



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

**PROPUESTA DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE COMBATE CONTRA INCENDIOS  
DEL EDIFICIO DEL INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**

**Néstor Pablo Escobar Dávila**

Asesorado por el Ing. Juan Carlos Linares Cruz

Guatemala, octubre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE COMBATE CONTRA  
INCENDIOS DEL EDIFICIO DEL INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**NÉSTOR PABLO ESCOBAR DÁVILA**

ASESORADO POR EL ING. JUAN CARLOS LINARES CRUZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|            |                                     |
|------------|-------------------------------------|
| DECANO     | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos     |
| VOCAL I    | Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno |
| VOCAL II   | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  |
| VOCAL III  | Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa |
| VOCAL IV   | Br. Walter Rafael Véliz Muñoz       |
| VOCAL V    | Br. Sergio Alejandro Donis Soto     |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez     |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

|            |                                    |
|------------|------------------------------------|
| DECANO     | Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos    |
| EXAMINADOR | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |
| EXAMINADOR | Ing. Omar Enrique Medrano Méndez   |
| EXAMINADOR | Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez    |

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **PROPUESTA DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE COMBATE CONTRA INCENDIOS DEL EDIFICIO DEL INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 17 de enero de 2011.

**Néstor Pablo Escobar Dávila**

Guatemala, 26 de enero de 2011

Ingeniero  
Pedro Aguilar Polanco  
Jefe Departamento de Hidráulica  
Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería

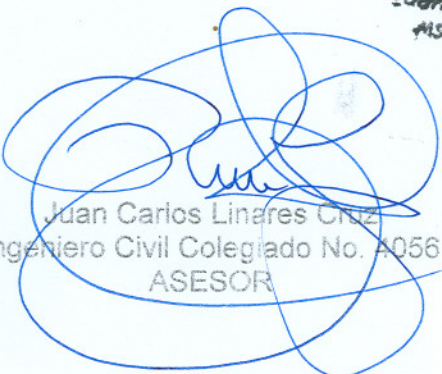
Ingeniero Aguilar:

Atentamente le informo que he revisado el Trabajo de Graduación del estudiante universitario NÉSTOR PABLO ESCOBAR DÁVILA, carné 1990-13097, denominado **"PROPUESTA DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE COMBATE CONTRA INCENDIOS DEL EDIFICIO DEL INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-"**, habiéndose desarrollado según el protocolo aprobado.

Deseo manifestar que el estudiante Escobar Dávila ha llenado las expectativas de este trabajo, por lo que en mi calidad de asesor lo doy por aprobado y le solicito darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular me es grato saludarle,

Deferentemente,

  
Juan Carlos Linares Cruz  
Ingeniero Civil Colegiado No. A056  
ASESOR

*Juan Carlos Linares Cruz  
MSc INGENIERIA SANITARIA  
INGENIERO CIVIL  
COLEGIADO No. 4056*



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,  
12 de abril de 2011

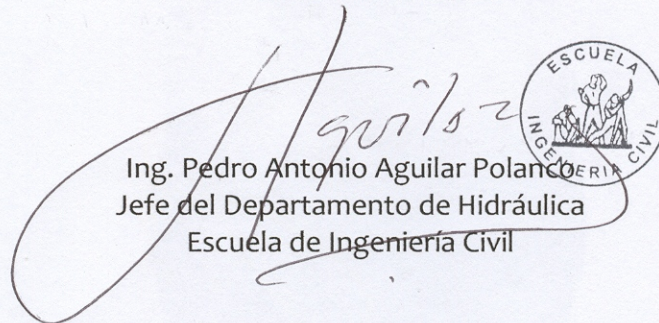
Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Guatemala

Estimado Ingeniero Montenegro.

Atentamente y por este medio, envío a usted, el trabajo de graduación desarrollado por el estudiante **Néstor Pablo Escobar Dávila**, titulado **PROPUESTA DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE COMBATE CONTRA INCENDIOS DEL EDIFICIO DEL INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de ley del referido trabajo; y existiendo la APROBACIÓN DEL MISMO, por parte del Asesor Ing. Juan Carlos Linares Cruz y habiéndose efectuado todas las observaciones técnicas, el suscrito lo da por **APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Jefe del Departamento de Hidráulica  
Escuela de Ingeniería Civil



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC



**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Carlos Linares Cruz y del Jefe del Departamento de Hidráulica Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco, al trabajo de graduación del estudiante Néstor Pablo Escobar Dávila, titulado **PROPUESTA DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE COMBATE CONTRA INCENDIOS DEL EDIFICIO DEL INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

*Hugo Leonel Montenegro Franco*  
 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco **DIRECTOR**  
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, octubre de 2013.

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE COMBATE CONTRA INCENDIOS DEL EDIFICIO DEL INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-**, presentado por el estudiante universitario: **Néstor Pablo Escobar Dávila**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, octubre de 2013





## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Mi hija**

Fátima Natalia, cuya presencia en este mundo me ha servido de inspiración y motivación en todo momento para ser un mejor padre, profesional y persona cada día. Gracias hija por escogerme para ser tu padre.

### **Mi esposa**

Nancy Verónica, quien con amor, paciencia y dedicación ha sabido apoyarme en todas las situaciones de nuestra vida para alcanzar este momento tan importante en mi vida.

### **Mis padres**

Verónica Dávila y Rolando Escobar, quienes con su ejemplo de honestidad y arduo trabajo, sus enseñanzas y sabios consejos guiaron mi vida hasta esta meta tan crucial.

### **Mis hermanos**

Luis Emilio y Paola Gabriela Escobar Dávila, con quienes hemos compartido tanto y que siempre han estado a mi lado incondicionalmente cuando los he necesitado.

### **Mi sobrino y ahijado**

Daniel Pineda, con mucho cariño esperando que pueda ser tu guía y ejemplo para acompañarte siempre en los momentos importantes de tu vida.

**Mis abuelos**

Antonia Castillo y José Antonio Dávila (q.e.p.d.), por sus sabias enseñanzas en el momento necesario, por su dulce consuelo en los momentos difíciles y todo el amor incondicional que me demostraron a lo largo de mi vida.

**Mi familia**

Con mucho cariño por esa palabra de aliento y ese consejo que me dieron siempre que lo necesité.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

|   |   |
|---|---|
| <b>Dios</b>   | Que siempre ha estado a mi lado y me ha dado la sabiduría necesaria para enfrentar todos los retos y adversidades en mi vida.   |
| <b>Instituto de Fomento Municipal (INFOM)</b>                       | Institución de la que he recibido tanto durante los últimos años y que me ha brindado la oportunidad de aprender para mi vida profesional.  |
| <b>Ing. Juan Carlos Linares Cruz</b>                                | Compañero y catedrático, quien ha apoyado mi formación como futuro profesional de la ingeniería.  |
| <b>Ing. Julio Benjamín Corado Franco</b>                            | Por el apoyo constante y desinteresado que me brindó durante el desarrollo del presente trabajo.  |
| <b>Mis compañeros</b>   | Juan Pablo Chiapas, Fidel Cáceres y Jorge Mazariegos, por su amistad sincera y el apoyo que me brindaron a lo largo de todas las jornadas de estudio durante los años de universidad. |
| <b>A las Universidades Mariano Gálvez y San Carlos de Guatemala</b> | Casas de estudio en las que aprendí y recibí tanto y que guiaron mis pasos en el camino de la vida profesional.   |

**A mis compañeros  
de trabajo**

Fredy Figueroa, Walter Salazar, Óscar del Cid,  
Antonio Valdizón y Otto Orozco, por su apoyo y  
compañerismo.

## ÍNDICE GENERAL

|   |      |
|---|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....                        | VII  |
| GLOSARIO .....                                      | IX   |
| RESUMEN.....  | XIII |
| OBJETIVOS.....                                      | XV   |
| INTRODUCCIÓN .....                                  | XVII |
| <br>  |      |
| 1. MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO.....             | 1    |
| 1.1. Antecedentes.....                              | 1    |
| 1.2. Justificación .....                            | 3    |
| 1.3. Delimitaciones .....                           | 4    |
| 1.3.1. Delimitación del tema.....                   | 4    |
| 1.3.2. Delimitación geográfica.....                 | 4    |
| 1.3.3. Delimitación poblacional .....               | 4    |
| 1.3.4. Delimitación del trabajo.....                | 5    |
| 1.3.5. Delimitación temporal.....                   | 5    |
| 1.4. Marco metodológico .....                       | 5    |
| 1.4.1. Necesidad social.....                        | 5    |
| 1.4.2. Enfoque legal .....                          | 6    |
| 1.4.3. Recopilación y revisión de información ..... | 6    |
| 1.4.4. Solicitud de información .....               | 6    |
| 1.4.5. Enfoque práctico .....                       | 6    |
| 1.4.6. Selección de proyectos análogos .....        | 6    |
| 1.4.7. Análisis de sistemas instalados .....        | 7    |
| 1.4.8. Formulación de la idea.....                  | 7    |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 2.       | MARCO LEGAL.....   | 9  |
| 2.1.     | Código de Trabajo, Decreto No. 1441.....   | 9  |
| 2.2.     | Código Civil, Decreto No. 106.....   | 10 |
| 2.3.     | Reglamento General sobre Higiene y Seguridad<br>en el Trabajo, Instituto Guatemalteco de Seguridad<br>Social (IGSS)..... | 10 |
| 2.4.     | Reglamento Municipal de Construcción de la<br>Municipalidad de Guatemala.....  | 12 |
| 2.5.     | Reglamento para Presentación de Proyectos<br>de Agua Potable de EMPAGUA, Capítulo 2,<br>Normas de Diseño.....            | 13 |
| 3.       | MARCO TEÓRICO.....   | 17 |
| 3.1.     | Definiciones y conceptos.....  | 17 |
| 3.1.1.   | ¿Qué es fuego?.....  | 18 |
| 3.1.2.   | Eliminación del fuego.....   | 20 |
| 3.1.3.   | Clasificación de riesgos.....  | 20 |
| 3.1.4.   | Evacuaciones.....  | 21 |
| 3.1.4.1. | Definición.....  | 22 |
| 3.1.4.2. | Objetivo de la evacuación.....   | 22 |
| 3.2.     | Diferentes componentes de los sistemas de combate<br>contra incendios.....   | 24 |
| 3.2.1.   | Extintores.....  | 24 |
| 3.2.1.1. | Agente extintor.....   | 25 |
| 3.2.1.2. | Carga en los extintores.....   | 25 |
| 3.2.1.3. | Clasificación de los extintores<br>portátiles.....   | 25 |
| 3.2.1.4. | Lugares recomendados para la<br>instalación de extintores.....   | 27 |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| 3.2.1.5.  | Protección de los extinguidores de fenómenos naturales.....                         | 28 |
| 3.2.1.6.  | Alturas de instalación de extinguidores .....                                       | 29 |
| 3.2.1.7.  | La inspección y el mantenimiento de los extinguidores .....                         | 29 |
| 3.2.1.8.  | Tiempo máximo de inspección y mantenimiento de los extinguidores.....               | 30 |
| 3.2.1.9.  | Verificación de la carga de un extinguidor.....                                     | 30 |
| 3.2.1.10. | Procedimiento para el manejo adecuado de extinguidores en un incendio .....         | 31 |
| 3.2.1.11. | Recomendaciones generales en el uso de extinguidores.....                           | 32 |
| 3.2.2.    | Detectores de humo y/o calor .....  | 32 |
| 3.2.2.1.  | Coberturas de un detector.....  | 34 |
| 3.2.2.2.  | Detectores de humo con relación alarma o falsa alarma.....                          | 36 |
| 3.2.2.3.  | Separación y ubicación de detectores de humo según los elementos estructurales..... | 37 |
| 3.2.2.4.  | Lugares donde no es recomendable la instalación de detectores de humo .....         | 40 |
| 3.2.3.    | Hidrantes.....  | 42 |
| 3.2.3.1.  | Sistemas de hidrantes y monitores de alto alcance .....                             | 42 |
| 3.2.3.2.  | Hidrante de columna al exterior.....  | 42 |
| 3.2.3.3.  | Presión y caudal de los hidrantes tipo columna al exterior .....                    | 43 |
| 3.2.3.4.  | Hidrante de manguera o gabinete .....   | 44 |
| 3.2.3.5.  | Características hidráulicas de los hidrantes ...                                    | 45 |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 3.2.4.   | Sistemas automáticos de rociadores .....   | 45 |
| 3.2.4.1. | Cómo actúa un rociador .....   | 46 |
| 3.2.4.2. | Temperaturas de funcionamiento en los<br>rociadores .....                        | 48 |
| 3.2.4.3. | Generalidades para la instalación de<br>rociadores.....                          | 49 |
| 3.2.4.4. | Superficie máxima por rociador .....   | 49 |
| 3.2.4.5. | Mantenimiento en los sistemas<br>de rociadores .....                             | 52 |
| 3.2.4.6. | Período de mantenimiento en los sistemas<br>de rociadores .....                  | 53 |
| 3.2.5.   | Señalización, rotulación e iluminación en sistemas<br>contra incendios.....      | 55 |
| 3.2.5.1. | Clasificación de rótulos e iluminación .....                                     | 55 |
| 3.2.5.2. | Iluminación contra incendio utilizada<br>en el comercio y la industria.....      | 57 |
| 3.2.6.   | Paneles electrónicos de control en los sistemas contra<br>incendios .....        | 60 |
| 3.2.6.1. | Características generales de los paneles<br>de control electrónicos .....        | 62 |
| 3.2.6.2. | Dispositivos compatibles con los paneles<br>de control electrónicos .....        | 63 |
| 3.2.6.3. | Características de las funciones en los<br>paneles de control electrónicos ..... | 64 |
| 3.3.     | Caudales contra incendio .....   | 65 |
| 3.3.1.   | Definición .....   | 65 |
| 3.3.2.   | Cálculo del caudal .....   | 65 |



|        |   |    |
|--------|---|----|
| 4.     | ANÁLISIS DEL EDIFICIO DEL INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL (INFOM) Y LA DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE SUS OFICINAS PARA PROPUESTA DE DISEÑO..... | 69 |
| 4.1.   | Análisis de las instalaciones existentes.....   | 69 |
| 4.1.1. | Instalaciones de agua potable.....  | 69 |
| 4.1.2. | Instalaciones de electricidad.....  | 70 |
| 4.2.   | Análisis de las oficinas.....   | 71 |
| 5.     | PROPUESTA DE DISEÑO.....  | 75 |
| 5.1.   | Perfil de la propuesta.....   | 75 |
| 5.1.1. | Antecedentes y situación actual.....  | 75 |
| 5.1.2. | Descripción del sistema propuesto.....  | 76 |
| 5.1.3. | Parámetros de diseño.....   | 77 |
| 5.1.4. | Cálculo hidráulico.....   | 78 |
| 5.1.5. | Análisis de resultados.....   | 82 |
| 5.1.6. | Planos.....   | 83 |
|        | CONCLUSIONES.....   | 85 |
|        | RECOMENDACIONES.....  | 87 |
|        | BIBLIOGRAFÍA.....   | 89 |
|        | APÉNDICE.....   | 91 |



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.  | Componentes del fuego.....                                  | 19 |
| 2.  | Elementos principales de evacuación de edificios .....      | 23 |
| 3.  | Medidor de carga en extinguidores.....                      | 31 |
| 4.  | Cobertura de detectores de humo en áreas cuadradas.....     | 35 |
| 5.  | Cobertura de detectores de humo en áreas rectangulares..... | 35 |
| 6.  | Separación de detectores en vigas sólidas.....              | 38 |
| 7.  | Ubicación en instalación de detectores.....                 | 39 |
| 8.  | Hidrante tipo columna de 2½” .....                          | 43 |
| 9.  | Hidrante de gabinete.....                                   | 44 |
| 10. | Rociador tipo <i>pendent</i> .....                          | 46 |
| 11. | Modelos de lámparas de emergencia .....                     | 58 |
| 12. | Señal audio visual.....                                     | 58 |
| 13. | Faros rotatorios.....                                       | 59 |
| 14. | Luces fluorescentes .....                                   | 59 |
| 15. | Luces de estrobo .....                                      | 60 |
| 16. | Esquema simulado en Epanet .....                            | 82 |

### TABLAS

|      |   |    |
|------|---|----|
| I.   | Número de hidrantes a instalar.....                     | 14 |
| II.  | Caudales por hidrante.....                              | 14 |
| III. | Clasificación de temperaturas máximas en incendios..... | 18 |
| IV.  | Tipos de incendios.....                                 | 19 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| V.     | Tipos de riesgos.....   | 21 |
| VI.    | Clasificación de extinguidores según su forma de operar y transportar.....                                    | 26 |
| VII.   | Clasificación de extinguidores según su agente extintor.....  | 27 |
| VIII.  | Normas de la <i>NFPA</i> para instalación de detectores de humo.....  | 34 |
| IX.    | Por qué se produce falsa alarma en los detectores de humo.....  | 37 |
| X.     | Lugares donde instalar sistemas con rociadores.....   | 47 |
| XI.    | Clasificación de rociadores.....  | 47 |
| XII.   | Instalación de rociadores en áreas internas.....  | 48 |
| XIII.  | Separación de rociadores en los sistemas contra incendios.....  | 50 |
| XIV.   | Características de instalación de rociadores 1.....   | 51 |
| XV.    | Características de instalación de rociadores 2.....   | 52 |
| XVI.   | Descripción de los colores usados en rótulos de emergencia.....   | 57 |
| XVII.  | Componentes de un sistema de detección, alarma y supresión de incendios.....                                  | 61 |
| XVIII. | Clasificación de los paneles de control electrónicos para sistemas de detección y supresión de incendios..... | 63 |
| XIX.   | Comparación entre los parámetros de diseño.....   | 66 |
| XX.    | Resultados del cálculo hidráulico para nudos.....   | 80 |
| XXI.   | Resultados del cálculo hidráulico para tubos.....   | 81 |

## GLOSARIO

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Alarma</b>        | Mecanismo que, por diversos procedimientos, tiene por función avisar de algo.   |
| <b>Alerta</b>        | Situación de vigilancia o atención.   |
| <b>Análogo</b>       | Relación de semejanza entre cosas distintas.  |
| <b>Asfixia</b>       | Sensación de agobio producida por el excesivo calor, el enrarecimiento del ambiente o por otras causas físicas o psíquicas. |
| <b>Combustión</b>    | Acción o efecto de arder o quemar.  |
| <b>Conato</b>        | Inicio de una acción que se frustra antes de llegar a su término.   |
| <b>Directriz</b>     | Dicho de una cosa que determina las condiciones de generación de algo.  |
| <b>Fluorescencia</b> | Luminiscencia que desaparece al cesar la causa que la produce.  |
| <b>Gasto</b>         | Caudal, cantidad de un líquido o gas que fluye en un determinado lugar por unidad de tiempo.                                |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Hidrostática</b>     | Presión de un líquido bajo condiciones estáticas, es igual al producto del peso unitario del líquido por la elevación entre el punto dado y la elevación del agua libre.       |
| <b>Ignífugo</b>         | Que protege contra el fuego.   |
| <b>Incandescente</b>    | Dicho generalmente de un metal enrojecido o blanqueado por la acción del calor.  |
| <b>Inflamable</b>       | Que se enciende con facilidad y desprende llamas inmediatamente.   |
| <b>INFOM</b>            | Instituto de Fomento Municipal.  |
| <b>Intemperie</b>       | A cielo descubierto, sin techo ni otro reparo alguno.  |
| <b>Kilovoltiamperio</b> | Unidad de medida de la potencia de una corriente eléctrica.  |
| <b>La oficina</b>       | En el reglamento de construcción de la Municipalidad de Guatemala, se le llama “La Oficina” al Plan de Desarrollo Metropolitano o la dependencia municipal que haga sus veces. |
| <b>Ley</b>              | Precepto dictado por la autoridad competente, en que se manda o prohíbe algo en consonancia con la justicia y para el bien de los gobernados.                                  |

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Manómetro</b>     | Instrumento que sirve para medir presiones.  |
| <b>NFPA</b>          | Siglas en inglés de la National Fire Protection Association (Asociación Nacional para la Protección contra el Fuego).  |
| <b>Policarbonato</b> | Material formado por polímeros que se presentan en grupos de largas cadenas moleculares de carbonatos.   |
| <b>Presión</b>       | Magnitud física que expresa la fuerza ejercida por un cuerpo sobre la unidad de su superficie. La unidad de medida en el sistema internacional es el pascal y en el sistema inglés es la libra por pulgada cuadrada. |
| <b>Presostato</b>    | Instrumento que permite mantener constante la presión de un fluido en un sistema.  |
| <b>Rack</b>          | Dispositivo auxiliar que sirve de montura a la manguera en un hidrante tipo gabinete.  |
| <b>Reglamento</b>    | Colección ordenada de reglas o preceptos, que por la autoridad competente se da para la ejecución de una ley o para el régimen de una corporación, una dependencia o un servicio.                                    |
| <b>Sillar</b>        | El que no ocupa todo el grueso del muro. El que tiene igual grueso en el paramento que en el tizón.  |

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>Siniestro</b> | Daño de cualquier importancia que puede ser indemnizado por una compañía aseguradora.   |
| <b>Tee</b>       | Accesorio que se utiliza para unir tuberías.  |
| <b>Tragaluz</b>  | Ventana abierta en un techo o en la parte superior de una pared, generalmente con derrame hacia adentro.  |
| <b>Travesaño</b> | Pieza de madera o hierro que atraviesa de una parte a otra.   |
| <b>UL</b>        | Siglas en inglés de la Underwriters Laboratories, una organización independiente de certificación de seguridad de productos, componentes, materiales y sistemas.                                  |
| <b>Vesda</b>     | Siglas en inglés de un sistema de detección denominado <i>very early smoke detection airsampling</i> . Los sistemas <i>vesda</i> son la alternativa para detectar humo en condiciones especiales. |



## RESUMEN

En la actualidad, la seguridad contra incendios en Guatemala es un tema al cual no se le ha dado la importancia que debería tener. Día a día, el riesgo de un siniestro de esta naturaleza es latente ante la falta de planificación y sobre todo a la inexistencia de leyes sobre el tema. A lo largo del tiempo se han registrado incendios en lugares públicos tales como el Mercado Central ubicado en la zona 1 y la terminal de buses en la zona 4, los cuales han dejado millones de quetzales por concepto de daños y lo más lamentable, pérdidas humanas.

