		
<b>DIA/MES/AÑO</b>	<b>CASADO(A)</b>	<b>SALTERO(A)</b>	<b>UNION LIBRE</b>
			<b>NUMERO DE HIJOS</b>
<b>DATOS FAMILIARES (EN CASO DE EMERGENCIAS)</b>			
<b>NOMBRE</b>	<b>PARENTESCO</b>		<b>TELEFONO</b>
1-			
2-			
3-			
<b>INFORMACION MEDICA</b>			
Enfermedades del			
Corazón		Tumor/cáncer	
Colesterol		Artritis	
Triglicéridos		Reumatismos	
Presión arterial alta		Depresión/ataques de pánico/ansiedad	
Diabetes		Enfermedades de la vista/auditivos	

Asma		Espalda	
Anemia		Hernias	
Colitis		Osteo-Musculares	
Gastritis		Circulatorios	
Tiroides		Ciática	
Hígado graso		Degaste articular	
Enfermedades Urinarias		Enfermedades Ginecológicas	
Alergias alimenticias o a medicamentos (indique):			
<b>TOMA ALGUN MEDICAMENTO (INDIQUE)</b>			
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

## Anexo A.2



# ¡TEMBLORES!

## ¿Qué hacer?

<i>Para prevenir el temblor</i>	<i>Si el temblor ocurre</i>	<i>Cuando ya paso el peligro</i>
<p>No construya en sitios propensos a sufrir por deslizamientos, inundaciones, suelos inestables, arenosos, blandos, rellenos o cerca de ríos o quebradas.</p> <p>Verifique si su casa está bien construida y en terrenos adecuados o tiene defectos que debe corregir cuanto antes.</p> <p>Determine los sitios de mayor peligro así como los más seguros.</p> <p>Asegure o ancle objetos y muebles a la pared o al piso.</p> <p>Identifique los riesgos que podrían afectarlo, elaborado un plan apropiado.</p> <p>Coloque un extintor de incendios en un sitio adecuado. Consulte a los bomberos sobre su manejo.</p>	<p>Mantenga la calma.</p> <p>No corra por ninguna circunstancia.</p> <p>Aléjese de las ventanas y de utensilios calientes.</p> <p>Aléjese de la estantería alta y de sustancias peligrosas.</p> <p>Vaya a un lugar abierto, pero aléjese de árboles muy altos, tendido eléctrico y postes peligrosos.</p> <p>No utilice ascensores o escaleras que puedan desprenderse.</p> <p>Si va manejando, no siga, estacione lejos de árboles o tendido eléctrico hasta que pase el temblor.</p>	<p>Siga manteniendo la calma y ayude a otras personas.</p> <p>No haga llamadas telefónicas.</p> <p>Revise que nadie esté herido y que estén en calma.</p> <p>Si está en su casa, cierre la llave del gas, del agua, desconecte la electricidad y espere un poco para realizar una inspección sobre los daños ocasionados.</p> <p>Reúnase con su familia y organícese con sus vecinos para que colaboren con la rehabilitación de los servicios y áreas afectadas.</p> <p>Cuando todo esté bajo control, varias horas después y si fuera urgente, puede llamar al 9-1-1 o al 22-10-28-28.</p>



### JUNTOS PREVENIMOS MEJOR

# Inundaciones y deslizamientos.



## ¿CÓMO NOS PREPARAMOS?

- Elaboremos juntos nuestro plan familiar de emergencias. Es sencillo y puede salvar la vida de nuestra familia.
- Consulte con el Comité Municipal de Emergencias dónde están las rutas de evacuación, zonas de seguridad y ubicación de los albergues temporales.
- Con los miembros de la familia prepare su propio maletín para emergencias, con alimentos no perecederos, radios, focos, agua, documentos personales y medicinas.
- Conservemos limpios los cauces de los ríos, quebradas, acequias y alcantarillas.
- Las lluvias podrían generar otros peligros, como los deslizamientos.
- Recuerde siempre: cada miembro tendrá asignada una tarea.

