



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

**EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MÉTODO DE APLICACIÓN DE LA NORMA DE REDUCCIÓN
DE DESASTRES No. 2 – NRD-2 CONRED– PARA LOS EDIFICIOS T-3 y T-5 DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Mynor Hugo Paz Paiz

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, marzo de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MÉTODO DE APLICACIÓN DE LA NORMA DE REDUCCIÓN
DE DESASTRES No. 2 – NRD-2 CONRED– PARA LOS EDIFICIOS T-3 y T-5 DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MYNOR HUGO PAZ PAIZ

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|-------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympto 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 Veliz Muñoz |
| VOCAL V | Br. Sergio Alejandro Donis Soto |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|------------------------------------|
| DECANO | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos |
| EXAMINADOR | Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco |
| EXAMINADOR | Ing. Silvio José Rodríguez Serrano |
| EXAMINADOR | Ing. Oscar Argueta Hernández |
| 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:

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MÉTODO DE APLICACIÓN DE LA NORMA DE REDUCCIÓN DE DESASTRES No. 2 – NRD-2 CONRED– PARA LOS EDIFICIOS T-3 y T-5 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 14 de agosto 2013.



Mynor Hugo Paz Paiz



Guatemala, 16 de enero de 2014
Ref.EPS.DOC.95.01.14

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Mynor Hugo Paz Paiz** con carné No. **200946378**, de la Carrera de Ingeniería Civil, , procedí a revisar el informe final, cuyo título es **EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MÉTODO DE APLICACIÓN DE LA NORMA DE REDUCCIÓN DE DESASTRES No. 2 -NRD-2 CONRED- PARA LOS EDIFICIOS T-3 Y T-5 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
MAAO/ra



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

Guatemala,
12 de febrero de 2014

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MÉTODO DE APLICACIÓN DE LA NORMA DE REDUCCIÓN DE DESASTRES No. 2 -NRD-2 CONRED-** PARA LOS EDIFICIOS T-3 Y T-5 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Mynor Hugo Paz Paiz, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA TODOS

Lic. Manuel María Guillén Salazar
Jefe del Departamento de Planeamiento

Manuel María Guillén Salazar
ECUADORISTA
Colegiado No. 4758



/bbdeb.

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





Guatemala, 19 de febrero de 2014
Ref.EPS.D.80.02.14

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MÉTODO DE APLICACIÓN DE LA NORMA DE REDUCCIÓN DE DESASTRES No. 2 -NRD-2 CONRED- PARA LOS EDIFICIOS T-3 Y T-5 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Mynor Hugo Paz Paiz**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



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. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Mynor Hugo Paz Paiz titulado **EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MÉTODO DE APLICACIÓN DE LA NORMA DE REDUCCIÓN DE DESASTRES No. 2 -NRD-2 CONRED- PARA LOS EDIFICIOS T-3 Y T-5 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, marzo 2014

/bbdeb.

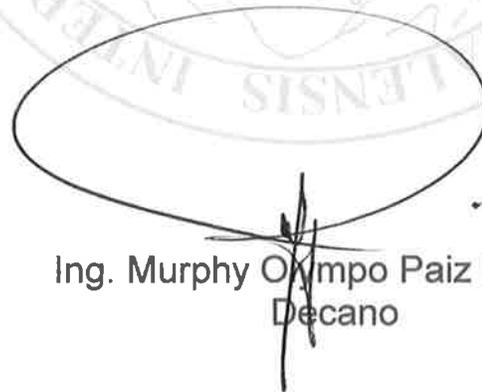
Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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: **EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MÉTODO DE APLICACIÓN DE LA NORMA DE REDUCCIÓN DE DESASTRES No.2 - NRD-2 CONRED - PARA LOS EDIFICIOS T-3 Y T-5 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Myrnor Hugo Paz Paiz** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, marzo de 2014

ACTO QUE DEDICO A:

| | |
|---------------------------------------|---|
| Dios | Por la bendición que hoy me da, en permitirme alcanzar tan anhelado triunfo. |
| Mis padres | Ligia Lorena Paiz Garavito, Mynor Ovidio Paz Aguirre, con mucho amor y un profundo agradecimiento por el apoyo, sacrificio y ejemplo. |
| Mis hermanos | Bania Paola, Oscar Edmundo, Derik Francisco Paiz, con la frente en alto siempre saldremos juntos adelante. |
| Mis sobrinos | Christopher Josué y Luis Ignacio Paz por todo el cariño que me han dado. |
| Mis tíos | Con aprecio y respeto. |
| Familia Divas Pensamientos | Por el apoyo incondicional y aprecio brindado a lo largo de mi camino. |
| Familia Campos Samayoa | Por los consejos brindados en mi formación como profesional. |