Durante el desarrollo del presente trabajo, se hizo un análisis de las distintas leyes, códigos y reglamentos existentes en la actualidad, no encontrando información al respecto, salvo las normas de diseño citadas en el Reglamento para Presentación de Proyectos de Agua Potable de la Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA), la cual hace mención de ciertos parámetros que deben ser tomados en cuenta para el diseño de hidrantes en los proyectos de infraestructura.

Se ha dedicado un capítulo especialmente para hacer las descripciones y conocer los diferentes tipos de componentes de un sistema de combate contra incendios para cualquier edificación, industria o comercio. Es con base en estos conceptos y definiciones que se plantea el diseño del sistema contra incendios idóneo para el edificio del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), no sin antes haber efectuado un análisis de las oficinas y de las instalaciones existentes de electricidad y de agua potable que posee dicho edificio.

Finalmente, se hace el cálculo hidráulico y se realiza la propuesta con base en los parámetros de diseño que se detallan en el capítulo 5, obteniéndose como resultado un sistema de combate contra incendios adecuado a las condiciones existentes y a las necesidades de la institución.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Contribuir en la reducción de desastres causados por el fuego, por medio de la búsqueda de alternativas que conlleven a desarrollar proyectos de infraestructura con una idea de lo que se puede instalar en cuanto a seguridad contra incendios se refiere.

### **Específicos**

1. Proponer un diseño para el sistema contra incendio que permita combatir un siniestro en el edificio del INFOM en cualquier momento que se necesite.
2. Crear conciencia a las autoridades del INFOM acerca de la importancia que tiene el hecho de estar preparados para cualquier situación de emergencia, contar con los equipos adecuados para el combate de incendios y de la protección que se debe brindar a los bienes de la institución.
3. Identificar y analizar las condiciones existentes para el manejo contra incendios en el edificio del INFOM.
4. Utilizar los diferentes programas de computación que existen para el diseño y dibujo del sistema propuesto.

5. Identificar las normativas y entidades que rigen a nivel nacional el manejo de incendios y la prevención de éstos.

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, tanto en la ciudad de Guatemala como en el interior del país, se ha generado un incremento económico, social y poblacional, dando como resultado un estímulo en la construcción de inmuebles e infraestructura de gran tamaño y altura. Estas nuevas edificaciones tienen como objetivo alojar personas efectuando diversas actividades o almacenaje de materia prima en grandes proporciones. Conforme al aumento de la demanda, la construcción de edificios llega hoy en día a alturas de hasta 20 niveles, en algunos casos. Este fenómeno ha llevado a la adopción de nuevos criterios de diseño y técnicas de construcción de edificios, y por ende, las medidas de protección contra uno de los grandes riesgos presentes hoy en día: el fuego.

El presente estudio pretende aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera en el área de diseño de redes de agua potable para proponer el diseño de un sistema contra incendios, el cual contará con una red de hidrantes tipo gabinete para el edificio del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), ubicado en la zona 9 de la ciudad de Guatemala.

El capítulo I enmarca todo lo concerniente a la metodología utilizada para desarrollar el presente estudio, así como los antecedentes y la justificación del mismo. De igual forma, se exponen las delimitaciones que existen para realizar la propuesta de diseño.

Todos los aspectos legales que abarcan la propuesta son tratados en el capítulo II, en el cual se efectuó un análisis de las diferentes leyes y

reglamentos que existen en la actualidad. Dicho sea de paso, algunos de los reglamentos citados no han sido revisados al menos en los últimos 40 años.

El capítulo III abarca el marco teórico, el cual incluye las definiciones y conceptos de los componentes de un sistema contra incendios. Se hacen las descripciones detalladas de cada componente, sus características principales y sus clasificaciones más importantes, la operación y mantenimiento de cada uno de ellos, los lugares adecuados para su instalación y en el caso de los extinguidores, algunas recomendaciones para el manejo adecuado de los mismos.

Asimismo, se efectuó un análisis de las oficinas según las condiciones existentes en el edificio en el capítulo IV. Dicho análisis se refiere específicamente a la distribución actual de las oficinas, los materiales empleados para tal efecto, así como también se analizan brevemente las instalaciones que posee el edificio con respecto al suministro de agua potable y energía eléctrica, los cuales son los factores importantes para que un sistema contra incendio funcione adecuadamente.

Finalmente, se procede a hacer la propuesta de diseño en el capítulo V, la cual está basada en los contenidos de los 4 capítulos anteriores. Es en este capítulo donde toda la información recabada durante la elaboración del presente estudio, es utilizada para diseñar un sistema contra incendio que esté acorde a las necesidades de la institución, adecuada a las instalaciones que posee el edificio y que cumpla con las normas mínimas de diseño existentes en el país para este tipo de sistemas.

# 1. MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO

## 1.1. Antecedentes

Guatemala es uno de los tantos países alrededor del mundo con un récord de incendios a lo largo de su historia moderna. Se hace mención de esto, debido a que no se tiene conocimiento si durante la colonia o en la época de la independencia existieron elementos para combatir siniestros, así como si se contaba con equipo adecuado.

En crónicas de prensa, se hace alusión al expresidente Rafael Carrera como el primer bombero de Guatemala, quizás haya sido porque estando en el poder, se produjo un fuerte incendio en las bodegas del Palacio Nacional donde se almacenaba pólvora y otros explosivos. También se tiene registro del incendio producido el 11 de agosto de 1951 en el restaurante “Tony’s Spaghetti House” en donde, pese a la voluntad de los improvisados bomberos, se vio la necesidad de un verdadero equipo mecánico para suprimir incendios. Este incendio se originó en la cocina y fue controlado cinco horas después cuando ya había sido consumido todo. El agua usada para suprimir este incendio fue traída desde lo que hoy se conoce como la Plaza España y de la piscina ubicada en el Hipódromo del Norte. Era de esperarse que durante estos viajes, el fuego se apoderara del área y arrasara con todo. Con estos antecedentes se llega a la conclusión que cualquier siniestro presentado antes de 1947 debió haber sido combatido por la fuerza pública y los vecinos<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Fuente: <http://www.bomberosvoluntariosdeguatemala.com/historia.html>. Consulta: 19 de enero de 2011.

Se tiene registro que, en abril de 1944, el Club Rotario de Guatemala donó lo que se podría calificar como la primera motobomba en Guatemala, ésta consistía en una plataforma que incluía el motor de un vehículo marca Dodge y una bomba estacionaria, pero tenía el inconveniente de ser halada por otro vehículo. Esto da origen a la formación de los cuerpos de bomberos y a la gestión de herramientas mecánicas para combatir incendios.

Después de 60 años, los siniestros se siguen dando pero con mayor intensidad, a pesar de que ya se cuenta con equipo apropiado y elemento humano preparado. Hoy en día existe equipo sofisticado para combatir incendios, pero aún no se tiene la conciencia de lo necesario que es para la preservación de la vida.

El 20 de noviembre de 2006, un incendio producido en el área de la terminal de la zona 4 puso en evidencia que las instalaciones son inapropiadas, a pesar que es una fuente de comercio importante para la capital. El siniestro causó grandes daños: 132 locales destruidos, 7 vehículos quemados, y lo peor de todo, 18 personas fallecidas.

A pesar de esta tragedia, las autoridades municipales no han tomado las medidas adecuadas en el asunto, es decir, al menos crear conciencia a los comerciantes del riesgo que existe debido a la inseguridad de las instalaciones y a la carencia de un sistema de combate contra incendios, ya que nuevamente se suscita la tragedia el 15 de febrero de 2007, donde se produce un siniestro a causa de una fundidora de cobre que opera en el lugar y que dejó como resultado 65 locales comerciales destruidos y 2 personas fallecidas. Así como este caso, en Guatemala existe una variedad de construcciones que aún no cuentan con algún tipo de protección o sistema de combate contra incendios.



Actualmente, viendo la necesidad que existe, los diseñadores han tomado conciencia de la importancia en este tema, por lo que los proyectos recientes ya poseen sistemas de combate contra incendios, principalmente aquellos en los que existe gran afluencia de personas, como por ejemplo los grandes centros comerciales cuyas instalaciones alojan cines, almacenes por departamentos, restaurantes, locales comerciales, etc.

## **1.2. Justificación**

El siguiente estudio es necesario desarrollarlo con el fin de proponer un sistema de combate contra incendios al edificio del Instituto de Fomento Municipal y que sea adecuado a las instalaciones y condiciones con las que actualmente se cuentan en dicho edificio.

Asimismo, se pretende introducir a toda persona interesada en proteger sus bienes, primordialmente a todo estudiante de ingeniería o profesional que planifique proyectos, con el fin de resguardar la infraestructura, el almacenaje de mercaderías y lo más importante, la vida humana.

Como diseñadores, planificadores y constructores de proyectos, los ingenieros civiles deben conocer los equipos que existen y cuál sería el más adecuado para contrarrestar un incendio en un momento determinado.

Adicionalmente, con la elaboración del presente estudio, se está contribuyendo a engrosar la documentación utilizada como fuente de consulta para el conocimiento de las instalaciones especiales, lo cual beneficiará al resguardo de infraestructura en presencia del fuego.

### **1.3. Delimitaciones**

Para que el presente estudio tenga el efecto e impacto deseado, es necesario hacer algunas delimitaciones del mismo, debido a que el tema sobre detección y combate contra incendios es muy amplio.

#### **1.3.1. Delimitación del tema**

El tema central es la aplicación del conocimiento adquirido durante la carrera para el diseño de redes de distribución de agua potable, en este caso, para el diseño de una red que conducirá agua para el sistema contra incendios.

#### **1.3.2. Delimitación geográfica**

El proyecto se limitará al edificio que actualmente ocupa el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) el cual está ubicado en la 8ª calle 1-66 de la zona 9 capitalina.

#### **1.3.3. Delimitación poblacional**

La población está delimitada por los trabajadores del Instituto de Fomento Municipal, los visitantes que efectúan diligencias en la institución y el personal que es ajeno al Instituto que desarrollan sus labores en el edificio (área de cafetería, agencia interna del banco, tienda, etc.).

#### **1.3.4. Delimitación del trabajo**

Se efectuó el cálculo hidráulico para obtener el diámetro y tipo de tubería idóneo a utilizar según la aplicación en cuanto a sistemas contra incendios y además, se desarrolló el juego de planos correspondiente.

#### **1.3.5. Delimitación temporal**

El presente documento tomó aproximadamente un año en redactarse, y se estima que la propuesta de diseño tendrá una vida útil de 10 años, tomando en cuenta el constante avance tecnológico y que los sistemas contra incendio no escapen a ello.

### **1.4. Marco metodológico**

Para alcanzar satisfactoriamente el objetivo del presente estudio, se desarrolló un trabajo ordenado conforme a tres pasos importantes que son: investigación, análisis y propuesta.

#### **1.4.1. Necesidad social**

En Guatemala existe una necesidad muy grande de prevenir siniestros, principalmente en edificaciones que no poseen equipo de combate contra incendios. En los últimos años, debido al crecimiento urbano y social se ha incrementado la construcción, dando como resultado proyectos en gran proporción, de los cuales son contados los que poseen un buen equipo de alarma, detección, o supresión de incendio.

#### **1.4.2. Enfoque legal**

Revisión de aspectos legales (leyes y reglamentos) que de alguna forma regulen la instalación de los diferentes equipos.

#### **1.4.3. Recopilación y revisión de información**

Toda la información recopilada en tesis, libros, empresas locales y casos análogos fue ordenada de forma seleccionada de manera que permitió desarrollar el tema.

#### **1.4.4. Solicitud de información**

Se recopiló información en toda la capital, en especial en las empresas que se dedican a la comercialización de productos relacionados con el tema.

#### **1.4.5. Enfoque práctico**

Entrevistas y consultas a profesionales en la materia: jefes de seguridad industrial, entidades públicas, cuerpos de bomberos, Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres.

#### **1.4.6. Selección de proyectos análogos**

Esto permitió verificar los beneficios que se han obtenido en construcciones de las grades empresas que ya cuentan con sistemas de combate contra incendios.

#### **1.4.7. Análisis de sistemas instalados**

En proyectos donde actualmente existen los sistemas contra incendios, se analizaron los mismos, a efecto de determinar su comportamiento al momento de producirse un incendio.

#### **1.4.8. Formulación de la idea**

Con base a los incisos anteriores, se puede ver la importancia de resguardar la vida de los trabajadores del Instituto de Fomento Municipal.



## **2. MARCO LEGAL**

En Guatemala aún no existen leyes específicas con respecto a este tema, sin embargo, actualmente se cuenta con algunos reglamentos que tratan acerca de este contenido, y que aún así, no obligan al uso de sistemas de detección o supresión ni equipos contra incendios en las construcciones existentes o en las que se planifican para el futuro. Este tema es cada día más importante y hay empresas en Guatemala que se benefician porque cuentan con un sistema adecuado de detección y combate contra incendios. Esto con el fin de tener asegurados sus patrimonios en donde los seguros nacionales no dan garantía, es por eso que hacen uso de seguros internacionales, en especial de aseguradoras de Estados Unidos, quienes verifican las normas de instalación y uso de estos sistemas. La Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego (National Fire Protection Association o NFPA por sus siglas en inglés) es la entidad encargada en dicho país de regular todo lo referente a equipos y sistemas de detección y combate contra incendios.

A continuación, se mencionan algunos artículos contenidos en leyes y reglamentos de Guatemala, que proporcionan directrices sobre el tema, pero en ningún momento son normas de uso obligatorio.

### **2.1. Código de Trabajo, Decreto No. 1441**

Artículo 197. Todo patrono está obligado a adoptar las precauciones necesarias para proteger eficazmente la vida, la salud y la moralidad de los trabajadores.

Para este efecto debe proceder, dentro del plazo que determina la Inspección General de Trabajo y de acuerdo con el reglamento o reglamentos de este capítulo, a introducir por su cuenta todas las medidas de higiene y de seguridad en los lugares de trabajo que sirvan para dar cumplimiento a la obligación anterior.

## **2.2. Código Civil, Decreto No. 106**

Artículo 1650. La persona o empresa que habitual o accidentalmente ejerciere una actividad en la que hiciera uso de mecanismos, instrumentos, aparatos o sustancias peligrosas por sí mismos, por la velocidad que desarrollen, por su naturaleza explosiva o inflamable, por la energía de la corriente eléctrica que conduzcan o por otras causas análogas, está obligada a responder del daño o perjuicio que cause, salvo que pruebe que ese daño o perjuicio se produjo por dolo de la víctima.

Artículo 1671. El propietario de un edificio es responsable del daño o perjuicio causado por la ruina total o parcial del mismo si la ruina se debió a defecto de construcción, la responsabilidad del dueño será solidaria con la del constructor pero el propietario podrá repetir contra aquel para rembolsarle de lo que hubiere pagado por perjuicios sufridos.

## **2.3. Reglamento General Sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo, Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS)**

Artículo 14. Los edificios que se construyan o se destinen para lugares de trabajo deben llenar en lo relativo a emplazamiento, construcción y acondicionamiento, los requisitos de higiene y seguridad que establecen este



Reglamento y otras disposiciones legales o en su defecto, los que aconseje la técnica generalmente aceptada.

Artículo 23. Los locales de trabajo deben tener la iluminación adecuada para la seguridad y buena conservación de la salud de los trabajadores.

La iluminación debe ser natural, disponiéndose una superficie de iluminación proporcionada a la del local y clase de trabajo, complementándose mediante luz artificial.

Cuando no sea factible la iluminación natural, debe sustituirse por la artificial en cualquiera de sus formas y siempre que ofrezca garantías de seguridad, no vicie la atmósfera del local, ni ofrezca peligro de incendio o para la salud del trabajador. El número de fuentes de luz, su distribución e intensidad, deben estar en relación con la altura, superficie del local y trabajo que se realice.

Los lugares que ofrezcan peligro de accidente deben estar especialmente iluminados.

La iluminación natural, directa o reflejada, no debe ser tan intensa que exponga a los trabajadores a sufrir accidentes o daños en su salud.

Artículo 92. En las industrias o trabajos que ofrezcan peligro de incendio o explosión, deben tomarse las medidas necesarias para que todo incendio en sus comienzos, pueda ser rápida y eficazmente combatido. Las medidas principales serán, según el caso:

- a) Los locales deben disponer de agua y presión y de un número suficiente de tomas o bocas de esa agua con las correspondientes mangueras con lanza.
- b) Debe disponerse de una instalación de alarma y de rociadores automáticos de extinción.
- c) Debe haber siempre, el número suficiente de extintores de incendio, repartidos convenientemente. La naturaleza del producto extintor debe ser apropiada a la clase del riesgo.
- d) Debe disponerse también de recipientes llenos de arena, de cubos, palas, piochas y cubiertas de lona ignífuga.
- e) Todo el material de que se disponga para combatir el incendio debe mantenerse en perfecto estado de conservación y funcionamiento, lo cual se comprobará periódicamente, y
- f) Deben darse a conocer al personal las instrucciones adecuadas sobre el salvamento y actuación para el caso de producirse el incendio y deben designarse y aleccionarse convenientemente, aquellos trabajadores que hayan de actuar y manejar el material extintor.

#### **2.4. Reglamento Municipal de Construcción de la Municipalidad de Guatemala**

Artículo 84. El propietario de una edificación cualquiera está en la estricta obligación de mantenerla en perfecto estado para garantizar la seguridad, vida y bienes de las personas que la habiten o de terceros; así como la salud y tranquilidad del vecindario. Cualquier vecino podrá solicitar la intervención de La Oficina cuando considere que una edificación constituye un peligro.

Artículo 86. Para los efectos de El Reglamento, se consideran edificaciones inseguras o peligrosas todas aquellas que adolezcan de cualquiera de los siguientes vicios:

- a) Que no sean estructuralmente estables para los fines a que se destinan.
- b) Que constituyan riesgo de incendio.
- c) Que no tengan salidas adecuadas y en número suficiente.
- d) Que constituyan riesgo para la salud.
- e) Que por falta de mantenimiento hayan caído en desuso, abandono o desmantelamiento.
- f) Cualquiera otra razón que las haga peligrosas para la seguridad de vidas y bienes, así como para la salud y tranquilidad de sus ocupantes o de terceras personas.

Artículo 87. Toda edificación calificada por La Oficina como insegura o peligrosa, será declarada inmediatamente como “amenaza pública” y en consecuencia, deberá ser desocupada, reparada, rehabilitada, demolida o removida.

## **2.5. Reglamento para Presentación de Proyectos de Agua Potable de EMPAGUA, Capítulo 2, Normas de Diseño**

Sistemas contra incendios

El número de hidrantes a instalar será función del área neta a servir, tal como se indica en tabla I. Los caudales a utilizar por hidrante se indican en tabla II.

Tabla I. **Número de hidrantes a instalar**

| ÁREA NETA         | CANTIDAD DE HIDRANTES |
|-------------------|-----------------------|
| Cada 20 hectáreas | 1 de 4"               |
| Cada 8 hectáreas  | 1 de 3"               |
| Cada 4 hectáreas  | 1 de 2"               |

Fuente: Reglamento para Presentación de Proyectos de Agua Potable de EMPAGUA, p. 12.

Tabla II. **Caudales por hidrante**

| DIÁMETRO DEL HIDRANTE | CAUDAL (litros/segundo) |
|-----------------------|-------------------------|
| 4"                    | 25 l/s                  |
| 3"                    | 10 l/s                  |
| 2"                    | 5 l/s                   |

Fuente: Reglamento para Presentación de Proyectos de Agua Potable de EMPAGUA, p. 13.

No se requiere un cálculo adicional de la red con los gastos de incendios y consumo medio simultáneamente, debido a que lo más probable es que la red diseñada para consumo de hora máxima sea capaz de atender la condición de incendios y siempre que se mantenga la presión mínima.

Los hidrantes deberán ser de preferencia de 4 pulgadas de diámetro y estar colocados para que todo frente de terreno esté a distancias máximas de 300 metros de un hidrante y que la distancia entre éstos sea menor de 500 metros.

Los hidrantes contra incendios que instalan particulares, forman parte de cada red de distribución de la ciudad y en consecuencia deben ser costeados en la misma forma que los demás elementos que integran las redes.

#### Hidrantes

Los hidrantes deberán estar previstos de una o dos bocas de 2 ½" con rosca macho para manguera de incendio.

No se permitirá instalar hidrantes en redes cuyo diámetro es menor que el de éste.

Los hidrantes se deberán instalar en banquetas, arriates o áreas verdes, debiendo quedar a no más de 1.50 metros del área pavimentada accesible para vehículos pesados de bomberos.



### **3. MARCO TEÓRICO**

Desde hace algunos años, en Guatemala los diseñadores se han interesado en proteger sus proyectos y concientizar a sus clientes del valor que tiene proteger la infraestructura o la materia prima que se almacena. Es por eso que el presente estudio también se enfoca en conocer los aspectos más importantes del fuego y su clasificación, el uso de extinguidores; instalación de equipos de supresión; los tradicionales sistemas de combate como rociadores; hidrantes y monitores, pero con la ventaja de ser automáticos dirigidos a paneles inteligentes que después de recibir la señal de humo, automáticamente hacen funcionar los sistemas de supresión; detectores de calor; detectores de flama; equipos de alarma; etc.

Considerando que en Guatemala no existe una ley que obligue la instalación de éstos, se mencionarán algunas normas que son proporcionadas por la Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego (NFPA por sus siglas en inglés). En Guatemala, algunas empresas ya cuentan con estos equipos las cuales se han beneficiado de su uso y aplicación.

#### **3.1. Definiciones y conceptos**

Previamente a entrar de lleno en el tema de la detección y combate contra incendios, es necesario conocer algunas definiciones y conceptos básicos, los cuales se presentan a continuación.