Juntos prevenimos  
mejor



Comisión Nacional de Prevención de  
Riesgos y Atención de Emergencias

[www.cne.go.cr](http://www.cne.go.cr)

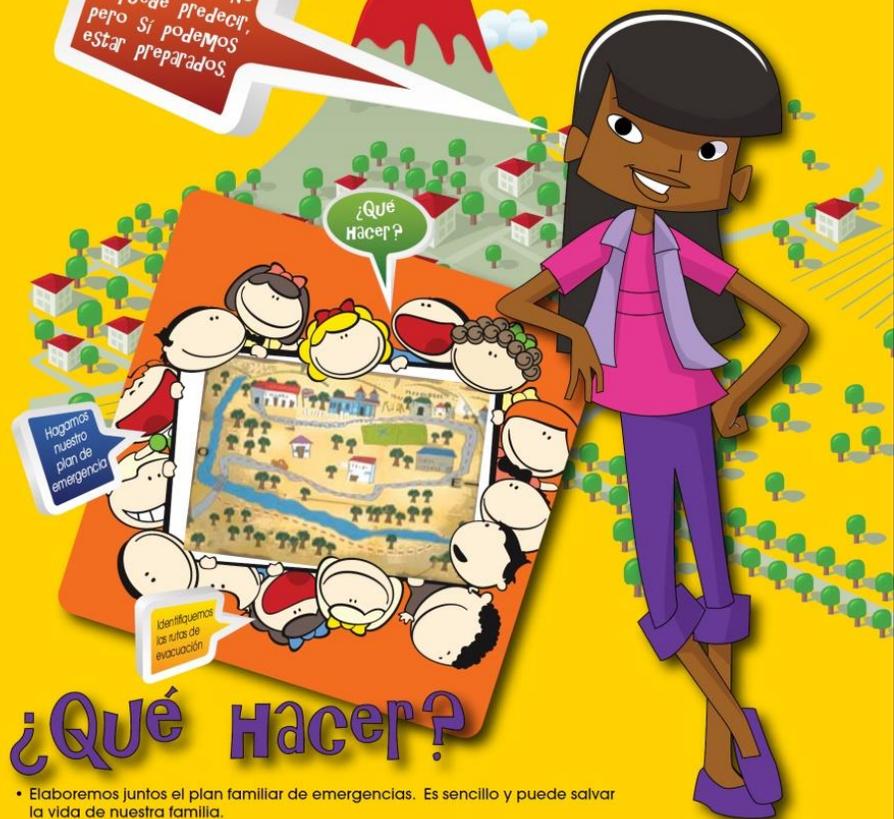
## Recuerde

1. No atravesar ríos o zonas inundadas a pie, en animales o vehículos.
2. Si necesitamos hacerlo, busquemos apoyo de personal especializado (Cruz Roja, Bomberos, Fuerza Pública, etc.)
3. No nos acerquemos a las alcantarillas o quebradas.
4. Alejémonos de lugares donde puedan producirse derrumbes.
5. No cruzar puentes donde el nivel del agua se acerque al borde.

Consulte el Comité Municipal de Emergencia de su comunidad.

# Amenaza Volcánica

Una erupción no se puede predecir, pero si podemos estar preparados.



## ¿Qué Hacer?

- Elaboremos juntos el plan familiar de emergencias. Es sencillo y puede salvar la vida de nuestra familia.
- Ubiquemos los albergues temporales, las rutas de evacuación y las zonas seguras en su comunidad.
- Respetemos los sitios declarados peligrosos.
- Con los miembros de la familia preparemos el maletín para emergencias, con alimentos no perecederos, radio, foco, documentos personales, medicinas y protectores para cubrir la nariz.
- Consultemos también, sobre el sistema de evacuación y los centros de albergues para animales.
- Recuerde siempre: cada miembro tendrá asignada una tarea.

Juntos prevenimos mejor



### DURANTE LA EMERGENCIA

- Si comienza a caer ceniza, cerremos puertas y ventanas y pongamos trapos húmedos en los umbrales de las puertas
- Coloquemos filtros en el sistema de drenaje de las canoas.
- Protejamos el equipo electrónico.
- Limpiemos constantemente el techo y evitemos así grandes acumulaciones de ceniza.
- Si hay ceniza en el agua, dejémosla que sedimente y usemos el agua limpia.
- Utilicemos los protectores para cubrir la nariz.
- Busquemos los sitios seguros, previamente identificados.