AGRADECIMIENTOS A:

| | |
|---|---|
| Universidad de San Carlos de Guatemala | Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas. |
| Facultad de Ingeniería | Por permitir forjarme como profesional en sus privilegiadas aulas. |
| Mis amigos | Marcos, Pedro, Luis Fernando, Shadia, Elink, Leonel, Mario, Luis Adolfo, Guillermo, Fabrizio, Clayderman, por su valiosa amistad. |
| Ing. Manuel Arrivillaga | Por el apoyo técnico y moral brindado sobre todo su valiosa asesoría al presente trabajo de graduación. |
| Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres | Por brindarme el apoyo y la oportunidad de ampliar mis conocimientos para la elaboración de este trabajo. |

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | V |
| LISTA DE SÍMBOLOS | VII |
| GLOSARIO | IX |
| RESUMEN | XI |
| OBJETIVOS..... | XIII |
| INTRODUCCIÓN | XV |
| | |
| 1. ANTECEDENTES GENERALES | 1 |
| 1.1. La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos en el contexto histórico | 1 |
| 1.2. Filosofía institucional | 5 |
| 1.2.1. Visión de la facultad..... | 6 |
| 1.2.2. Misión de la facultad | 6 |
| 1.2.3. Objetivos de la facultad | 6 |
| | |
| 2. MARCO TEÓRICO..... | 9 |
| 2.1. Artículos contenidos en las Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público, NRD2..... | 9 |
| 2.2. Plan Institucional de Respuesta (PIR) | 37 |
| 2.3. Procedimiento para la Aplicación de la Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público NRD2..... | 59 |
| | |
| 3. DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LOS EDIFICIOS T-3 Y T-5 | 61 |
| 3.1. Localización de los edificios T-3 y T-5..... | 61 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3.2. | Tipo de construcción | 63 |
| 3.3. | Estructura..... | 63 |
| 3.4. | Distribución de niveles del edificio T-3 | 63 |
| 3.5. | Distribución de niveles del edificio T-5 | 64 |
| 3.6. | Datos de ocupación de los edificios | 64 |
| 4. | DIAGNÓSTICO DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMA DE REDUCCIÓN DE DESASTRES NÚMERO 2. NRD2 CONRED..... | 67 |
| 4.1. | Estudio de Plan de respuesta a emergencias..... | 67 |
| 4.2. | Estudio de carga de ocupación | 67 |
| 4.3. | Estudio de salidas de emergencia | 70 |
| 4.3.1. | Número de salidas de emergencia requeridas..... | 70 |
| 4.3.2. | Ancho de las salidas de emergencia..... | 71 |
| 4.3.3. | Distancia a las salidas de emergencia | 72 |
| 4.3.4. | Salidas a través de otros salones..... | 72 |
| 4.3.5. | Puertas..... | 73 |
| 4.3.6. | Nivel de piso en puertas..... | 73 |
| 4.4. | Estudio de gradas | 74 |
| 4.4.1. | Ancho de gradas | 74 |
| 4.4.2. | Descanso en gradas | 76 |
| 4.4.3. | Pasamanos en gradas | 76 |
| 4.5. | Estudio de rampas | 77 |
| 4.6. | Estudio de asientos fijos..... | 78 |
| 4.7. | Estudio de iluminación | 79 |
| 4.8. | Estudio de señalización..... | 79 |
| 5. | PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA DE REDUCCIÓN DE DESASTRES NÚMERO 2, NRD2 CONRED | 81 |

| | | |
|-----------------------|---|-----|
| 5.1. | Implementación del Plan de respuestas a emergencias | 81 |
| 5.2. | Cumplimiento de carga de ocupación | 81 |
| 5.3. | Cumplimiento de salidas de emergencia | 88 |
| 5.3.1. | Número de salidas de emergencia requeridas | 89 |
| 5.3.2. | Ancho de las salidas de emergencia | 90 |
| 5.3.3. | Distancia a las salidas de emergencia..... | 91 |
| 5.3.4. | Salidas a través de otros salones | 92 |
| 5.3.5. | Puertas | 93 |
| 5.3.6. | Nivel de piso en puertas | 94 |
| 5.4. | Cumplimiento en gradas..... | 95 |
| 5.4.1. | Ancho de gradas..... | 95 |
| 5.4.2. | Descanso en gradas..... | 96 |
| 5.4.3. | Pasamanos en gradas..... | 96 |
| 5.5. | Estudio de rampas..... | 98 |
| 5.6. | Estudio de asientos fijos | 98 |
| 5.7. | Estudio de iluminación..... | 98 |
| 5.8. | Estudio de señalización | 99 |
| CONCLUSIONES | | 101 |
| RECOMENDACIONES | | 103 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | | 105 |
| APÉNDICES | | 107 |
| ANEXOS | | 115 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|----|--|----|
| 1. | Planta general de la Facultad de Ingeniería..... | 62 |
| 2. | Planta de distribución del edificio T-5..... | 69 |

TABLAS

| | | |
|------|--|----|
| I. | Guía para la elaboración de Plan Institucional de Respuesta..... | 38 |
| II. | Cálculo de carga de ocupación, edificio T-3..... | 83 |
| III. | Cálculo de carga de ocupación, edificio T-5..... | 86 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|----------------|---------------------------|
| CO | Carga de ocupación |
| CO máx. | Carga de ocupación Máxima |
| cm | Centímetro |
| m | Metro |
| % | Porcentaje |