### 3.1.1. ¿Qué es fuego?

- a) Es un proceso químico acompañado por la evolución del calor.
- b) Es una oxidación rápida de un material, hasta el punto de producir una llama.
- c) “Es la unión química del calor, combustible y oxígeno”<sup>2</sup>.
- d) Es una oxidación rápida de los materiales combustibles, desprendimiento de luz y calor.
- e) Es una reacción química del material combustible y oxígeno causada por el calor.
- f) Es la energía cinética de las moléculas.

Tabla III. **Clasificación de temperaturas máximas en incendios**

| <b>Grados Celsius</b> | <b>Clasificación</b>   |
|-----------------------|--|
| Hasta 250° C          | En los incendios domésticos                                  |
| Hasta 800° C          | En incendios comerciales de bajo almacenamiento de productos |
| Hasta 1100° C         | En incendios industriales que causan grandes desastres       |

Fuente: elaboración propia.

“Si los incendios no son controlados a tiempo, la temperatura alcanzará rápidamente los 1500°C, para lo cual la mayoría de los materiales no están diseñados para soportar y tienden a ceder hasta consumirse”<sup>3</sup>.

El fuego normalmente es representado por un triángulo en donde cada uno de sus lados representa uno de los elementos que producen la combustión.

<sup>2</sup> Roldan, Roberto. Área de Seguridad Industrial, Cuerpo de bomberos Voluntarios Guatemala. Entrevista (11-agosto-2010).

<sup>3</sup> Aycinena, Estuardo. Normas de Seguridad en Edificios, p. 45.








Figura 1. Componentes del fuego



Fuente: [www.conunpardeguindillas.blogspot.com](http://www.conunpardeguindillas.blogspot.com). Consulta: 21 de enero de 2011

Tabla IV. Tipos de incendios

| Tipo     | Características principales   | Modo de supresión                  | Gráfico   |
|----------|---|------------------------------------|---|
| <b>A</b> | Son los producidos por combustibles ordinarios como la madera, papel, tela, cartón, hule o plásticos.                 | agua, espuma, y polvo químico seco |  |
| <b>B</b> | Son los producidos por líquidos inflamables combustibles como gasolina, pinturas, aceites, gas licuado y otros.       | espumas, polvo y CO <sub>2</sub>   |  |
| <b>C</b> | Son los producidos por equipos eléctricos energizados o cualquier instalación eléctrica de baja tensión.              | agua, espumas, o polvo químico     |  |
| <b>D</b> | Son los producidos por determinados metales como aluminio, acero, hierro, etc.  | agua                               |  |
| <b>K</b> | Son los producidos en cocinas sencillas e industriales y son iniciados normalmente por grasas, aceites o gas propano. | espumas o líquidos especiales      |  |

Fuente: Aycinena, Estuardo. Normas de Seguridad en Edificios, p. 60.

### **3.1.2. Eliminación del fuego**



Según la figura 1, cada uno de los elementos actúa dentro del fuego por lo que eliminando uno de sus componentes, se suspende según lo siguiente:

- a) Por asfixia: eliminando el oxígeno.
- b) Por remoción: eliminando el material combustible.
- c) Por enfriamiento: eliminando el calor.
- d) Por reducción de combustión: deteniendo la reacción en cadena.

### **3.1.3. Clasificación de riesgos**

Los estudios han clasificado el fuego para una mejor comprensión y una mejor aplicación de los agentes extintores. Sin dejar por un lado los riesgos a enfrentar, son esenciales en el análisis de protección contra incendios para proponer el equipo adecuado. La NFPA es la que proporciona las recomendaciones y procedimientos para la selección, instalación, uso, inspección, mantenimiento y pruebas de los extinguidores y equipos contra incendios que existen en el medio. Existen 3 tipos de riesgos:

Tabla V. **Tipos de riesgos**

| Tipo de riesgo                      | Determinación  | Gráfico  |
|-------------------------------------|--|--|
| Riesgo ligero                       | <p>Cuando hay poco combustible y un incendio será de pequeña magnitud. Ejemplo: iglesias, aulas de escuela, teatros, salas de reuniones, etc.</p>  | <p>puede ser controlado manualmente</p>     |
| Riesgo ordinario o moderado         | <p>Cuando existe una cantidad considerable de combustible. Ejemplo: Salas de cines, centros comerciales, restaurantes, etc.</p>  |   |
| Riesgo extra proceso y almacenados. | <p>Cuando existe gran cantidad de combustibles y productos de alto riesgo, un incendio será de gran magnitud. Ejemplo: aserraderos, bodegas de apilamiento, productos empacados en cajas de cartón corrugado, almacenamiento de productos sólidos y en gran altura</p> | <p>Cuando existe riesgo de explosión</p>  |

Fuente: Aycinena, Estuardo. Normas de Seguridad en Edificios, p. 45.

### 3.1.4. Evacuaciones

Una de las medidas más comunes para minimizar los heridos en una situación de emergencia es la evacuación. A continuación se presentan algunos aspectos importantes de las mismas.

#### **3.1.4.1. Definición**

Es el conjunto de procedimientos y acciones a seguir por las personas amenazadas por un peligro para desalojar una edificación cualquiera. La finalidad principal es proteger su vida e integridad física mediante un desplazamiento hasta y a través de rutas lógicas o de menor riesgo. La política de todo conjunto arquitectónico es tener un especial interés en proteger su infraestructura, recurso humano e interponer una ordenada evacuación de las instalaciones al momento de un siniestro provocado por la presencia de un incendio, explosión, terremoto, inundación, fuertes vientos, sabotajes, accidentes aéreos, ataques del exterior, contaminaciones con materiales radioactivos, gases y materiales peligrosos o tóxicos, etc.

En Guatemala, según estudios y archivos estadísticos de los bomberos voluntarios, los accidentes mencionados anteriormente ocurren un 47% de día y un 53% de noche.

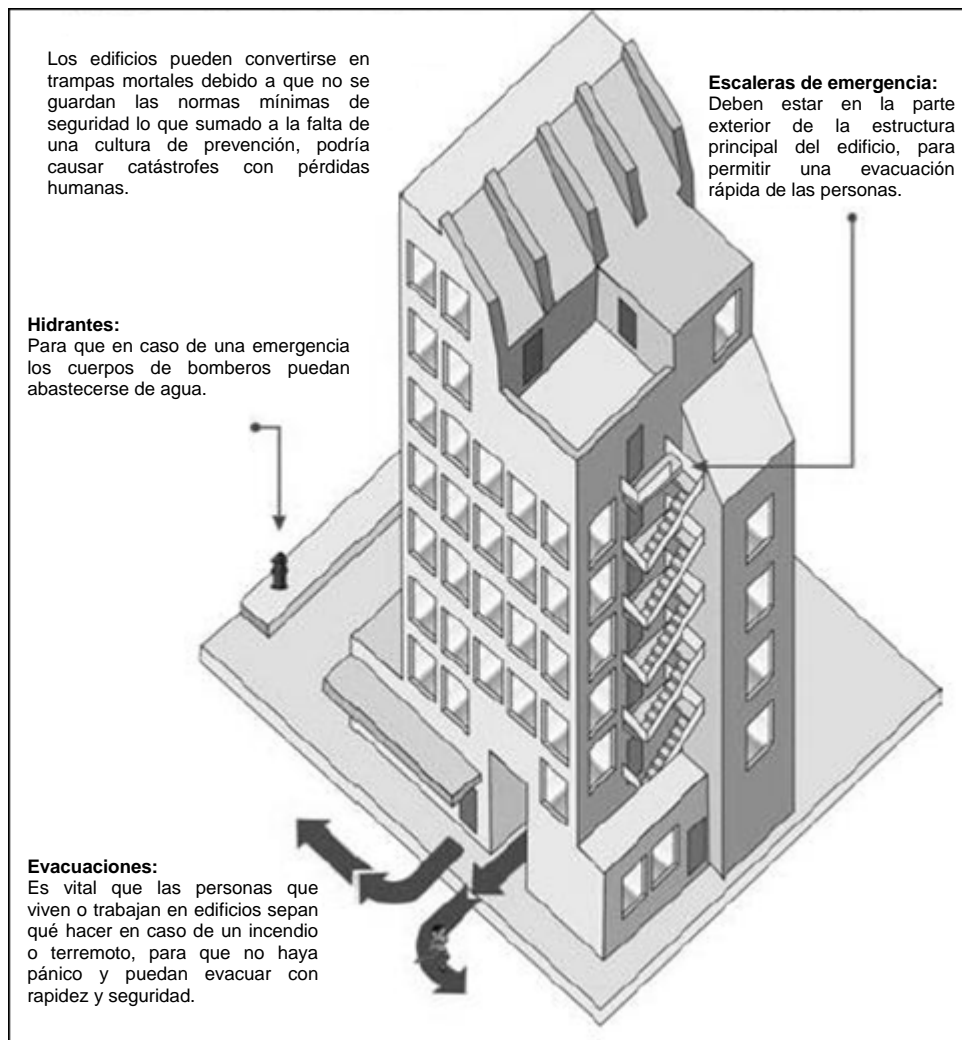
#### **3.1.4.2. Objetivo de la evacuación**

Se debe considerar como objetivo primordial el salvaguardar la vida humana, aunque también lo es el hecho de proteger la infraestructura o los materiales almacenados en ella.

“Para lograr una buena evacuación hay que considerar varios pasos o normas a seguir, por lo cual se hace mención de algunas que hay que tomar en cuenta (como se describe en la tabla 6) para cumplir con el objetivo de evacuar las instalaciones y lograr el objetivo principal de salvaguardar vidas humanas,

en los proyectos arquitectónicos ya sean de uso comercial, domiciliar o industrial”<sup>4</sup>.

Figura 2. Elementos principales de evacuación de edificios



Fuente: Muñoz, Oscar. El fuego y lineamientos para contrarrestar incendios en proyectos arquitectónicos, p. 18.

<sup>4</sup> Roldan, Roberto. Área de Seguridad Industrial, Cuerpo de bomberos Voluntarios Guatemala. Entrevista (11-agosto-2010).

“En un incendio hay dos elementos que son mucho más mortales que el mismo fuego: el humo y el pánico. Desafortunadamente uno de éstos o ambos pueden causar pérdidas humanas. El análisis de evacuación es importante, debido al número de personas que se encuentran en el interior de las estructuras. Los siniestros en hoteles o edificios de oficinas, lamentablemente causan gran cantidad de decesos”<sup>5</sup>.

### **3.2. Diferentes componentes de los sistemas de combate contra incendios**

Para el combate contra los incendios, se hace necesario que el sistema cuente con diferentes componentes básicos, de los cuales se presenta una breve descripción de cada uno de ellos.

#### **3.2.1. Extinguidores**

Son aparatos que contienen un agente extintor que puede ser proyectado o dirigido sobre un fuego por la acción de una presión interna. Esta presión se obtiene por una compresión previamente permanente por la reacción química de la liberación de un gas auxiliar que regularmente es inerte. Los extinguidores portátiles tienen el propósito de servir como primera arma de combate contra un incendio de magnitud reducida. Son necesarios aún en edificios que cuentan con un sistema de aspersores automáticos, con un depósito y manguera o con cualquier otro tipo de protección. Estas provisiones no son aplicables a sistemas de extinción fijos, cuando partes de dicho sistema sean portátiles y con fuente de agente extintor fijo.

---

<sup>5</sup> Roldan, Roberto. Área de Seguridad Industrial, Cuerpo de bomberos Voluntarios Guatemala. Entrevista (11-agosto-2010).

### **3.2.1.1. Agente extintor**

Es el conjunto del o de los productos contenidos en el extinguidor y cuya acción provoca la extinción del fuego. Esto es importante porque existen diferentes agentes extintores que hay que conocer para poder aplicarlo a los diferentes tipos de fuego, por ejemplo:

- a) Polvo químico seco
- b) Espuma
- c) Gas especial





### **3.2.1.2. Carga en los extinguidores**

Es la masa o el volumen del agente extintor contenido en el mismo. Desde el punto de vista cuantitativo la carga de los extinguidores a base de agua se expresa en volumen (litros) y la de los restantes aparatos en masa (kilogramos). Por esta razón es recomendable efectuar un estudio del área a proteger contra incendios, para proponer el tipo de agente adecuado. Actualmente existen agentes en forma de líquido vaporizante para proteger áreas de cómputo y no con polvo químico o con espuma que dañarían más que el propio fuego.

### **3.2.1.3. Clasificación de los extinguidores portátiles**

La clasificación de los extinguidores es según su carga y modo de operarlo o de transportarlo. Es por eso que al proteger un edificio con este tipo de aparatos, es conveniente realizar un estudio de áreas del lugar y analizar los productos ahí almacenados, además de considerar áreas en metros cuadrados de los mismos. Las siguientes tablas ilustran esta clasificación:

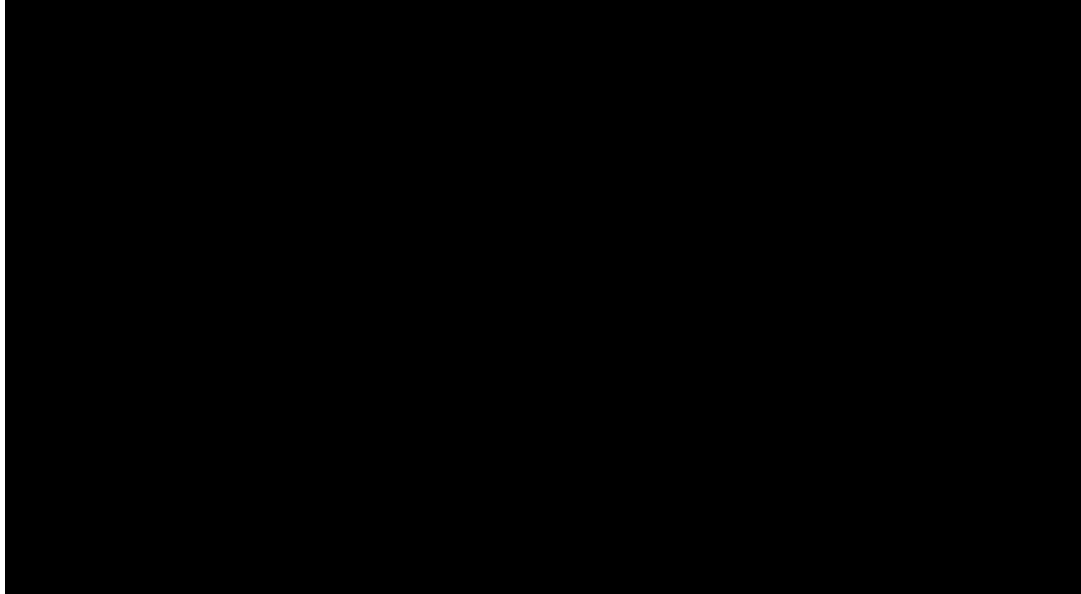
**Tabla VI. Clasificación de extinguidores según su forma de operar y transportar**

| No | Nombre Según Trasporte  | Uso y Recomendaciones  | Gráfico  |
|----|---|--|--|
| 1  | Extinguidores Portátiles.<br>Son todos aquellos cuya masa total es de 10 Kg. y cuentan con equipo de instalación en pared, metal, o en vehículos.   | Son usados para incendios en vehículos, o áreas pequeñas como escritorios u oficinas pequeñas.<br><br>Por la cobertura es conveniente mantenerlos dentro de los vehículos o cerca de los lugares de trabajo.   |   |
| 2  | Extinguidores Manuales.<br>Aquellos cuya masa total transportable es inferior o igual a 20 Kg. y cuentan con equipo de instalación en pared o metal.  | Son los usados en corredores, oficinas, bodegas.   |   |
| 3  | Extinguidores Dorsales.<br>Aquellos cuya masa transportable es inferior o igual a 30 Kg. Y están equipados con un sistema de sujeción que permite su transporte en la espalda de una persona, tipo mochila de 5 galones.          | Tipos de presión permanente tiempo de descarga (30 seg. a (1min). Alcance horizontal del chorro: 9 a 12 metros. Peso: 2.5 Gal.= 30 lb. Presión de Carga: 90 a 125 PSI<br>Es utilizado en varias aplicaciones como el combate de abejas africanas, accidentes de vehículos (derrames), plantas químicas, etc. |   |
| 4  | Extinguidores sobre Ruedas.<br>Aquellos que están dotados de ruedas para su desplazamiento. Podrán transportarse por una o varias personas. Su peso no es mayor de 100 a 150 lbs. Con manguera y polvo químico o agua con espuma. | Son usados en fábricas o lugares grandes donde, debido al almacenamiento de productos, no fuese posible poner una serie de extintores portátiles. Por lo regular se encuentran en entradas y salidas principales   |  |

Fuente: Muñoz, Oscar. El fuego y lineamientos para contrarrestar incendios en proyectos arquitectónicos, p.33.



Tabla VII. **Clasificación de extinguidores según su agente extintor**



Fuente: elaboración propia.

#### **3.2.1.4. Lugares recomendados para la instalación de extinguidores**

Lógicamente que para instalar extinguidores se necesita la asesoría de un experto en la materia, para realizar un estudio y análisis de cada área, previo a la instalación de los extinguidores. A continuación se mencionan algunas normas a seguir:

- a) Que los extinguidores sean distribuidos uniformemente.
- b) Que estén ubicados en lugares sin obstáculos y fácil de acceder a ellos.
- c) Por lo regular, se instalan cerca de las entradas, salidas y vías de escape.
- d) Lejos de áreas donde puedan recibir daños mecánicos.

- e) Determinar el tipo de riesgo que existe en la zona o el área que se desea proteger de acuerdo a como se indicó anteriormente.
- f) Verificar que el extinguidor sea el adecuado para contrarrestar el incendio del lugar, de acuerdo con los tipos de agentes extintores existentes, según la tabla anterior.

### **3.2.1.5. Protección de los extinguidores de fenómenos naturales**

Los extinguidores se pueden colocar en la parte interior o exterior de cualquier estructura, lo importante es respetar las áreas de cobertura, así como también las distancias mínimas que debe recorrer una persona para poder usarlo. Según la NFPA, en la mayoría de los casos, los daños que pueda sufrir un extinguidor dependen de las condiciones climatológicas del lugar y del ambiente donde están instalados. Por eso se deben proteger de los diversos fenómenos que afecten la vida útil de los extinguidores tales como del sol, la nieve, la lluvia, los vapores corrosivos, las altas temperaturas, el salitre de mar, etcétera.

Por consiguiente, es importante proteger los extinguidores de las tres formas siguientes:

- a) Protección con gabinetes metálicos, de acuerdo al lugar de instalación, para lugares en contacto con salitre de mar, corrosión, o vapores altamente tóxicos.
- b) Con bolsas especiales de materiales resistentes listadas por UL.
- c) Techando el área donde se realice la instalación con diferentes estructuras para protegerlos de agua o del sol.

### **3.2.1.6. Alturas de instalación de extinguidores**

La norma NFPA 10 de estándares de extinguidores, especifica la altura del suelo y la altura de montaje, basada en el peso, como se describe a continuación:

- a) Para los extinguidores con peso bruto menor de 40 libras (18 kilogramos) su altura de instalación no debe estar a más de 1.50 metros del nivel del suelo. Dicha medida debe ser tomada desde el suelo hasta la parte superior del aparato.
- b) Los extinguidores con peso bruto mayor de 40 libras (18 kilogramos) no deben estar a más de 1.00 metro del nivel del suelo.
- c) Nunca la distancia entre el suelo y el extinguidor debe ser menor a 10 centímetros (4 pulgadas).
- d) Los extinguidores sobre ruedas estarán instalados en lugares de fácil acceso y lugares despejados para trasportarlos en el momento que se requiera.

### **3.2.1.7. La inspección y el mantenimiento de los extinguidores**

- a) Inspección

Es una comprobación del funcionamiento y sitio del extinguidor. Ésta debe realizarse como mínimo una vez al mes. La inspección debe determinar lo siguiente:

- El extinguidor está en el lugar indicado
- Es visible

- El acceso no está obstruido
- No ha sido activado
- No ha sido manipulado indebidamente
- No está en lugares con gases o líquidos corrosivos
- Posee indicador de presión o manómetro
- Inspeccionar la tarjeta de mantenimiento de última recarga

b) **Mantenimiento**

Implica el desmontaje del extinguidor, limpieza, pintura, recarga, presurización, pruebas hidrostáticas y toda la revisión de los componentes. Ésta debe realizarse como mínimo una vez al año o después de una descarga, despresurización o desperfecto.

**3.2.1.8. Tiempo máximo de inspección y mantenimiento de extinguidores**

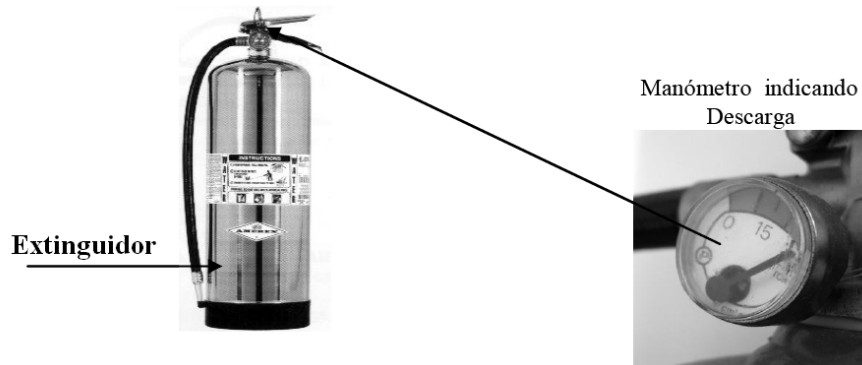
Para los de polvo químico seco y polvo para fuego tipo D la inspección debe ser mensual y recargarlos una vez al año. Los de anhídrido carbónico se deben inspeccionar cada mes y el mantenimiento es cada 2 años.