Consulte el Comité Municipal de Emergencia de su comunidad.

Revisemos periódicamente nuestro maletín de emergencias.

Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias  
[www.cne.go.cr](http://www.cne.go.cr)



## COMISIÓN NACIONAL DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



### ¿QUÉ HACER EN CASO DE CAÍDA DE CENIZA?

- Ⓜ Mantenga la calma. Repase su plan de emergencia.
- Ⓜ Evite exponerse innecesariamente. Ante la caída de ceniza, manténgase en su casa.
- Ⓜ En caso de estar expuesto, cúbrase las vías respiratorias y los ojos. Utilice ropa para proteger su piel.
- Ⓜ Cierre ventanas y puertas. Ponga trapos húmedos en los umbrales de las puertas y otras entradas de aire, selle con cinta aislante las ventanas.
- Ⓜ Humedezca las cenizas en el patio y las calles para reducir el polvo.
- Ⓜ Mantenga limpio el sistema de drenaje y las caños.
- Ⓜ Proteja el equipo electrónico.
- Ⓜ Debido a que los techos no soportan más de 10 cm de ceniza húmeda, evite grandes acumulaciones. Una vez que cesa la caída de ceniza, limpie con escoba o pala los techos y las caños.
- Ⓜ Cambie la ropa antes de entrar. Cepille, sacuda y ponga en remojo la ropa antes de lavarla.
- Ⓜ Si hay ceniza en el agua, déjela que se sedimente y use el agua limpia.
- Ⓜ Los vegetales se pueden consumir, pero lávelos bien.

### VOLCÁN TURRIALBA

El volcán Turrialba es uno de los cinco volcanes activos de Costa Rica, localizado 24 kms al noroeste de la ciudad de Turrialba. Tiene tres cráteres, con depósitos de azufre y actividad fumarólica.

En los últimos 3.500 años han ocurrido, al menos, seis eventos explosivos mayores, la mayoría de ellos acompañados por nubes de ceniza y otros.

Fue declarado como Parque Nacional en 1953.



### Mascotas



- Ⓜ Almacene alimentos extra y agua potable.
- Ⓜ Mantenga medicinas extras.
- Ⓜ Mantenga a sus animales bajo techo, si es posible.



### Su auto

- Ⓜ Siempre lleve algunos artículos en caso de emergencia o fallas mecánicas.
- Ⓜ Cobijas y ropa extra.
- Ⓜ Comida y agua potable.
- Ⓜ Artículos generales para emergencias: botiquín de primeros auxilios, foco, extintor, herramientas, fósforos, etc.
- Ⓜ Mecate para remojar.
- Ⓜ Filtros de aire y aceite extras.
- Ⓜ Evite utilizar escobillas (elimine la ceniza con agua).
- Ⓜ Teléfono celular con batería extra.

### ¿Qué hacer antes?

- Ⓜ Identifique con su familia y comunidad las rutas de evacuación y posibles albergues.
- Ⓜ Alimentos no perecederos para al menos tres días.
- Ⓜ Agua potable.
- Ⓜ Cobertores plásticos para proteger los equipos electrónicos.
- Ⓜ Botiquín de primeros auxilios y medicamentos usuales.
- Ⓜ Radio y foco con baterías.
- Ⓜ Artículos de limpieza: escobones, palas, etc.

**Juntos prevenimos mejor!**

### ¿QUÉ ES CENIZA VOLCÁNICA?

La ceniza volcánica es áspera, abrasiva, algunas veces corrosiva y siempre desagradable. A pesar de que la ceniza no es altamente tóxica puede significar un problema para los niños, los adultos mayores y para personas con problemas respiratorios.

Las partículas de ceniza pueden desgastar la parte frontal del ojo en condiciones ventosas.

**En caso de emergencia llamar al 9-1-1**