**3.2.1.9. Verificación de la carga en un extinguidor**

Existe un método muy sencillo y fácil, el cual permite verificar visualmente que el extinguidor esté en buen estado y listo para utilizarlo en cualquier momento. Hay diferentes tipos de aparatos, pero generalmente la mayoría tienen montados un manómetro, por lo que es fácil observar si tiene carga o no. Si la aguja está en posición vertical es señal que se encuentra cargado, por el contrario, si la aguja está caída hacia la izquierda de la persona

que efectúe la verificación, marca descargado. Dicho manómetro siempre está situado en la parte superior del extintor y queda de frente a 1.50 m de altura.

Figura 3. **Medidor de carga en extinguidores**



Fuente: Muñoz, Oscar. El fuego y lineamientos para contrarrestar incendios en proyectos arquitectónicos, p. 56.

### **3.2.1.10. Procedimiento para el manejo adecuado de extinguidores en un incendio**

- a) Remover el pasador de seguridad.
- b) Colocarse aproximadamente a 3 metros del fuego en la dirección del viento. Con el primer disparo alcanzar el objetivo.
- c) El extinguidor funciona eficientemente en el intervalo de 3 a 20 segundos después de ser accionada la válvula de operación.
- d) Retirar la manguera del soporte.
- e) Oprimir la válvula de operación.
- f) Dirigir la descarga a la base del fuego con un movimiento de lado a lado.
- g) Atacar el fuego en la parte inferior o sea empezando por el suelo.
- h) Nunca utilizar agua en incendios eléctricos o partes de equipos eléctricos.

- i) No intentar atacar un incendio que sea muy grande, ya que si el edificio está protegido con algún equipo contra incendios se disparará automáticamente.
- j) Al terminar, dejar el extintor siempre parado, ya que por lo regular nunca se descarga al 100%.

#### **3.2.1.11. Recomendaciones generales en el uso de extinguidores**

- a) Tomar el extinguidor apropiado para el tipo de fuego, asegurarse de que esté cargado y sin quitar el seguro, llevarlo al lugar del incendio.
- b) La descarga siempre debe hacerse a la base, emplear toda la carga y asegurarse de que ya se extinguió totalmente el fuego.
- c) Una vez apagada la llama, nunca dar la espalda al lugar del incendio, retirarse con la vista fija del lugar, pues en ocasiones puede reiniciarse el fuego.
- d) Recordar que la efectividad del extinguidor dependerá del manejo adecuado, no atacar el fuego en forma atropellada, pensar antes de actuar.
- e) Reportar al departamento de seguridad lo sucedido, indicando el lugar exacto, para que el equipo contra incendio que fue utilizado, sea repuesto a la brevedad posible.
- f) Recordar que la eficiencia del extinguidor depende de su capacidad, de su mantenimiento y su manejo.

#### **3.2.2. Detectores de humo y calor**

Los detectores de humo en los sistemas no son más que dispositivos de detección. Adicionalmente a éstos se encuentran los dispositivos de indicación, de señales, los receptores (paneles de control electrónicos) y los equipos de

supresión. Todos éstos deben existir para poder contar con un equipo de protección contra incendios adecuado.

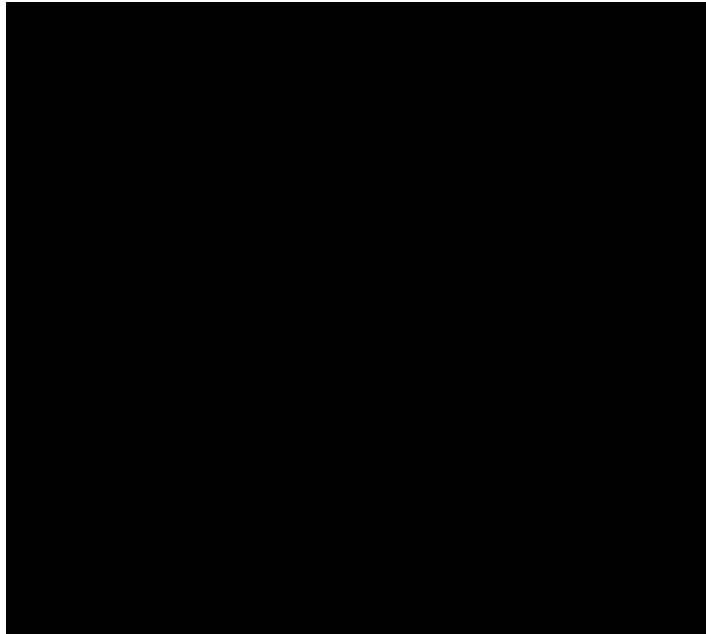
Como se indicó en el capítulo 2, no existe en el país ninguna norma, reglamento o ley que obligue a la instalación y funcionamiento de los diferentes equipos y sistemas mencionados hasta el momento, es por eso que se hace énfasis en los reglamentos y normas de la NFPA. Ésta es la encargada de publicar normas de uso instalación y mantenimiento de detectores automáticos de humo. Por lo que, al momento de necesitar la protección de proyectos de construcción con el fin de resguardar la infraestructura, el producto almacenado, y sobre todo la vida humana de quienes lo habitan, se recomienda consultar las normas principales que presentan las especificaciones técnicas, el tipo de detector de humo, el lugar correcto y el área de cobertura de los detectores (tabla VIII).

“En Guatemala las grandes empresas ya trabajan sus sistemas contra incendios diseñados bajo algunas de estas normas, esto con el fin de solicitar seguros nacionales y/o extranjeros, quienes no aseguran ninguna infraestructura si no se atienden las normas y estándares de calidad en cuanto a instalación de equipos contra incendios”<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Roldan, Roberto. Área de Seguridad Industrial, Cuerpo de bomberos Voluntarios Guatemala. Entrevista (11-agosto-2010).

Tabla VIII. **Normas de la NFPA para instalación de detectores de humo**



Fuente: elaboración propia.

### **3.2.2.1. Coberturas de un detector**

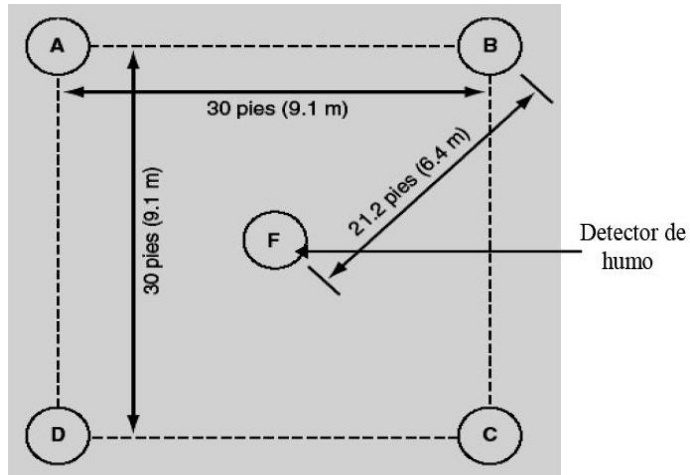
Es la distancia máxima recomendada entre detectores adyacentes o el área física que un detector logra proteger de acuerdo con su compatibilidad en presencia de humo. La norma No. 72 de la NFPA, edición 1999, menciona que todo dispositivo de detección de incendios que reciba alimentación eléctrica del circuito inicial o use un circuito de señalización en un panel de control de alarma contra incendio debe destinarse a uso exclusivo con dicho panel. “Se analiza la cobertura máxima de los detectores según se indica a continuación:

- a) En áreas cerradas y con techos planos, sin obstáculos de vigas, ni de áreas abiertas (figura 4) es de 900 pies cuadrados como máximo por detector (o sea un área de 83.61 metros cuadrados).



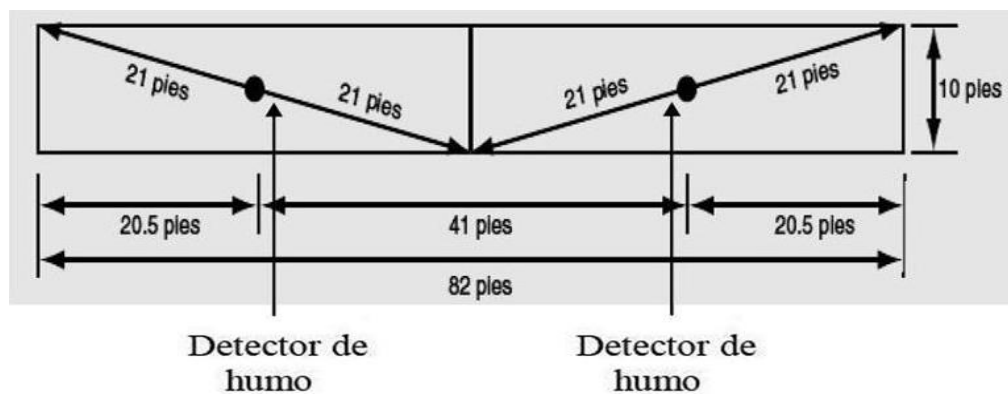
- b) En áreas rectangulares como pasillos o corredores (figura 5) es de 410 pies cuadrados (38.09 metros cuadrados)<sup>7</sup>.

Figura 4. Cobertura de detectores de humo en áreas cuadradas



Fuente: Aycinena, Estuardo. Normas de Seguridad en Edificios, p. 78.

Figura 5. Cobertura de detectores de humo en áreas rectangulares



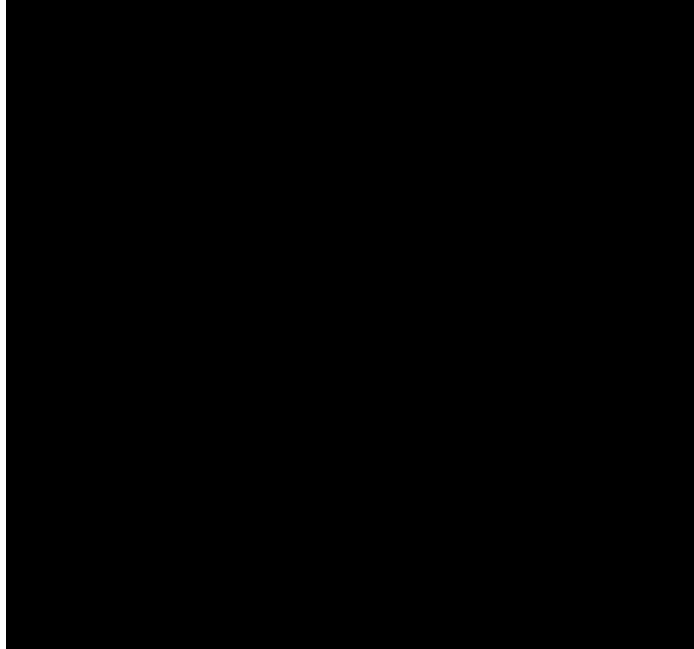
Fuente: Aycinena, Estuardo. Normas de Seguridad en Edificios, p. 79.

<sup>7</sup> Aycinena, Estuardo. Normas de Seguridad en Edificios, p. 130.

### **3.2.2.2. Detectores de humo con relación alarma o falsa alarma**

- a) Detectores de humo automáticos: son los que transmiten una alarma durante un tiempo mínimo preestablecido o confirman una condición de alarma dentro cierto tiempo después de haber sido expuestos al humo.
- b) Sistema automático de alarma contra incendio: es un sistema formado por controles, dispositivos de iniciación y señales de alarma que se activan por medio de circuitos conectados a dispositivos automáticos (detectores de humo).
- c) Oscurecimiento: es la disminución de la transparencia atmosférica causada por la presencia de humo. Normalmente se expresa en porcentaje por pie. Partículas de la combustión o sustancias emanadas del proceso químico de un incendio que pueden permanecer en el lugar del incendio tal como cenizas.
- d) *Reel* de Final de línea (final del circuito): es un elemento destinado a supervisar la alimentación eléctrica en detectores de humo.
- e) Señal de alarma: es una señal que indica la presencia de una situación de emergencia a la cual se debe responder inmediatamente. Ejemplo de ello es una alarma de incendio producida por un detector de humo a causa de un incendio.
- f) Falsa alarma: es una señal accidentalmente causada por impurezas ajenas al humo, tal como polvo o insectos u otros.

Tabla IX. **Por qué se produce falsa alarma en los detectores de humo**



Fuente: elaboración propia.

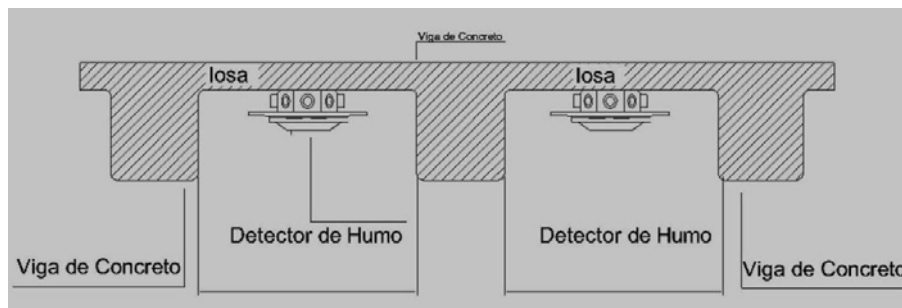
### **3.2.2.3. Separación y ubicación de detectores de humo según los elementos estructurales**

El lugar donde se instalen los detectores es de suma importancia para contar con la máxima anticipación posible de alarma en una situación de incendio. Es necesario tomar en cuenta los efectos de los equipos de ventilación, calefacción, aire acondicionado, la circulación de aire y en lugares con ventilación forzada.

- a) Vigas o travesaños sólidos: según la norma NFPA 72-1999 las vigas o travesaños expuestos se deben tratar como vigas sólidas en lo concerniente a la separación de detectores. Por lo que se debe colocar un detector en cada sector de la estructura.

- b) En cielos falsos altos: de hasta 12 pies de altura (3.66 metros) y vigas de hasta 1 pie de espesor (30 centímetros), se debe usar el criterio de cielo falso liso despreciando las vigas.
- c) En vigas de más de 1 pie (30 centímetros) de espesor y cielos falsos de más de 12 pies (3.66 metros) de altura.
- d) Los detectores se deben instalar en cada espacio libre entre vigas, ya que se considera cada área individual para la protección con detectores de humo (figura 6).

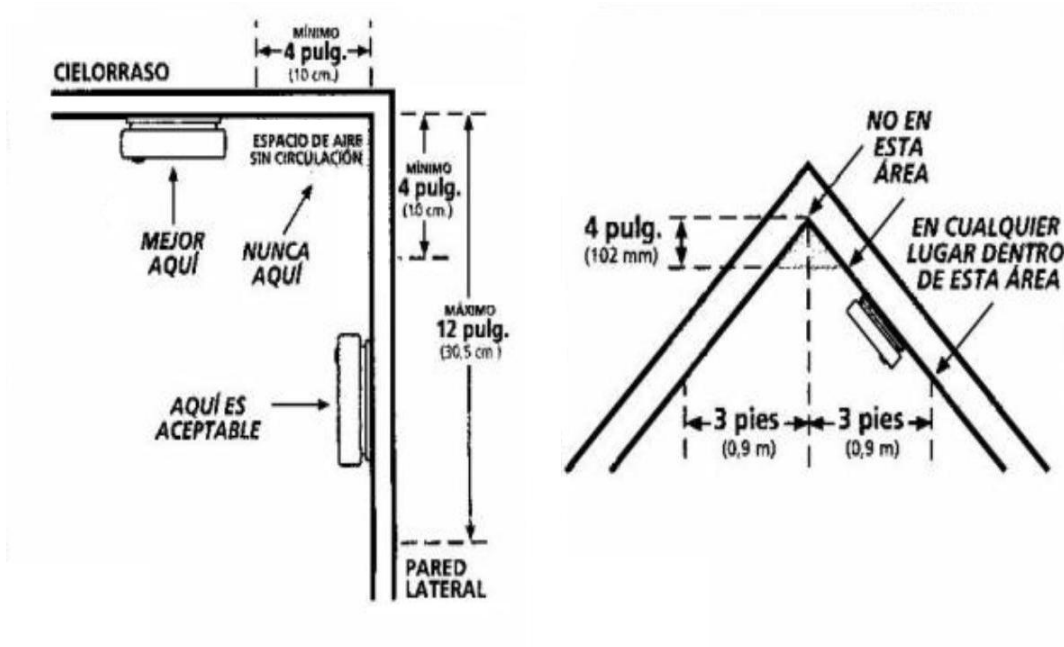
Figura 6. **Separación de detectores en vigas sólidas**



Fuente: Muñoz, Oscar. El fuego y lineamientos para contrarrestar incendios en proyectos arquitectónicos, p. 174.

- e) Detectores instalados en habitaciones: cuando sea imposible colocarlos en el centro de la habitación y fuese necesario instalarlos en las orillas o esquinas se debe de considerar lo especificado en la figura 7.

Figura 7. Ubicación en instalación de detectores



Fuente: Muñoz, Oscar. El fuego y lineamientos para contrarrestar incendios en proyectos arquitectónicos, p. 44.

- f) La colocación de detectores cerca de bocas de salida de aire acondicionado o rejillas de ventilación puede causar acumulación excesiva de suciedad y polvo que podría ser causa de funcionamiento defectuoso o falsa alarma. No se deben colocar detectores de humo a menos de 3 pies de distancia de una boca de salida de aire o una rejilla de retorno de aire.
- g) Detectores especiales: los detectores localizados o puntuales pueden instalarse en sistemas bien diseñados y calculados en conductos de retorno de aire en alojamientos de detectores especialmente.
- h) Detectores instalados en espacios o conductos de circulación de aire sobre el nivel del cielo raso: no sustituyen a los detectores convencionales para espacios abiertos ya que el aire no circularía por el conducto cuando el sistema de ventilación estuviese detenido.

- i) En los lugares con estanterías altas: donde se almacene mercadería u otros tipos de estructuras o equipos altos apoyados sobre el suelo podrían impedir la circulación del humo hacia los detectores. Entonces se tomará el criterio de partición u obstrucción similar. Éste especifica que todo producto almacenado en estanterías que llegue a una distancia del cielo falso a menos de 18 pulgadas (45 centímetros) se considerará como una pared divisoria.
- j) Cielos falsos inclinados: estos tipos de cielos rasos pueden facilitar la estratificación del aire. Los reglamentos especifican separación de detectores en el plano horizontal, tomando como referencia la línea vertical de la plomada de la cumbre del techo y la distancia establecida es de 3 pies (1 metro aproximadamente) desde dicha línea vertical. Se pueden instalar otros detectores a esa distancia mínima, pero siempre tomada horizontalmente y no sobre la pendiente del techo.
- k) “En techos sin aislamiento térmico: los techos sin aislamiento térmico presentan problemas especiales de ubicación de detectores. Cuando la temperatura externa es baja, no hay impedimentos para la circulación de aire hacia los detectores, pero cuando la temperatura externa es alta el techo se calienta por el sol y podría haber problemas de estratificación de aire”<sup>8</sup>.

#### **3.2.2.4. Lugares donde no es recomendable la instalación de detectores de humo**

- a) A la intemperie: es preferible no usar detectores a la intemperie, en depósitos abiertos ni en otros tipos de estructuras abiertas al aire libre expuestas al polvo, corrientes de aire, humedad y temperaturas ambientes extremas.

---

<sup>8</sup> Muñoz, Oscar. El fuego y lineamientos para contrarrestar incendios en proyectos arquitectónicos, p. 188.

- b) Áreas mojadas o excesivamente húmedas: es preferible no instalar detectores en áreas mojadas o muy húmedas, ni cerca de baños con duchas.
- c) Área de espera de ascensores: no colocar detectores de humo sobre ceniceros ni en lugares donde la gente pudiera fumar mientras espera el ascensor.
- d) Ambientes muy fríos o muy cálidos: evitar la instalación de detectores en lugares muy fríos, muy cálidos, edificios o ambientes sin calefacción ni aire acondicionado, donde la temperatura pueda ser inferior o superior a la temperatura nominal de servicio de los detectores.
- e) Áreas donde estén instaladas luces fluorescentes: no colocar detectores cerca de luces fluorescentes, ya que la interferencia eléctrica creada por estos artefactos podría generar falsa alarma. Se deben instalar a una distancia mínima de 1 pie (30 centímetros) de cualquier artefacto de luz fluorescente.
- f) Áreas con partículas de combustión: evitar la instalación de detectores donde estén normalmente presentes partículas de combustión, tal como cocinas, hornos, quemadores o talleres donde haya normalmente emisiones de escape de vehículos. Cuando se deba instalar un detector en dichos lugares se debe usar un detector de calor en lugar de uno de humo.
- g) “Cerca de las salidas de aire: en estos casos se produce dispersión de humo que tendría que llegar a los detectores. Entonces es necesario instalar más detectores. Si se van a instalar solamente cerca de las bocas de retorno de aire se produciría un desbalance de protección cuando no esté funcionando el sistema de aire forzado”<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Aycinena, Estuardo. Normas de Seguridad en Edificios, p. 97.

### **3.2.3. Hidrantes**

Los hidrantes son componentes vitales de un sistema de combate contra incendios y actualmente en el mercado se les puede encontrar de varios tipos, modelos y aplicaciones. A continuación se presenta una breve descripción de los mismos.

#### **3.2.3.1. Sistemas de hidrantes y monitores alto alcance**

Los hidrantes y monitores son armas de combate contra incendios tanto para interiores como para exteriores de bodegas, parqueos, centros comerciales, edificios, etcétera, porque trabajan con sistemas de espuma si es requerido. Los mismos operan con grandes alcances, elevadas presiones y caudales de agua para una mejor cobertura. Se clasifican de acuerdo al riesgo a proteger, a la presión y al caudal requerido, al modelo y estilo, dividiéndose de la siguiente manera:

- a) Hidrantes de columna al exterior
- b) Hidrantes de gabinete para interior o exterior

#### **3.2.3.2. Hidrante de columna al exterior**

Son dispositivos de lucha contra incendios, constituidos esencialmente por un grupo de válvulas y cuerpo de la columna. Su finalidad es el suministro de agua a mangueras o monitores de largo alcance directamente acoplados a él. El suministro de agua es a través de cisternas o tanques succionados por medio de bombas. Los hidrantes y monitores normalmente se presentan en diámetros de 2, 2 ½", 3", o 4", y están provistos de una o dos salidas, pero todo esto depende del diseño, cálculo hidráulico y análisis del lugar.



### 3.2.3.3. Presión y caudal de los hidrantes tipo columna al exterior

Las normas NFPA para redes de hidrantes especifican que deberá calcularse hidráulicamente para poder suministrar un caudal mínimo de 500 litros por minuto para cada hidrante. La presión mínima en la salida no debe ser menor a 100 libras por pulgada cuadrada.

A efecto de cálculo y necesidad del agua a utilizar, se determinará el número de salidas a usarse simultáneamente y el tiempo de autonomía de abastecimiento, para especificar el número de salidas y la duración del abastecimiento en función del área o sector a proteger contra incendios, la peligrosidad de su contenido, etc. Aunque lo mejor y lo más confiable en una red de hidrantes o monitores es el cálculo hidráulico quien determina la presión necesaria con base a la norma de la NFPA, Código 14.

Figura 8. Hidrante tipo columna de 2½”

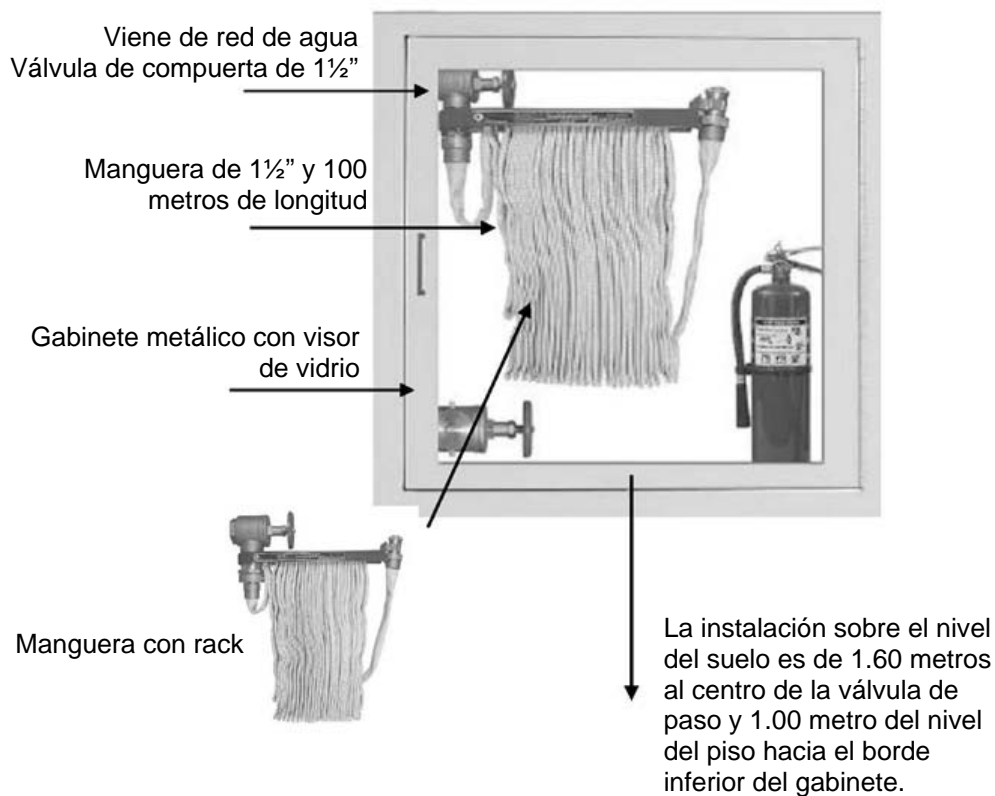


Fuente: Muñoz, Oscar. El fuego y lineamientos para contrarrestar incendios en proyectos arquitectónicos, p. 53.

### 3.2.3.4. Hidrante de manguera o gabinete

“Los hidrantes con gabinete son los constituidos por una válvula de paso, rack, manguera, y un gabinete. Por lo regular, se encuentran en diámetros de 2”, 2½” y 3”, dependiendo del área a proteger. Son conocidos en el medio como hidrantes de gabinete, y dentro de la norma 14 de la NFPA se considera que los sistemas de rociadores deben incluir instalación de hidrantes tipo gabinete en los lugares como vestíbulos, pasillos, área de gradas u otras”<sup>10</sup>.

Figura 9. Hidrante de gabinete



Muñoz, Oscar. El fuego y lineamientos para contrarrestar incendios en proyectos arquitectónicos, p. 85.

<sup>10</sup> Muñoz, Oscar. El fuego y lineamientos para contrarrestar incendios en proyectos arquitectónicos, p. 110.

### **3.2.3.5. Características hidráulicas de los hidrantes**

La red se calculará para asegurar los caudales y las presiones necesarias para las unidades a alimentar, teniendo en cuenta la conveniencia de dimensiones, previendo eventuales ampliaciones. Se hacen las siguientes recomendaciones:

- a) La tubería aceptada en estos casos son las de acero fundido cédula 40, 60 u 80 según la presión a soportar.
- b) El empleo de otra clase de tubería deberá justificarse adecuadamente para su aceptación o consultar las normas de la NFPA código 14.
- c) Se dispondrá de un extremo libre, con una válvula o brida ciega para las operaciones de limpieza interior por flujo de agua.
- d) Cuando se utilicen accesorios de unión en los cambios de dirección (curvas, codos o tee) se tomarán medidas de seguridad adecuadas para evitar su deslizamiento y posible desconexión.
- e) “Cuando las tuberías discurran por el exterior se considerarán los efectos de dilatación térmica tales como heladas o calentamiento directo a las tuberías”<sup>11</sup>.

### **3.2.4. Sistemas automáticos de rociadores**

Son dispositivos de descarga destinados a controlar o extinguir un incendio a base de agua a presión. Un sistema de instalación de rociadores comprende uno o más abastecimientos de agua y uno o más sistemas de rociadores. Cada sistema comprende un puesto de control y una red de tubería en la que se instalan cabezas de rociadores en posiciones específicas ya sea

---

<sup>11</sup> Muñoz, Oscar. El fuego y lineamientos para contrarrestar incendios en proyectos arquitectónicos, p. 115.

en el techo, cielo falso, muros, entre estanterías, debajo de estantes, entre hornos, estufas, etc.

#### 3.2.4.1. **Cómo actúa un rociador**

Por medio del bulbo de vidrio o metal que explota al someterse a una elevada temperatura, permitiendo la salida del agua que contiene la tubería. Los rociadores funcionan a una temperatura determinada de acuerdo al cálculo y modelo a usar, para lo cual es importante tomar en cuenta las especificaciones del distribuidor en los sistemas de rociadores automáticos.

Los sistemas de rociadores actúan de acuerdo a dos tipos de instalaciones:

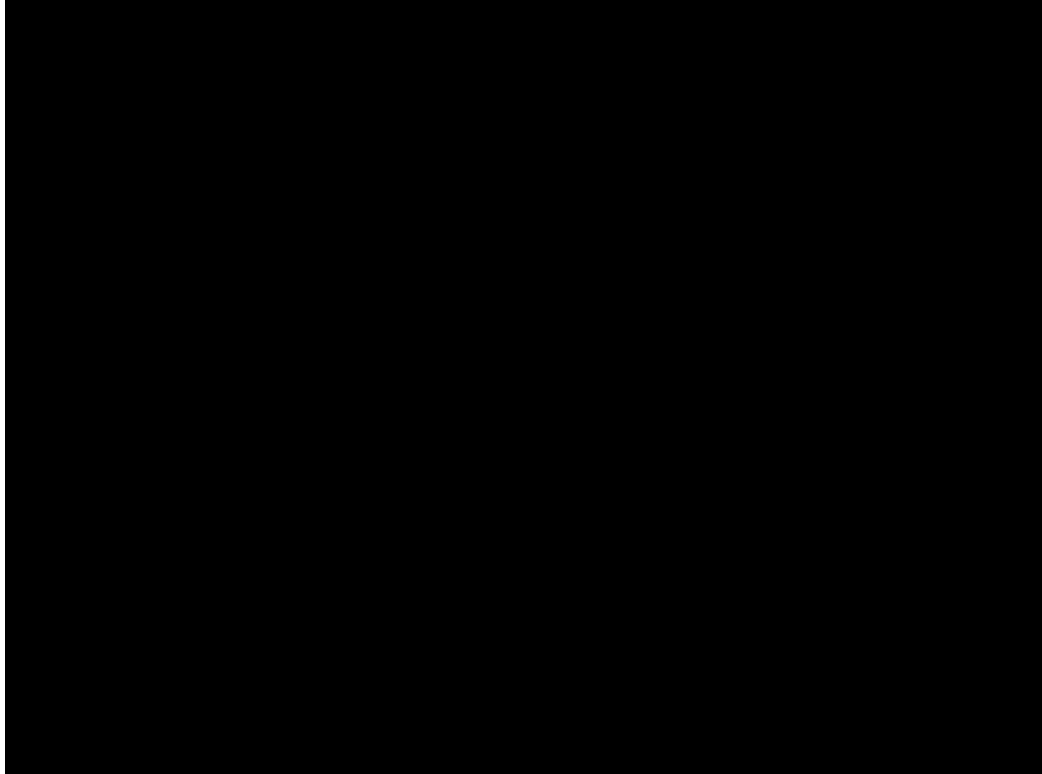
- a) Con tubería húmeda o sea agua presurizada en toda su red, y
- b) Con tubería seca por la cual corre el agua al momento de una señal de fuego, abriendo la válvula instalada por lo regular en la parte exterior de los edificios, funcionando automáticamente por medio del panel de control.

Figura 10. **Rociador tipo *pendent***



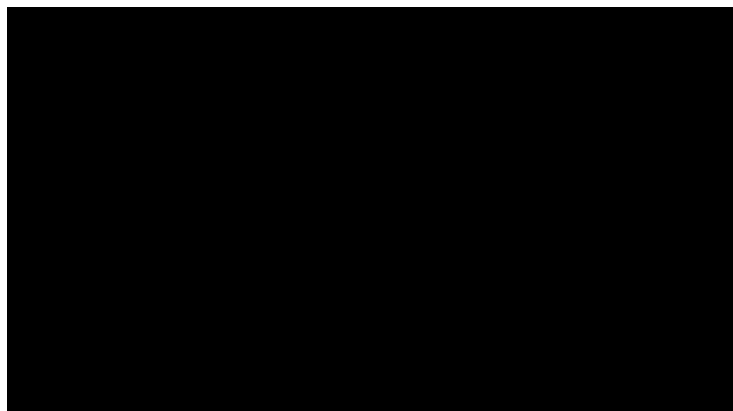
Fuente: [www.conunpardeguindillas.blogspot.com](http://www.conunpardeguindillas.blogspot.com). Consulta: 21 de enero de 2011.

Tabla X. **Lugares dónde instalar sistemas con rociadores**

A large black rectangular area that completely redacts the content of Table X.

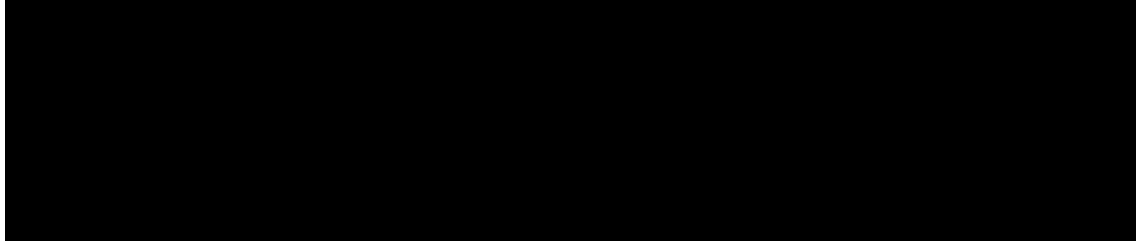
Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Clasificación de rociadores**

A black rectangular area that completely redacts the content of Table XI.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Instalación de rociadores en áreas internas**



Fuente: elaboración propia.

#### **3.2.4.2. Temperaturas de funcionamiento en los rociadores**

Según se indicó anteriormente, los rociadores funcionan mediante el estallido del bulbo, el cual ocurre al momento que éste es sometido a temperaturas altas producidas por el fuego. Pero es importante saber a cuántos grados de temperatura ocurre esto. Es por eso que los rociadores se identifican mediante colores en el bulbo para saber cuántos grados de temperatura soportan antes del estallido según lo siguiente:

- a) En espacios ocultos sin ventilar como bajo tragaluces, techos de cristal, etc. podrá ser necesario instalar rociadores con temperatura de funcionamiento entre los 93° C a 100° C.
- b) En condiciones normales y en climas moderados es adecuado un rociador con temperatura de 68° C o 74° C.
- c) Se dará consideración especial a la temperatura de los rociadores a instalar cerca de hornos de secado, equipos de calefacción y demás equipos que puedan irradiar calor.

### **3.2.4.3. Generalidades para la instalación de rociadores**

Los requisitos básicos, recomendaciones para el diseño, instalación y mantenimiento en los sistemas fijos de rociadores automáticos contra incendios en edificios, plantas industriales, centros comerciales, bodegas, etcétera, son aplicables a cualquier edificio donde se realicen ampliaciones, reparaciones u otra modificación. Está concebida para que la empleen los responsables de comprar, instalar, probar, inspeccionar, usar y mantener las instalaciones de rociadores automáticos.

La instalación de rociadores automáticos está concebida para detectar un conato de incendio y apagarlo inmediatamente por medio de agua y/o espuma o controlarlo para que pueda ser apagado por otros medios, como bomberos locales o sistema de hidrantes exteriores con mangueras.

También tiene como fin proteger todas las zonas de la propiedad pero en ningún caso son recomendables en zonas con conductos eléctricos, archivos de información importante, salas de cómputo, áreas de servidores computarizados y todas aquellas donde igual sería la destrucción de los activos por fuego que con agua.

### **3.2.4.4. Superficie máxima por rociador**

Para que un sistema de protección de incendios con rociadores cumpla con los requerimientos de cobertura hay que atender lo especificado en la siguiente tabla, además de las recomendaciones del fabricante, el análisis de riesgo y la norma NFPA, código No 13.

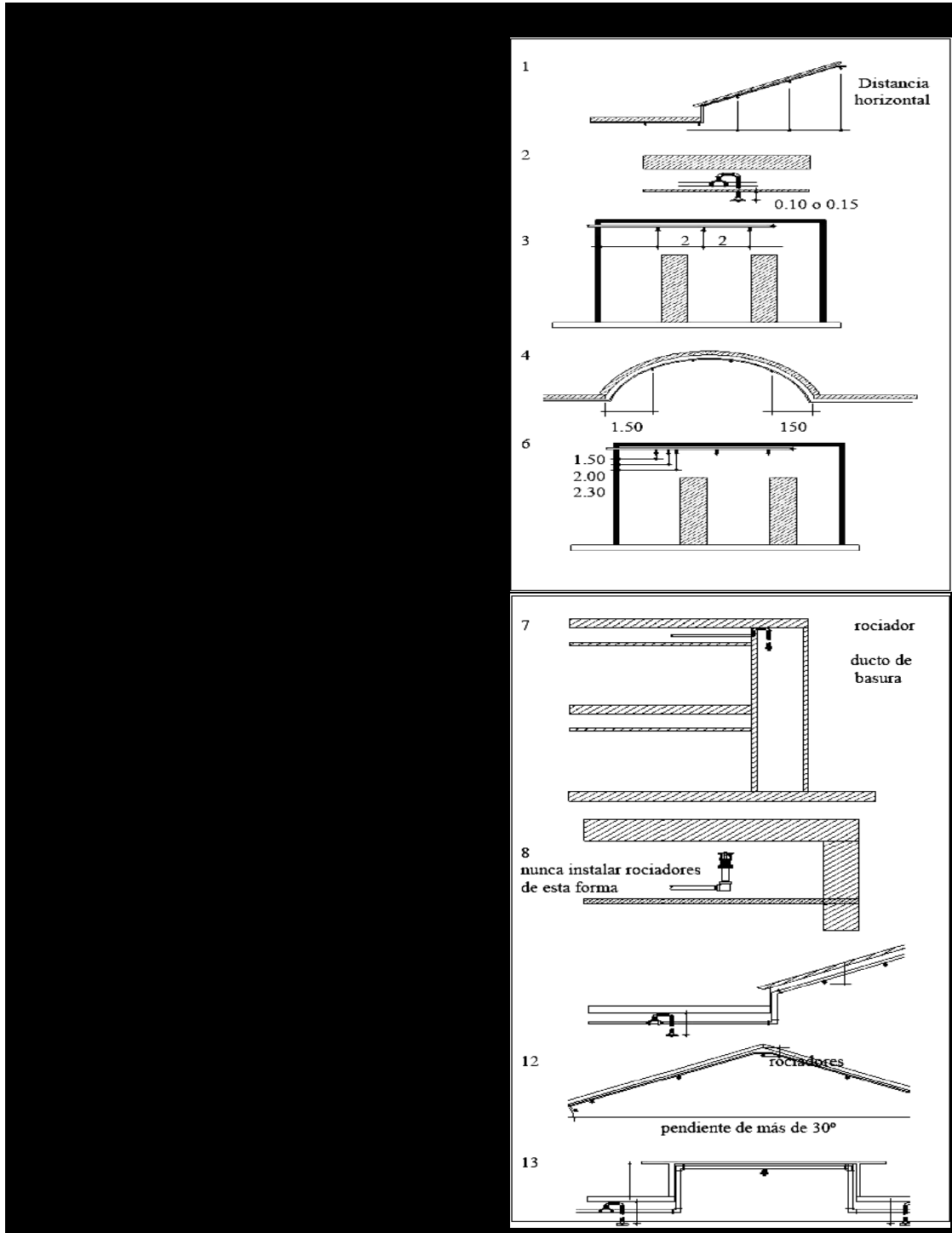
Tabla XIII. **Separación de rociadores en los sistemas contra incendios**

| Tipo de Riesgo       | Área máxima por rociador (m <sup>2</sup> ) | Distancias máximas (m) |       |
|----------------------|--|------------------------|-------|
|                      |  | Alto                   | Largo |
| Riesgo ligero        | 21,16                                      | 4,60                   | 4,60  |
| Riesgo ordinario     | 12,25                                      | 3,50                   | 3,50  |
| Riesgo extra proceso | 9,00                                       | 3,00                   | 3,00  |

Fuente: elaboración propia.

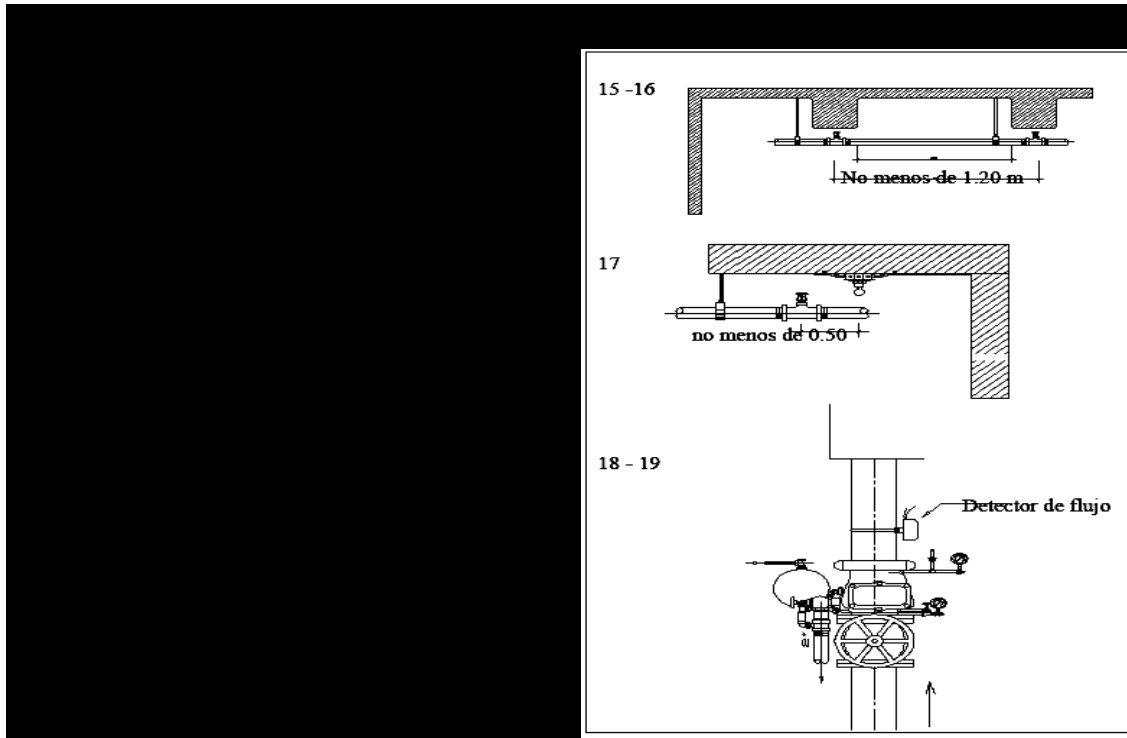


Tabla XIV. Características de instalación de rociadores 1



Fuente: elaboración propia, con el programa de Autocad.

Tabla XV. **Características de instalación de rociadores 2**



Fuente: elaboración propia, con el programa de Autocad.

### 3.2.4.5. **Mantenimiento en los sistemas de rociadores**

El usuario llevará a cabo un programa de inspección, comprobación, programación de pruebas, servicio, mantenimiento y tendrá la documentación apropiada, incluyendo un libro de registro que se guardará en el lugar de instalación del sistema. Éste servirá para revisar los tiempos de mantenimiento de las bombas, depósitos de presión y de gravedad.

También se mantendrán en el edificio, rociadores de repuesto que sustituirán los rociadores dañados o que no hayan funcionado. El número de rociadores de repuestos no será inferior a lo siguiente:

- a) Para instalaciones en riesgo ligero, 6 unidades.
- b) Para instalaciones de riesgo ordinario, 24 unidades.
- c) Para instalaciones de riesgo extra proceso y extra almacenamiento, 36 unidades.

Los repuestos se deben reponer rápidamente en el caso de su uso. Cuando las instalaciones contengan rociadores de alta temperatura, de pared u otros tipos de rociador se debe mantener un número suficiente de repuestos, esto con el fin de atender rápidamente la sustitución de los rociadores usados. Los rociadores instalados en lugares donde existen vapores corrosivos serán protegidos de una las siguientes maneras:

- a) Por un revestimiento adecuado realizado por el fabricante.
- b) Por una mano de vaselina aplicada antes del montaje y otra después.
- c) El tratamiento anticorrosivo no se aplicará a la ampolla del rociador.

#### **3.2.4.6. Período de mantenimiento en los sistemas de rociadores**

La empresa instaladora del sistema tendrá que garantizar el funcionamiento del equipo en cualquier momento que se requiera, para lo cual preparará el mantenimiento, el cual debe incluir la inspección y verificación de las instalaciones en tuberías, medición en las diferentes válvulas, presostatos y manómetros. También garantizará el arranque manual y automático de las bombas principales y auxiliares, se revisará los paneles de control automático. Dicho mantenimiento se realizará de la siguiente manera:

- a) Programa semanal: se comprobarán y registrarán los resultados de los siguientes equipos: la presión del agua y aire de cada manómetro instalado en las bombas principales, colectores de agua, depósitos a

presión. Se verificará la correcta posición de las válvulas de cierre; la alarma hidráulica, la cual se hará sonar durante 30 segundos y se verificará simultáneamente la transmisión al servicio de bombeo, arranque automático de las bombas, prueba de arranque al motor diesel, verificación del ácido y plomo a las baterías, conexiones con bomberos y estaciones receptoras de alarmas y sistemas de calefacción localizados en el lugar.

- b) Programa trimestral: se comprobarán y registrarán la revisión del riesgo, revisión de la instalación de las tuberías, modificación en las estructuras y uso del edificio, así como en la configuración del almacenamiento de los productos, calefacción, iluminación, equipos, etc.
- c) Programa semestral: se verificarán las válvulas de alarma seca y cualquier acelerador y aliviadero, instalaciones de tubería seca, alarmas con bombeo central y central receptora de alarmas.
- d) Programa anual: pruebas del caudal de bombas, cada grupo de bombeo será probado en condiciones de máxima carga, se tomarán en cuenta los ajustes oportunos para pérdidas de carga en la tubería de alimentación y válvulas entre la fuente de agua y el manómetro de cada instalación.
- e) Programa trianual: todos los depósitos, incluyendo los de presión, serán examinados externamente para vigilar la corrosión, serán vaciados y limpiados. En caso necesario, los depósitos serán pintados y protegidos contra la corrosión.
- f) Programa a 10 años: fallos en el arranque de los motores y bombas principales en los cuales se cambiará cualquier repuesto. Se verificarán las instalaciones eléctricas y realizar las reparaciones necesarias.
- g) Programa a 15 años: a intervalos no superiores a los 15 años se vaciarán y limpiarán los depósitos de agua, se inspeccionarán internamente contra rupturas o fisuras y se llevarán a cabo las reparaciones pertinentes.

### **3.2.5. Señalización, rotulación e iluminación en sistemas contra incendios**

Hay estudios que demuestran que en Estados Unidos han disminuido considerablemente las fatalidades por incendios debido al uso de sistemas de alarma y detectores de humo. Sin menospreciar la gran ventaja que obtienen estos sistemas al estar rotulados e iluminados adecuadamente para poder usarlos, también la ventaja de las grandes industrias y comercios que cuentan con rotulación y señalización de sus vías de evacuación, lo cual disminuye en gran parte la propagación de un siniestro en su etapa inicial, protege la vida humana mediante el conocimiento por donde conducirse o qué hacer al momento de un siniestro.

Actualmente hay varias formas de rotular e iluminar estos espacios (salida de emergencia, escaleras, rutas de evacuación) ya que esto depende de varios puntos de vista. Por ejemplo, las empresas aseguradoras tienen su criterio propio, ya que éstas se apegan a normas de seguridad contra incendios y en Guatemala, a falta de éstas, se utilizan las normas de la NFPA. Otro punto de vista es el grado de conciencia de la gravedad de un incendio en cualquier propiedad o planta industrial o la capacidad económica para contar con un buen equipo de protección rotulado e iluminado de acuerdo a normas, ya que hay desde los que están listados por los laboratorios UL hasta productos de menor calidad y precio.

#### **3.2.5.1. Clasificación de rótulos e iluminación**




En este inciso se presentan los diferentes equipos de iluminación automática o manual y se indican los lugares correctos de instalación, áreas de cobertura y materiales a utilizar. Los mismos deben de ser acordes a las características del entorno y deben ser entendibles. Al momento de analizar la

propuesta de rotular e iluminar las instalaciones de un edificio, comercio o industria, debe considerarse que las mismas se manejan desde 4 puntos de vista conocidos como señales establecidas:

- a) Rótulos e iluminación de información: son los que se usan para guiar a las personas y proporcionar ciertas recomendaciones. Se colocarán en lugares donde permitan que la gente tenga tiempo suficiente para captar el mensaje. Ejemplo: la dirección de una ruta de evacuación en el sentido requerido, zona de seguridad.
- b) Rótulos e iluminación preventivos: son los que tienen por objeto advertir al usuario de la existencia y naturaleza de un peligro y se colocarán de preferencia a una altura de 1.50 metros del suelo, en un lugar que permita que las personas tengan tiempo suficiente para captar el mensaje. Ejemplo: piso húmedo.
- c) Rótulos e iluminación prohibitivos o restrictivos: son los que tienen por objeto indicar las acciones que no se deben ejecutar y serán colocadas en el punto donde exista la restricción como tal. Ejemplo: no fumar.
- d) Señales de obligación: son las que se utilizan para imponer la ejecución de una acción determinada, a partir del lugar donde se encuentra la señal y el momento de visualizarla. Se colocará en un lugar donde debe llevarse a cabo una actividad determinada. Ejemplo: usar mascarilla, gases tóxicos.

Éstas a su vez, se representan en colores para establecer los mecanismos de alerta, alarma, y detección de incendios, lo cual se representa de la siguiente manera:

Tabla XVI. **Descripción de colores usados en rótulos de emergencia**

| Color  | Descripción  |
|--|--|
| <br><b>Rojo</b>     | Usado en señalización de gravedad como por ejemplo prevención de incendio, iluminación o rotulación de los diferentes equipos de protección contra incendios instalados en el lugar.           |
| <br><b>Amarillo</b> | Usado en los sistemas de información del inmueble, e indican la peligrosidad de los lugares y el nivel de precaución.  |
| <br><b>Verde</b>  | Son usados en señalización de rutas de evacuación, áreas restringidas, o en el caso de brigadas contra incendio, los uniformados de color verde son los encargados de coordinar la evacuación. |

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.5.2. Iluminación contra incendio utilizada en el comercio y la industria

- a) Lámpara de emergencia: normalmente funcionan por medio de rayos ultra violeta y contienen un sensor infrarrojo de doble voltaje y fuente de poder propia. Se instalan empotradas en paredes o colgadas en corredores o escaleras y sirven para señalar rutas de evacuación y salidas de emergencia.

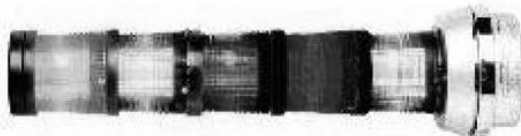
Figura 11. **Modelos de lámparas de emergencia**



Fuente: [www.conunpardeguindillas.blogspot.com](http://www.conunpardeguindillas.blogspot.com). Consulta: 21 de enero de 2011.

- b) Señales audiovisuales: son dispositivos de señal audiovisual y puede contener 5 módulos de luz y una sirena. Son usadas en áreas de trabajo pesado o en áreas con personas con discapacidad auditiva y que necesitan visibilidad a larga distancia.

Figura 12. **Señal audio visual**



Fuente: [www.conunpardeguindillas.blogspot.com](http://www.conunpardeguindillas.blogspot.com). Consulta: 21 de enero de 2011.

- c) Faros rotatorios: son potentes lámparas selladas, que rotan 360 grados y que están contenidas en un domo de policarbonato. Son utilizadas en plantas de procesamiento de alimentos o áreas industriales en las que se prohíbe el uso del vidrio. Se instalan empotradas en muros o sobre una base de metal rígida.



Figura 13. **Faros rotatorios**



Fuente: [www.conunpardeguindillas.blogspot.com](http://www.conunpardeguindillas.blogspot.com). Consulta: 21 de enero de 2011.

- d) Luces fluorescentes para localizaciones peligrosas: son lámparas de tubo que proveen una salida de luz de largo alcance. Su forma de instalación puede ser colgada, empotrada en muros o en cielo fundido, cielos falsos o en estructuras metálicas.

Figura 14. **Luces fluorescentes**

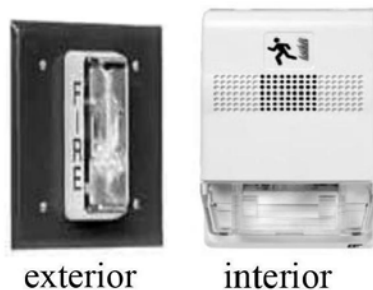


Fuente: [www.conunpardeguindillas.blogspot.com](http://www.conunpardeguindillas.blogspot.com). Consulta: 21 de enero de 2011.

- e) Luces de estrobo de gran intensidad: es un dispositivo que produce una luz incandescente de cobertura alta. Es usado en lugares donde las personas desarrollan actividades con incapacidad auditiva, como en áreas con demasiado ruido o en bodegas de gran magnitud. Está diseñado para permanecer fuera de cualquier instalación e incluso en

lugares muy sucios de polvo o algún otro riesgo natural como lluvia o el sol, etc. Se instalan empotrados en pared y sobre puertas principales.

Figura 15. **Luces de estrobo**



Fuente: [www.conunpardeguindillas.blogspot.com](http://www.conunpardeguindillas.blogspot.com). Consulta: 21 de enero de 2011.



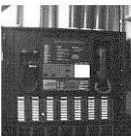






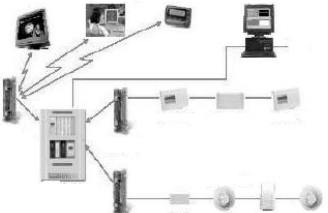


### **3.2.6. Paneles electrónicos de control en los sistemas contra incendios**

Los sistemas de alarma, detección y supresión de incendios necesitan un elemento fundamental para su funcionamiento como el panel de control inteligente (cerebro). Siendo éstos los que hacen posible la señal de emergencia derivada de humo que se generan en los ambientes de los edificios, también hace posible que se identifique el nivel y el lugar exacto de donde se esté produciendo un incendio.

En el caso de sistemas de detección de humo por medio de sistemas de muestreo de aire tipo vesda se tiene la peculiaridad que se pueden instalar varios sistemas a la vez, dirigidos a un sólo panel de control.

Lógicamente éstos necesitan los receptores (detectores de humo, detectores por aspiración de aire u otros) y una serie de complementos para hacer efectivo los sistemas contra incendios (ver tabla XVII).

Tabla XVII. **Componentes de un sistema de detección, alarma y supresión de incendios**

| No | Dispositivo  | Gráfico   | No   | Dispositivo   | Gráfico   |
|----|--|---|--|---|---|
| 1  | <b>Detectores:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detectores fotoeléctricos.</li> <li>• Detectores iónicos.</li> <li>• Detectores de temperatura</li> <li>• Detectores de temperatura fija.</li> <li>• Detectores de flama.</li> <li>• Detector de movimientos.</li> <li>• Detectores de ducto.</li> </ul> |    | 5  | <b>Luz de Estrobo:</b><br>Básicamente es una señal de alerta o prevención del inicio de un incendio, la finalidad es dar esta señal en los lugares con mucho ruido, que sean visibles a distancias largas, para que puedan ser captadas por las personas con discapacidad auditiva. |    |
| 2  | <b>Teléfono de instituciones o particulares:</b><br>Conectados a estaciones de bomberos o dan la señal de alarma personalmente.  |    | 6  | <b>Sirenas:</b><br>Para intemperie o interior, son las que notifican a los ocupantes del área la necesidad de evacuar los lugares ocupados y advierte a todos de la necesidad de descarga de los sistemas de supresión.   |    |
| 3  | <b>Pulsadores de acondicionamiento:</b><br>Es una especie de sirena y únicamente es usada en áreas pequeñas  |   | 7  | <b>Bocinas de audio:</b><br>Sirven cuando nuestro sistema tiene señal de audio en todo el circuito y se dan avisos de notificación.   |   |
| 4  | <b>Alarma Manual:</b><br>Es la que permite que la descarga del agente extintor que protege un ambiente se realice por cualquier persona. Que observe el inicio de un incendio y pueda activar el sistema de supresión. Sin necesidad de haber sido detectado aún por los sistemas de detección instalado.            |  | 8  | <b>Parlantes de audio:</b><br>Algunas veces vienen con luz de estrobo incorporados y pueden instalarse en pared, cielo raso o cualquier estructura metálica   |  |
| 9  | <b>Señales audibles:</b><br>campanas de alarma de incendio   |  |  |   |   |
| 10 | <b>Teléfonos de audio:</b><br>para comunicación de emergencias (evacuación)  |  |  |   |   |
| 11 | <b>Botón de Aborto:</b><br>Permite suspender la descarga de gas de supresión limpio instalado en el lugar cuando se activa por error.  |  |  |   |   |

Fuente: Muñoz, Oscar. El fuego y lineamientos para contrarrestar incendios en proyectos arquitectónicos, p. 65.

### **3.2.6.1. Características generales de los paneles de control electrónicos**

Todos los sistemas de alarma contra incendios deben tener tres funciones básicas, esto sólo lo puede hacer por medio del panel de control para equipos contra incendios; siendo éstas: supervisión, notificación y control.

- a) “Supervisión: significa estar alerta a las señales que indican que hay gente o propiedad en peligro debido a la presencia de humo o fuego. Supervisión también significa que el cableado del equipo y de la instalación identificará cualquier condición que comprometa la seguridad de la infraestructura.
- b) Notificación: alertar a los ocupantes del edificio del estado de emergencia originado por incendio y cuando sea necesario solicitar ayuda de las fuerzas de emergencia como el cuerpo de bomberos local o de la brigada contra incendios. Dicha función la realiza el panel de control y puede estar conectado a los servicios de rescate locales.
- c) Control: significa activar automáticamente las funciones para que el edificio sea más seguro durante el incendio. Se activan las funciones de control tales como seguros de puertas de incendio, sistemas de ventilación, extracción de humo, descargas de sustancias de detección de incendios, activación de sirenas, audio grabado en el sistema con alerta de evacuación y todas las demás funciones a las que el panel de control sea compatible. Esto depende del tipo de panel de control instalado, modelo, marca y compatibilidad con cualquiera de las dos formas de instalación eléctrica”<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> Aycinena, Estuardo. Normas de Seguridad en Edificios, p. 245.

**Tabla XVIII. Clasificación de los paneles de control electrónicos para sistemas de detección y supresión de incendios**

| No. | Panel   | Descripción  |
|-----|---|--|
| 1   | Panel de control para equipos de bombeo: en sistemas húmedos de rociadores, hidrantes, o monitores.<br>Panel de control para bombas de presurización de tipo Jockey | Este tipo de panel es el que hace posible la detección de humo o fuego en los lugares protegidos por medio de las válvulas de alarma, así también hace posible la apertura de las válvulas de agua, los sistemas de hidrantes o rociadores, a la vez que hace funcionar la bomba ya sea eléctrica o diesel   |
| 2   | Panel de control EST-3: Para sistemas de detección, señal y descarga de los agentes extintores instalados en el lugar. Para cobertura de grandes áreas              | Es de tipo direccionable. Funciona con un circuito eléctrico tipo "A". Los dispositivos de control y notificación van instalados de igual forma el tiempo de respuesta para todas las señales, incluyendo alarmas de incendios, seguridad y control de acceso en menos de tres segundos (3 seg.), a través de toda la red sin importar el número de dispositivos instalados. La distancia permisible entre los dispositivos usados e instalados con conductores de 18 AWG (0.75 mm <sup>2</sup> ) y la distancia o recorrido del circuito es de 5000 pies (1523 m) en una red que soporta 64 nudos la longitud total; y 250 dispositivos por bucle un total de 2500 dispositivos |
| 3   | Panel de control LSS-4: Para áreas pequeñas en supervisar, notificar, y suprimir incendios  | Es de tipo convencional. Funcionan con un circuito eléctrico tipo "B" y los dispositivos de control en igual forma. Tiene la desventaja que es para señal de detección y alarma, no de descarga de los agentes extintores  |

Fuente: elaboración propia.

### **3.2.6.2. Dispositivos compatibles con los paneles de control electrónicos**

Para que un panel de control pueda funcionar perfectamente anunciando todos los eventos realizados en el edificio con respecto a incendios o control de acceso en los ambientes, es necesario conocer los componentes principales (ver tabla XVI).

A éstos también se les conoce como dispositivos indicadores analógicos inteligentes. En pocas palabras son todos los dispositivos conectados por un

circuito eléctrico alrededor de todos los ambientes protegidos contra los peligros del fuego.

Lógicamente, la instalación de éstos depende del conocimiento de sistemas contra incendios. Cada uno de los componentes tiene una función en dichos sistemas para lograr la protección de detección, alarma y supresión contra incendios en los edificios y por medio del que se pueda llegar a generar la evacuación del lugar.

### **3.2.6.3. Características de las funciones en los paneles de control electrónicos**

Todos los sistemas de control contra incendios tienen características notables, ya sean sistemas grandes o pequeños, entre las cuales se pueden considerar las siguientes:

- a) La verificación de la alarma es automática cuando la misma confirma la detección de humo.
- b) Las características del sistema permiten que se hagan pruebas sencillas y fiables del mismo, para garantizar su funcionamiento.
- c) Los diseños de circuitos eléctricos son sencillos, únicamente se necesitan dos cables, lo que implica menor costo.
- d) Los sistemas se pueden conectar a una amplia variedad de servicios sencillos y sofisticados de supervisión instantánea, conectados a teléfonos de emergencia o personales, notificando el momento de una emergencia.
- e) Son utilizados en sistemas de detección y alarma con equipo de bombeo automático eléctrico o diesel.

- f) “Los paneles de control en los sistemas de detección de incendios funcionan para realizar las operaciones de forma automática. Sin embargo, los sistemas pueden funcionar sin el mismo con la desventaja que los sistemas funcionarían manualmente”<sup>13</sup>.

### **3.3. Caudales contra incendio**

En todo sistema contra incendios, se debe hacer el cálculo del caudal que servirá en un momento determinado para combatir un siniestro. Dicho cálculo depende de varios factores y criterios.

#### **3.3.1. Definición**

“Es el caudal destinado a combatir las emergencias por causas de los incendios, el cual debe estar disponible en hidrantes localizados de manera tal que cubra un radio determinado previamente en los estudios que se realicen para la instalación de un sistema de combate contra incendios”<sup>14</sup>.

#### **3.3.2. Cálculo del caudal**

El cálculo del caudal contra incendios es un tema que depende de varios factores, tales como el tipo de edificación que se quiere proteger, lo que se vaya a almacenar en el interior, el tiempo de respuesta que se tenga por parte de los cuerpos de bomberos, el volumen de agua que se pueda almacenar en la edificación, etc.

---

<sup>13</sup> Aycinena, Estuardo. Normas de Seguridad en Edificios, p. 445.

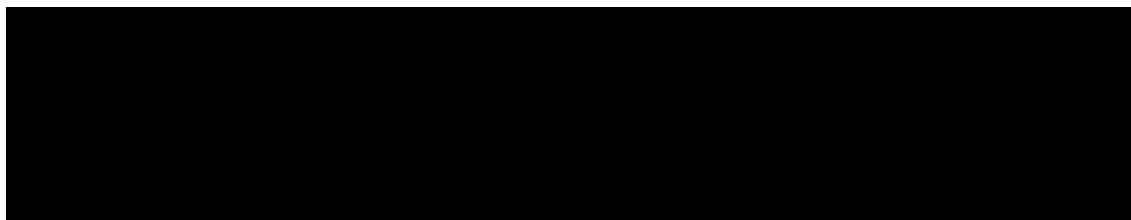
<sup>14</sup> <http://www.arqhys.com/contenidos/agua-sistema.html>. Consulta: 2 de marzo de 2011.

Asimismo, se debe tomar en cuenta que en Guatemala únicamente se cuenta con el reglamento para presentación de proyectos de agua potable de EMPAGUA para el diseño de sistemas contra incendios, el cual no necesariamente es de uso obligatorio (ver capítulo 2). Dicho reglamento señala que se debe comenzar por obtener el área de la edificación y con base en ésta se diseñarán el número de hidrantes que deben estar disponibles, el diámetro de las mangueras que se deberá utilizar y el caudal que se deberá bombear para apagar el incendio.

Por ejemplo, si se tiene un área de 40,000 metros cuadrados, se deberá tener disponible 1 hidrante con manguera de 2" de diámetro (ver tabla I) y se deberá disponer de un caudal de 5 litros por segundo (ver tabla II). Para tener un parámetro de comparación, en algunos países de Suramérica como Chile por ejemplo, se utiliza un caudal de 10 litros por minuto por cada metro cuadrado de superficie que se deba cubrir, esto equivale a 0.17 litros por segundo por metro cuadrado.

A continuación se presenta una comparación entre caudales y volúmenes de almacenamiento de ambos reglamentos:

Tabla XIX. **Comparación entre parámetros de diseño**



Fuente: elaboración propia.



Se puede agregar que el reglamento de EMPAGUA no contempla el tiempo que se debe disponer del caudal contra incendio que se calculó. Éste puede ser un factor determinante al momento de diseñar el sistema contra incendio de una edificación, debido a que no se cuenta con una referencia para el cálculo del volumen de almacenamiento de agua que se requiere para contrarrestar cualquier siniestro que se provoque (ver incisos 5.1.3, parámetros de diseño y 5.1.4, cálculo hidráulico). Sin embargo, se encontró que en Chile “el reglamento utilizado por el cuerpo de bomberos utiliza como tiempo referencial 30 minutos”<sup>15</sup>.

---

<sup>15</sup> Núñez Sotomayor, Jaime. Cálculo y Aplicación de Caudales en Incendios, p. 58.



## **4. ANÁLISIS DEL EDIFICIO DEL INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL (INFOM) Y LA DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE SUS OFICINAS PARA PROPUESTA DE DISEÑO**

### **4.1. Análisis de las instalaciones existentes**

Se tuvo acceso a inspeccionar las instalaciones de electricidad y de agua potable del edificio. De dicha inspección se pueden detallar algunos aspectos y observaciones importantes, los cuales se describen a continuación:

#### **4.1.1. Instalaciones de agua potable**

El abastecimiento de agua potable para uso del edificio es a través del servicio municipal de agua, el cual se utiliza para llenar un tanque ubicado en el sótano, cuya capacidad es de 31.50 metros cúbicos, aproximadamente. Dicho tanque alimenta la red interna por medio de tres tanques hidroneumáticos de 85 galones cada uno, utilizando para ello una bomba de 5 caballos de fuerza. Como es usual en los edificios de varios niveles, para la instalación de la tubería de agua y otros servicios se utiliza el ducto para instalaciones ubicado atrás de los elevadores. A este ducto se tiene acceso a través de los servicios sanitarios para hombres en cada nivel.

Adicionalmente, el edificio del INFOM posee un pozo, el cual tiene aproximadamente 530 pies de profundidad y según aforos efectuados, puede producir un caudal de casi 70 galones por minuto, que equivale a 4.42 litros por segundo. Actualmente no se utiliza dicha fuente de abastecimiento. El equipo de bombeo utilizado en este pozo es trifásico y de 5 caballos de fuerza.

El servicio de agua potable cubre primordialmente las necesidades de los servicios sanitarios ubicados en todos los niveles desde el sótano hasta el sexto nivel y en la cafetería. Adicionalmente, se cubren otras necesidades menores como el riego de aéreas verdes, lavado de vehículos, limpieza en general, etc.

#### **4.1.2. Instalaciones de electricidad**

El suministro de energía eléctrica proviene del servicio público de la Empresa Eléctrica. Enfrente del edificio pasa una línea de 13200 voltios, la cual entra a una subestación tipo bóveda, compuesta por un banco de 3 transformadores de 50 kilovoltiamperios cada uno y que se encuentra ubicada en el sótano. De ésta, el voltaje baja de 13200 a 220 y 110 voltios. El tablero principal es de 24 polos y consta de 8 circuitos, compuestos de la siguiente forma:

- a) Circuito 1: Controla el equipo de bombeo que incluye sistema de abastecimiento de agua potable, el equipo hidroneumático y el pozo mecánico.
- b) Circuito 2: controla fuerza e iluminación en el sótano.
- c) Circuito 3: controla fuerza e iluminación en el primer y segundo nivel.
- d) Circuito 4: controla fuerza e iluminación en el tercer nivel.
- e) Circuito 5: controla fuerza e iluminación en el cuarto nivel.
- f) Circuito 6: controla fuerza e iluminación en el quinto nivel.
- g) Circuito 7: controla fuerza e iluminación en el sexto nivel.
- h) Circuito 8: controla los ascensores, fuerza e iluminación de la azotea. Los ascensores funcionan con dos motores de 360 voltios cada uno.

Desde que el edificio fue construido en la década de 1970, la instalación eléctrica ha sufrido cambios con el paso del tiempo, siendo el más importante la

sustitución del cableado del tablero general ubicado en el sótano hacia los tableros generales de cada nivel y los interruptores.

#### **4.2. Análisis de las oficinas**

La historia del edificio que actualmente ocupa el Instituto de Fomento Municipal se remonta a 1974, cuando la empresa constructora Iturbide, Toruño & Cía. Ltda., fue contratada para la construcción del mismo. Dicha construcción se llevó a cabo en el período comprendido entre agosto de 1973 y junio de 1974. El diseño tuvo como asesores a los Ingenieros Luis Felipe Mérida, Rodolfo Santizo, Roberto Lau y al Arquitecto Luis Díaz.

El edificio fue diseñado como una estructura de concreto reforzado y en su concepción original no se consideró ningún tipo de división interna que fuera constituida como obra temporal. Por ejemplo, el sótano fue destinado exclusivamente para parqueo de vehículos, pero con el tiempo se construyeron divisiones temporales para diversas necesidades. Actualmente el sótano del edificio es utilizado para varios usos, los que van desde dormitorio del personal de seguridad, archivo de documentación, bodega de bienes muebles y hasta para la atención médica del personal del Instituto.

Esto demuestra que los ambientes del edificio han sido modificados una y otra vez con el paso de los años, conforme ha aumentado la necesidad de disponer de más ambientes de trabajo. De esta cuenta, se han ido construyendo las divisiones en el edificio con tabiques de estructura de madera forrada con tabla yeso. En el tercer y sexto niveles, se han construido divisiones con tabiques de estructura metálica y cubierta de tabla yeso, forrada con tela de color azul. Asimismo, en todos los niveles fueron instalados gabinetes de madera en la parte bajo el sillar de todas las ventanas perimetrales, los cuales

en la actualidad se encuentran en uso para archivo de documentos y almacenamientos varios.

Por otro lado, en febrero de 2010, las oficinas de recursos humanos en el tercer nivel, la tesorería, auditoría interna, contabilidad, ejecución presupuestaria y contabilidad, ubicadas en el quinto nivel fueron modificadas en su diseño y distribución de ambientes, por lo tanto, la propuesta de diseño que se plantea es con base a la distribución que tenían con anterioridad dichas oficinas. Con esto, se evidencia una vez más que las modificaciones que se efectúan en el edificio están a la orden del día, debido a las diferentes necesidades que se presentan en la institución.

A continuación se describe la distribución de las áreas que tiene cada uno de los niveles del edificio que ocupa el Instituto de Fomento Municipal:

a) Sótano

- Archivo General
- Área de reproducción de documentos
- Área de taller
- Área para el personal de seguridad
- Área para la preparación del café
- Banco de transformadores y tableros eléctricos
- Bodega de tránsito y desusos
- Carpintería
- Clínicas
- Cuarto de bombas y tanques hidroneumáticos
- Depósito de agua
- Gimnasio y área de juegos
- Laboratorio de cómputo

- Oficinas del sindicato de trabajadores
  - Operación y mantenimiento
  - Parqueo de vehículos
  - Proveeduría
  - Servicios generales
- b) Primer nivel
- Agencia del Banco de Desarrollo Rural, S.A.
  - Asociación Nacional de Municipalidades (ANAM)
  - Cafetería
  - Planta telefónica
  - Recepción
  - Sala de espera
  - Salón de Los Escudos
  - Secretaría General
  - Unidad de Difusión e Información
  - Unidad de Información y Atención al Alcalde
- c) Segundo nivel
- Relaciones Públicas
  - Salón de sesiones de Junta Directiva
- d) Tercer nivel
- Administración
  - Compras
  - Programa de Fomento al Sector Municipal
  - Recursos Humanos

e) Cuarto nivel

- Banco Mundial
- Gerencia y Subgerencia
- Informática
- Presidencia de Junta Directiva

f) Quinto nivel

- Asesoría Jurídica
- Auditoría Interna
- Cartera
- Contabilidad
- Contraloría General de Cuentas
- Créditos
- Ejecución Presupuestaria
- Programación Presupuestaria
- Tesorería

g) Sexto nivel

- Área de reproducción y archivo general de planos
- Fortalecimiento Municipal
- Gerencia Técnica
- Información y Estadística
- Proyecto de Desarrollo Rural y Local (Unión Europea)
- Estudios Técnicos



## **5. PROPUESTA DE DISEÑO**

### **5.1. Perfil de la propuesta**

Debido a la necesidad que existe actualmente de contar con un adecuado sistema contra incendios en el edificio del INFOM, se hace una propuesta de diseño, el cual se describe a continuación.

#### **5.1.1. Antecedentes y situación actual**

El edificio del INFOM posee un sistema de alarma consistente en un tablero de control, instalado en el primer nivel del edificio, el cual tiene sensores de humo y calor en todos los niveles. Posee interruptores manuales, ubicados a un costado de los elevadores, para activar la alarma en caso de que alguna persona detecte algún siniestro antes que los sensores, la mayoría de los cuales no tienen el vidrio protector y no funcionan correctamente. Actualmente, dicho sistema se encuentra desconectado debido a un mal funcionamiento en los detectores de humo, los cuales activaron el sistema de alarma por equivocación en años anteriores. Adicionalmente a esto, se tiene el hecho que el sistema fue instalado con tecnología que existía en la década de 1970, cuando fue construido el edificio, cuyos componentes eléctricos y electrónicos también datan de esos años y para los cuales ya no existen repuestos por lo antiguo de los modelos.

Recientemente, en diciembre de 2010 el vestíbulo del edificio fue modificado en su distribución. Debido a esta remodelación, fue retirado el tablero principal de la alarma que ahí se ubicaba, lo cual agrava más la

situación de seguridad en el edificio, puesto que ahora ya no se cuenta con ningún dispositivo para control de la alarma contra incendios. Actualmente, se desconoce si el tablero mencionado será instalado nuevamente donde estaba ubicado o si será instalado en otro lugar.

Por otro lado, en cada nivel se han colocado extinguidores tipo ABC, de 15 libras, en lugares estratégicos, algunos de los cuales no se encuentran debidamente identificados y no están distribuidos eficientemente.

En resumen, el edificio del INFOM se halla en una situación precaria en lo que al tema de seguridad contra incendios se refiere, puesto que su sistema de alarma no funciona correctamente y solo se dispone de extinguidores manuales para combatir algún incendio que se produzca en sus instalaciones.

### **5.1.2 Descripción del sistema propuesto**

Para poder implementar un sistema de combate contra incendios eficaz y acorde a las necesidades actuales, se propone que el nuevo sistema cuente con los siguientes componentes:

- a) Tanque de almacenamiento y succión: el sistema propuesto se abastecerá desde un tanque construido con piso, muros y losa de concreto reforzado, el cual tendrá una capacidad de 90 metros cúbicos y estará ubicado en el sótano del edificio.
- b) Equipo de bombeo: se utilizará una bomba centrífuga de eje horizontal para el abastecimiento de agua a los hidrantes. Dicha bomba será trifásica, de 60 hertzios y tendrá una capacidad de bombear un caudal de 24.50 litros por segundo y una carga dinámica de 110 metros columna de agua.

- c) Red de distribución: es una red de tuberías de cloruro de polivinilo (PVC) y de hierro galvanizado (HG), enterradas o ancladas a losas o muros, que garantizan la distribución adecuada y permanente del flujo hacia todos los hidrantes de la red.
- d) Válvulas de control: son válvulas de compuerta que se utilizan con el objeto de interrumpir la continuidad del servicio en un sector determinado. También se utilizan para interrumpir el paso de flujo de y hacia el tanque de almacenamiento y equipo de bombeo.
- e) Cajas para válvulas: son elementos contruidos de concreto reforzado y que cuentan con un mecanismo de seguridad y cuyo objeto es proteger las válvulas de control y evitar el manipuleo malicioso de las mismas.
- f) Hidrantes: son los elementos compuestos por una caja metálica de medidas establecidas, en cuyo interior se aloja un *rack* que sostiene una manguera de lona especial, de longitud de 20 metros, la cual en su extremo posee una boquilla que regula la salida del agua en tres formas diferentes: chorro directo, chorro de ataque y chorro de protección.

### 5.1.3. Parámetros de diseño

Los parámetros del diseño propuesto se describen a continuación:

|                          |                   |            |
|--------------------------|-------------------|------------|
| Fuente de abastecimiento | Tanque de succión |            |
| Sistema                  | Bombeo            |            |
| Hidrante propuesto       | Tipo gabinete     |            |
| Cantidad de hidrantes    | Sótano            | 7 unidades |
|                          | 1er nivel         | 2 unidades |
|                          | 2do nivel         | 2 unidades |
|                          | 3er nivel         | 3 unidades |
|                          | 4to nivel         | 4 unidades |

|                                   |                          |                    |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------------|
|                                   | 5to nivel                | 4 unidades         |
|                                   | 6to nivel                | 4 unidades         |
|                                   | Total                    | <u>26 unidades</u> |
| Población actual del INFOM (2010) | 401 trabajadores         |                    |
| Período de Diseño                 | 10 años                  |                    |
| Caudal por hidrante               | 3.5 litros por segundo   |                    |
| Caudal total simulado             | 24.50 litros por segundo |                    |
| Período de utilización            | 60 minutos               |                    |
| Eficiencia de la bomba            | 60%                      |                    |

#### **5.1.4. Cálculo hidráulico**

Para el cálculo hidráulico se ha utilizado una de las herramientas de las que se dispone en la actualidad, el cual es un programa de computadora cuya aplicación más popular es la simulación de redes de agua potable y su nombre comercial es Epanet, en su versión número 2. Para lograr que dicha simulación sea lo más aproximada a una situación real, primeramente se procedió a elaborar un modelo matemático del sistema propuesto, en una hoja electrónica y posteriormente se procedió a ingresar toda la información en este programa para simular el comportamiento de los sistemas de tuberías a presión, para lo cual se puede utilizar como base un dibujo elaborado en autocad o elaborar un esquema directamente en dicho programa y configurar las propiedades de las tuberías, nudos, tanques, bombas, etc. Posteriormente, se simulan las condiciones configuradas y se obtienen los resultados mostrados en las tablas XIX y XX.

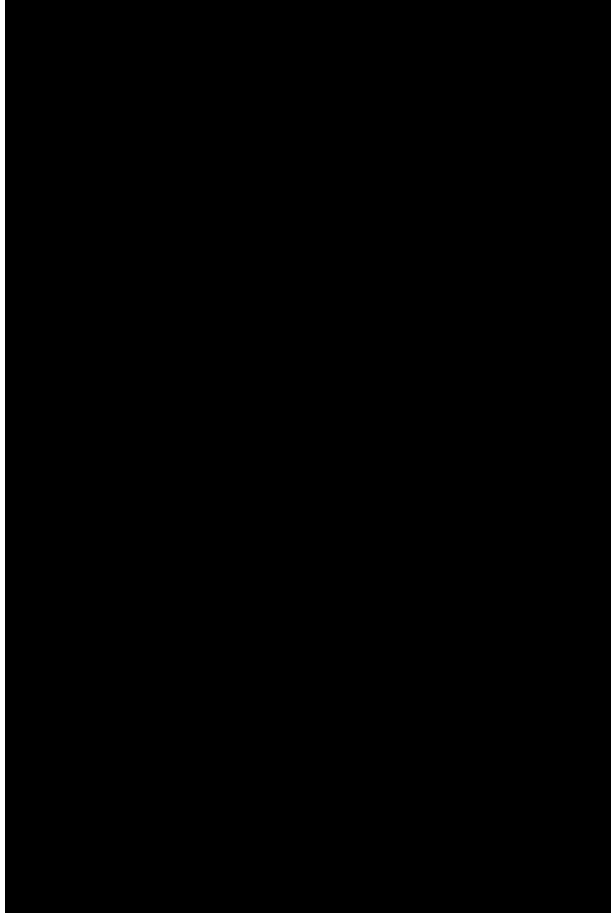
Como es usual en cualquier proyecto de Ingeniería Civil, se seleccionó como escenario para la simulación del sistema, la situación más crítica que

podría llegar a existir en un momento dado. Dicha situación sería tener los 7 hidrantes del sótano funcionando al mismo tiempo, durante un período de 1 hora ininterrumpida.

Al multiplicar 7 gabinetes por el caudal asignado para cada uno de 3.5 litros por segundo y por 60 minutos, se obtiene que el volumen total requerido de agua para extinguir un incendio en ese momento sería de 88.20 metros cúbicos, debido a esto es que se calculó un tanque de almacenamiento con capacidad de 90 metros cúbicos.

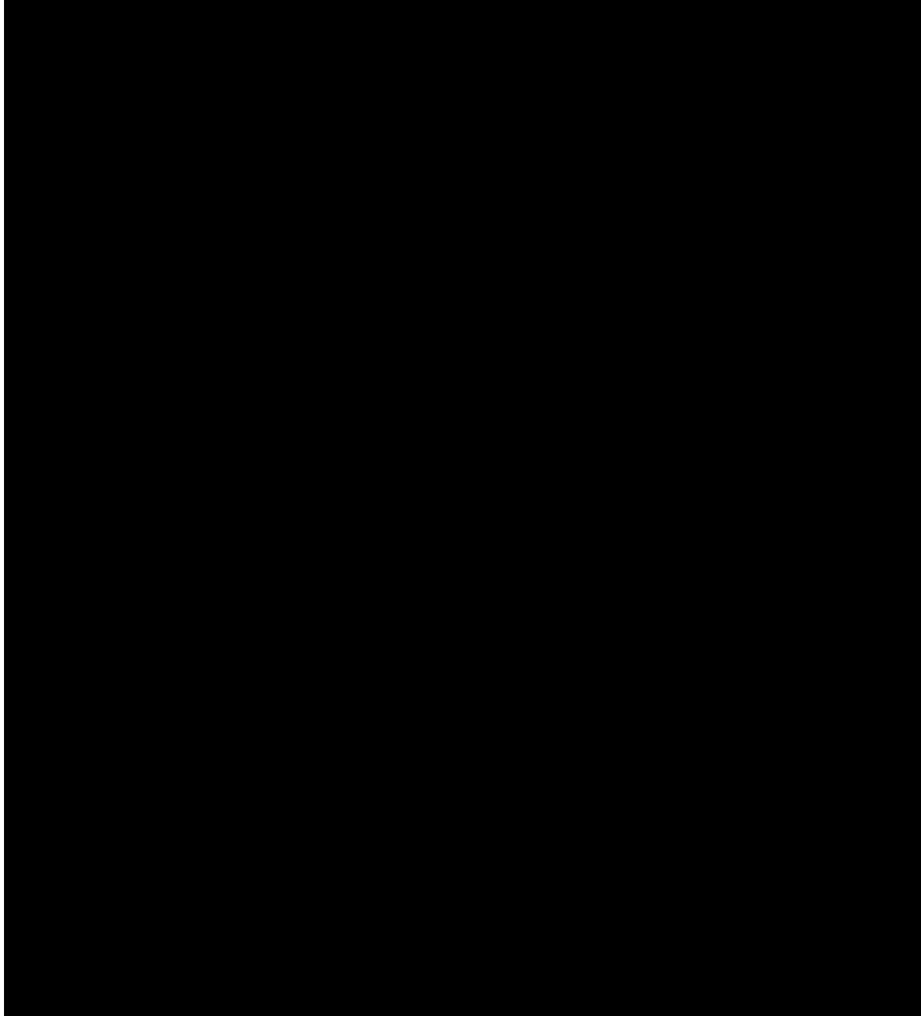
A continuación, se presentan los resultados obtenidos del cálculo hidráulico realizado.

Tabla XX. **Resultados del cálculo hidráulico para nudos**



Fuente: elaboración propia.

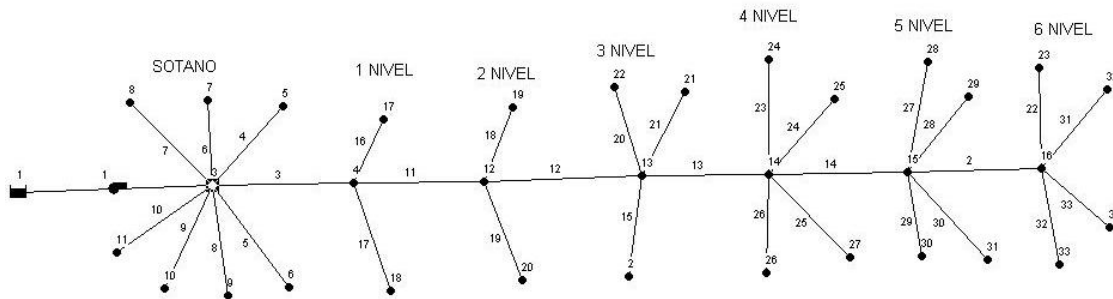
Tabla XXI. **Resultados del cálculo hidráulico para tubos**



Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en la figura 16, se tiene esquematizado el sistema simulado, el cual tiene la identificación de cada elemento que compone el sistema contra incendios. Se tiene al inicio el tanque de almacenamiento, la bomba que succionará el agua de dicho tanque y los tubos conectados por nodos, todos identificados con un número.

Figura 16. Esquema simulado en Epanet



Fuente: elaboración propia.

### 5.1.5. Análisis de resultados

A lo largo de este trabajo, se han señalado e identificado algunas de las normas y parámetros de diseño de sistemas contra incendio (ver inciso 3.2.3.3). El hecho que sea la NFPA la que crea y revisa dichas normas, indica que las especificaciones y parámetros que se toman en cuenta para el diseño de sistemas contra incendios son basados y adoptados en la mayoría de las edificaciones en Estados Unidos. Esto significa que el desarrollo a nivel técnico económico y tecnológico de ese país es mucho más adelantado que el nivel en Guatemala, ya que pueden invertir más dinero y recursos que los que se pueden destinar en el país para el diseño y construcción de sistemas contra incendio que cumplan las normas de la NFPA.

Debido a lo anterior, se puede deducir que el costo de instalar un sistema contra incendios, que cumpla con las normas de la NFPA, en Guatemala es sumamente elevado y casi ninguna empresa está dispuesta a invertir tal cantidad de dinero en este rubro, ya que ninguna legislación del país obliga a hacerlo (ver capítulo 2).



Con base en los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Civil y la experiencia adquirida diseñando proyectos de abastecimiento de agua potable y en el criterio personal, se puede afirmar con toda seguridad que los parámetros de diseño propuestos y los resultados obtenidos en la simulación de sistema son adecuados y cumplen con las normas mínimas de funcionamiento en sistemas de abastecimiento de agua potable.

#### **5.1.6. Planos**

Derivado del cálculo hidráulico, de la simulación de la red de distribución y habiendo diseñado los diámetros de tubería adecuados, únicamente resta plasmar toda esa información en los planos correspondientes. Dichos planos han sido dibujados utilizando otro programa de los que existen actualmente y muy frecuentemente usados para el dibujo. Se trata del programa denominado Autocad, del cual se usó la versión de 2006.



## CONCLUSIONES

1. El edificio del Instituto de Fomento Municipal no posee las condiciones adecuadas en cuanto a medidas de seguridad en el tema de combate contra incendios.
2. El personal que labora en la institución no posee los conocimientos ni la capacitación adecuada sobre las medidas de seguridad que se deben considerar al momento de ocurrir un siniestro en el edificio, como por ejemplo el manejo de extinguidores, primeros auxilios, evacuaciones, etc.
3. Actualmente en Guatemala no existe ninguna legislación en el tema de combate contra incendios, que obligue a los planificadores a incluir sistemas de combate contra incendios en los proyectos de infraestructura.
4. Los diferentes programas de computación disponibles en el mercado son una herramienta sumamente valiosa para el diseño y dibujo, las cuales se deben aprovechar eficientemente para el ahorro de tiempo en la planificación de proyectos de infraestructura.



## RECOMENDACIONES

1. Efectuar un estudio a profundidad y crear un plan de emergencia integral que considere la señalización adecuada del edificio, la distribución adecuada de los extinguidores, la instalación de escaleras externas contra incendios y sobre todo lo más importante, la capacitación al personal sobre todo lo concerniente a seguridad industrial, como las evacuaciones, primeros auxilios, manejo de extinguidores, etc.
2. Instalar un sistema de respaldo en caso de que sucedan cortes de la energía eléctrica, ya que actualmente el edificio no cuenta con dicho sistema. Al momento de suceder un incendio, es muy probable que el fluido eléctrico se vea interrumpido y no haya corriente para accionar la bomba que activará el sistema contra incendio.
3. Que el equipo de bombeo posea un tablero independiente y alejado de los demás tableros principales, para evitar que sea manipulado de forma involuntaria dicho interruptor.
4. Emitir leyes que obliguen a los planificadores de proyectos de infraestructura a incluir el diseño y construcción de sistemas contra incendios, ya que actualmente son pocas las edificaciones que cuentan con las medidas mínimas de seguridad y a la vez, existen incontables edificaciones que no poseen ninguna medida de combate contra incendios.



## BIBLIOGRAFÍA

1. AYCINENA, Estuardo. *Normas de seguridad en edificios*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ingeniería, 1980. 640 p.
2. Empresa Municipal de Agua. *Reglamento para Presentación de Proyectos de Agua Potable*, Capítulo 2, Normas de Diseño. Guatemala: Empagua, 1970. 38 p.
3. Guatemala. *Código Civil, Decreto No. 106*. 14 de septiembre de 1963. 304 p.
4. \_\_\_\_\_. *Código de Trabajo, Decreto No. 1441*. 29 de abril de 1961. 92 p.
5. Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. *Reglamento General Sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo*. Guatemala: IGSS, 1958. 31 p.
6. Municipalidad de Guatemala. *Reglamento Municipal de Construcción*. Municipalidad de Guatemala. 1970. 53 p.
7. MUÑOZ, Oscar. *El fuego y lineamientos para contrarrestar incendios en proyectos arquitectónicos*. Trabajo de graduación de Licenciatura en Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Arquitectura, 2008. 173 p.

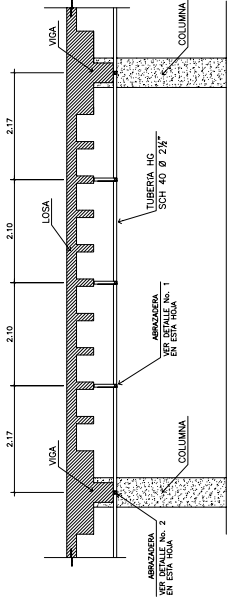
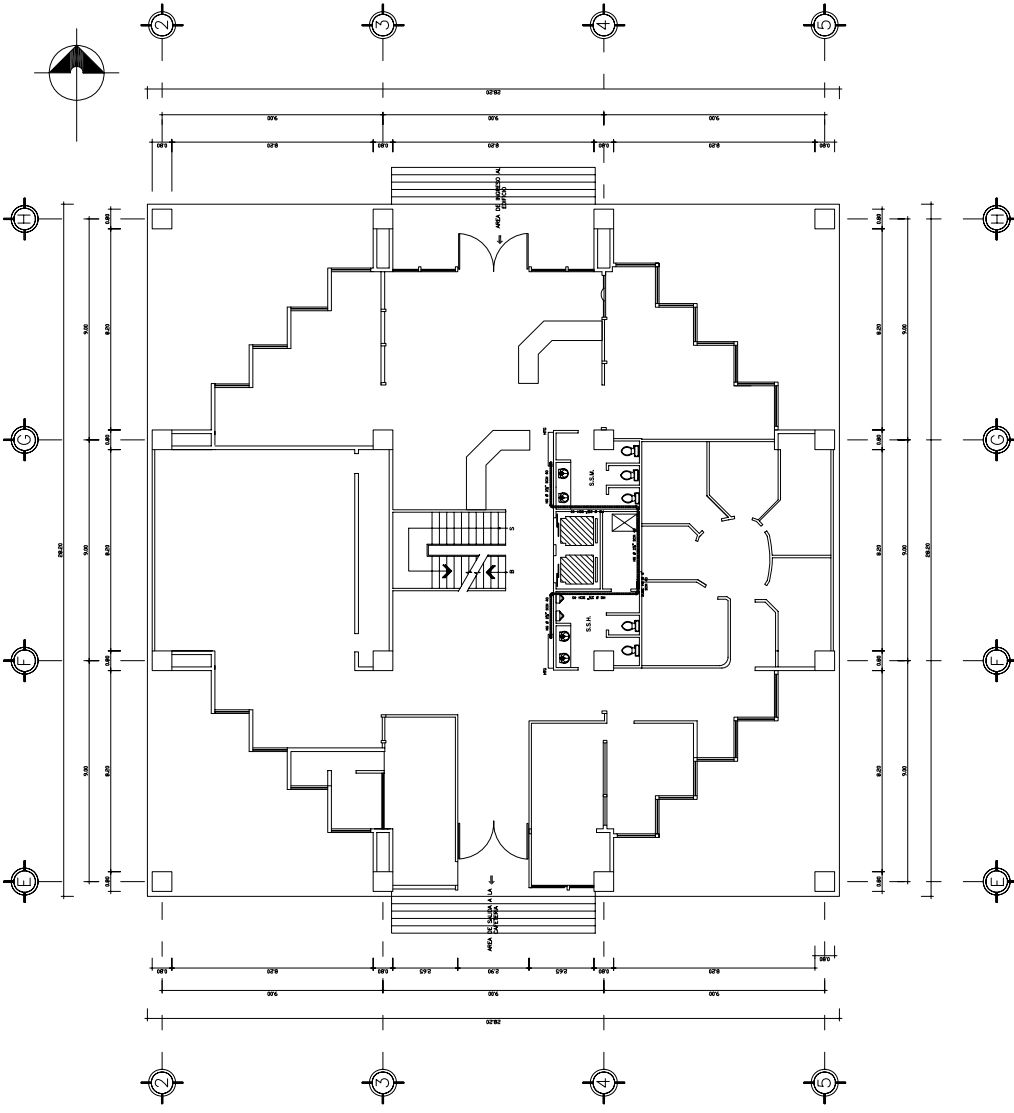
8. NÚÑEZ SOTOMAYOR, Jaime. *Cálculo y aplicación de caudales en incendios*. Chile: Editorial Del Mar, 2000. 58 p.



## APÉNDICE

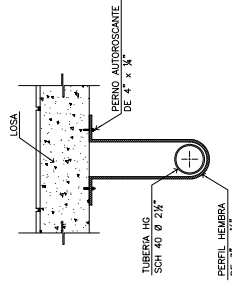
PLANOS





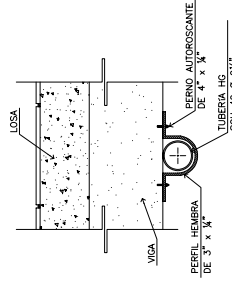
DETALLE ANCLAJE DE TUBERÍA

ESCALA 1:50



DETALLE No. 1  
TUBERÍA ANCLADA EN LOSA

SIN ESCALA



DETALLE No. 2  
TUBERÍA ANCLADA EN VIGA

SIN ESCALA

| SIMBOLO  | SIGNIFICADO                         |
|----------|-------------------------------------|
| [Symbol] | TIPO DE TUBERÍA (NORMA ASTM D 2241) |
| [Symbol] | TUBERÍA HERRERA AUTOCROSCANTE       |
| [Symbol] | PERFIL HEMERA EN VIGA               |
| [Symbol] | PERFIL HEMERA EN LOSA               |
| [Symbol] | LOSAS HORIZONTALES A 90°            |
| [Symbol] | LOSAS HORIZONTALES A 45°            |
| [Symbol] | LOSAS HORIZONTALES A 0°             |
| [Symbol] | LOSAS HORIZONTALES A 90°            |
| [Symbol] | LOSAS HORIZONTALES A 45°            |
| [Symbol] | LOSAS HORIZONTALES A 0°             |
| [Symbol] | VALSAS DE RETENCIÓN HORIZONTAL      |
| [Symbol] | VALSAS DE RETENCIÓN VERTICAL        |
| [Symbol] | VALSAS DE COMPRESIÓN                |
| [Symbol] | VALSAS HORIZONTALES A 90°           |
| [Symbol] | VALSAS HORIZONTALES A 45°           |
| [Symbol] | VALSAS HORIZONTALES A 0°            |

NOTA:  
1. SE ANCLAN EN LA TUBERÍA Y EN LOSA EN LOSA  
2. SE ANCLAN EN LA VIGA EN VIGA EN VIGA

PLANTA SISTEMA CONTRA INCENDIO PRIMER NIVEL

ESCALA 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

proyecto: sistema contra incendio  
edificio de infonm

ter. nivel

estado: indicada  
fecha: marzo '11

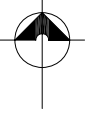
nombre:

hoja: 2/7

estado: n.p.e.d.

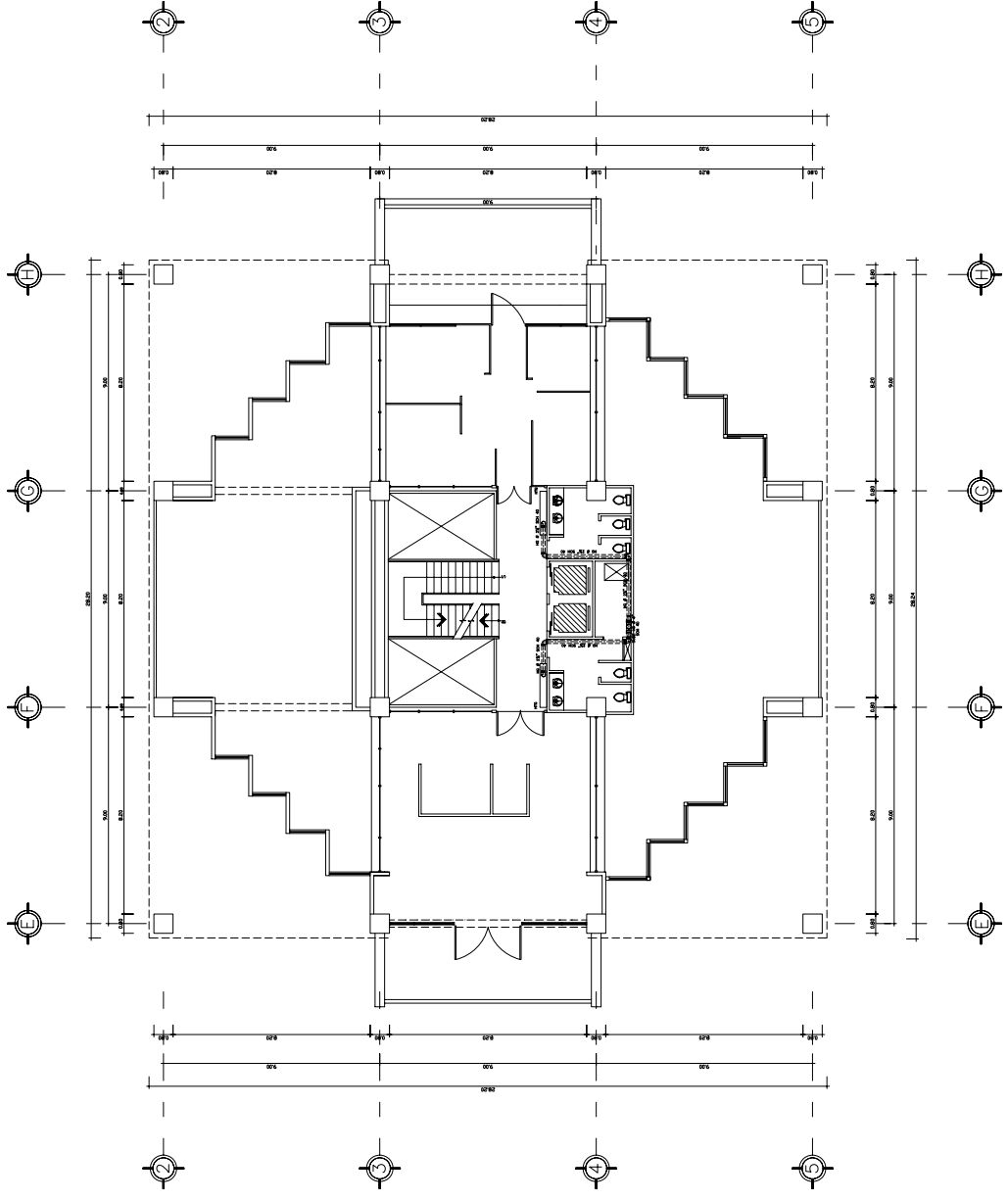
estado: n.p.e.d.

estado: n.p.e.d.



| SIMBOLOGIA |  |
|------------|--|
|            | SIEMPRE INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |
|            | INDICADO EN PLANOS DE EVACUACION         |

NOTA:  
 UN EJEMPLAR DEL PLAN DE LA TUBERIA VA SEA EN LOSA  
 O SEA EN LA PARED No. 2/77



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

proyecto: sistema contra incendio edificio de infom.      semestre: 2o. nivel

direccion: 8o. calle 1-66 zona 9      fecha indicada: marzo '11

autor: n.p.e.d.      nombre: \_\_\_\_\_

asesor: n.p.e.d.      fecha: \_\_\_\_\_

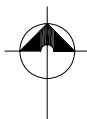
numero: 3/7

PLANTA SISTEMA CONTRA INCENDIO SEGUNDO NIVEL  
 ESCALA 1:100



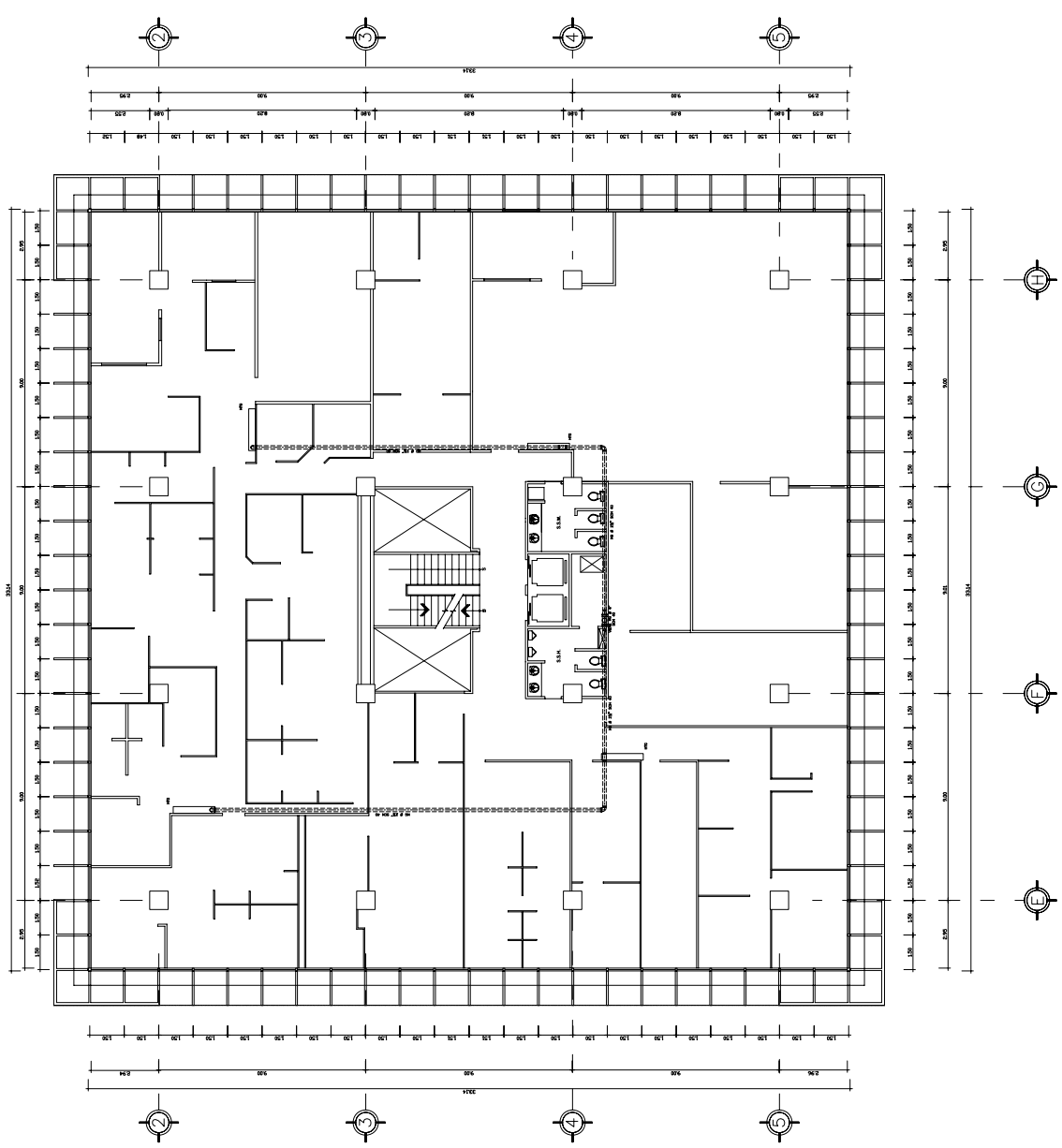






| SIMBOLO | SIGNIFICADO  |
|---------|--|
|         | ALARMADO CONTRA INCENDIO (SISTEMA DE ALARMADO CONTRA INCENDIO) |
|         | ALARMADO CONTRA INCENDIO (SISTEMA DE ALARMADO CONTRA INCENDIO) |
|         | ALARMADO CONTRA INCENDIO (SISTEMA DE ALARMADO CONTRA INCENDIO) |
|         | ALARMADO CONTRA INCENDIO (SISTEMA DE ALARMADO CONTRA INCENDIO) |
|         | ALARMADO CONTRA INCENDIO (SISTEMA DE ALARMADO CONTRA INCENDIO) |
|         | ALARMADO CONTRA INCENDIO (SISTEMA DE ALARMADO CONTRA INCENDIO) |
|         | ALARMADO CONTRA INCENDIO (SISTEMA DE ALARMADO CONTRA INCENDIO) |
|         | ALARMADO CONTRA INCENDIO (SISTEMA DE ALARMADO CONTRA INCENDIO) |
|         | ALARMADO CONTRA INCENDIO (SISTEMA DE ALARMADO CONTRA INCENDIO) |
|         | ALARMADO CONTRA INCENDIO (SISTEMA DE ALARMADO CONTRA INCENDIO) |
|         | ALARMADO CONTRA INCENDIO (SISTEMA DE ALARMADO CONTRA INCENDIO) |
|         | ALARMADO CONTRA INCENDIO (SISTEMA DE ALARMADO CONTRA INCENDIO) |
|         | ALARMADO CONTRA INCENDIO (SISTEMA DE ALARMADO CONTRA INCENDIO) |
|         | ALARMADO CONTRA INCENDIO (SISTEMA DE ALARMADO CONTRA INCENDIO) |
|         | ALARMADO CONTRA INCENDIO (SISTEMA DE ALARMADO CONTRA INCENDIO) |
|         | ALARMADO CONTRA INCENDIO (SISTEMA DE ALARMADO CONTRA INCENDIO) |
|         | ALARMADO CONTRA INCENDIO (SISTEMA DE ALARMADO CONTRA INCENDIO) |
|         | ALARMADO CONTRA INCENDIO (SISTEMA DE ALARMADO CONTRA INCENDIO) |
|         | ALARMADO CONTRA INCENDIO (SISTEMA DE ALARMADO CONTRA INCENDIO) |
|         | ALARMADO CONTRA INCENDIO (SISTEMA DE ALARMADO CONTRA INCENDIO) |

NOTA:  
VER DETALLE DEL ANCLAJE DE LA TUBERIA VA SEA EN LOSA O EN LA PARED No. 2/77



PLANTA SISTEMA CONTRA INCENDIO SEXTO NIVEL

ESCALA 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

proyecto: sistema contra incendio edificio de infom.

etapa: 6o. nivel

fecha indicada: marzo '11

numero: 7/7

autor: n.p.e.d.

revisor: n.p.e.d.

por favor guardar siempre esta hoja