GLOSARIO

| | |
|--------------------|--|
| CII | Centro de Investigaciones de Ingeniería. |
| CO Max. | Carga de Ocupación Máxima. |
| COE | Centro de Operaciones de Emergencia, lugar previamente establecido en donde se reúnen las autoridades durante la respuesta a una emergencia. |
| ERIS | Escuela Superior de Ingeniería Sanitaria. |
| Mitigación | Medidas estructurales y no estructurales emprendidas para reducir el impacto adverso de las amenazas naturales, tecnológicas y de degradación ambiental. |
| NRD | Normas Reducción de Desastres. |
| NRD2 | Normas Reducción de Desastres Número Dos, Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público. |
| PIR | Plan Institucional de Respuesta. |
| Resiliencia | Habilidad para resurgir de la adversidad, adaptarse, recuperarse y acceder a una vida significativa y productiva. |

| | |
|-----------------------|--|
| SAE/SAP | Servicio de Apoyo al Estudiante y Servicio de Apoyo al Profesor. |
| Simulacro | Ejercicio en el cual se requiere de movilización de recursos y acciones, previamente descritas en un plan para enfrentar una emergencia o desastre. |
| Vulnerabilidad | Condiciones determinadas por factores o procesos que aumentan la predisposición, susceptibilidad y exposición de una comunidad al impacto negativo de un fenómeno físico destructor. |

RESUMEN

En vista de la problemática por la que atraviesan las instalaciones de la Universidad de San Carlos de Guatemala y enfocando el presente estudio a los edificios T-3 y T-5 de la Facultad de Ingeniería; se hace necesario un estudio de las condiciones actuales en las que se encuentran dichas instalaciones, para que se encuentren adaptadas a los requisitos mínimos de seguridad y estos puedan ser evacuados ante un evento de origen natural o provocado.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala ha aumentado la carga de ocupación desmedidamente, de un número de 10 264 alumnos inscritos en 1993 a 18 670 alumnos inscritos en el 2013, con un crecimiento aproximado del 8 % anual, por lo tanto se ha reducido la capacidad de las salidas de emergencia para que los alumnos puedan evacuar de una forma rápida y segura, dando lugar a que en caso de existir una eventualidad, los edificios sufran un colapso y no puedan ser evacuados.

El presente proyecto constará de 2 fases; en la primera se realizará el análisis actual de los edificios T3 y T5 de la Facultad de Ingeniería, el cual generará un reporte de las condiciones en las que se encuentran, y en la segunda fase se procederá a solicitar la revisión del Informe de Evaluación de la Norma de Reducción de Desastres número 2 (NRD2) a la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, para que se manifieste a través de una resolución y determine cuáles son los cambios y modificaciones que se deben de implementar en los edificios en relación, con la finalidad de cumplir con la normativa aprobada por el Consejo Nacional para la Reducción de Desastres.

OBJETIVOS

General

Aplicar las especificaciones técnicas de la Normas de Reducción de Desastres Número Dos (NRD2), de los edificios T-3 y T-5 de la Facultad de Ingeniería.

Específicos

1. Concientizar a la población estudiantil y administrativa en general, de las medidas que se deben de aplicar en caso de percances naturales o provocados.
2. Elaborar un documento que contenga los procedimientos e indicaciones para la aplicación de la NRD2 en la infraestructura de los edificios de la Facultad de Ingeniería.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consiste en la evaluación y el análisis de la aplicación de la Norma de Reducción de Desastres Número Dos, Acuerdo número 04-2011 aprobado por el Consejo Nacional de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, la cual desarrolla los Requisitos Mínimos de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público y consiste en una normativa que tiene como principal objetivo el preservar la vida de todos los usuarios que se encuentren en edificaciones e instalaciones de uso público.

La misión primordial del presente proyecto es dotar de los conocimientos correspondientes a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Carlos de Guatemala, en el área de reducción de riesgos, a través de la transmisión de conceptos íntimamente relacionados con la importancia que se tiene actuar antes, durante y después de una emergencia.

Siendo la Universidad de San Carlos de Guatemala la principal casa de estudios del país y la Facultad de Ingeniería el principal ente interesado en la promoción de la resiliencia, se posee la necesidad de implementar medidas de prevención y respuesta ante la constante actividad sísmica que tiene el territorio guatemalteco. La normativa que actualmente se encuentra vigente en la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, principalmente la NRD2 es un conjunto de medidas y acciones que deben ser implementadas en las edificaciones e instalaciones de uso público para que, en caso de alguna eventualidad de origen natural o provocada, puedan las personas evacuar de una forma segura y rápida.

La importancia que tiene la implementación de la normativa es la protección a la vida humana, asegurándoles las condiciones propicias a los estudiantes para que la Universidad de San Carlos de Guatemala cuente con los requisitos mínimos de seguridad que exigen las Normas de Reducción de Desastres.

El Decreto número 109-96, la Ley de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), en el artículo 3 establece que dentro de las finalidades se encuentra: “Establecer los mecanismos, procedimientos y normas que propicien la reducción de desastres, a través de la coordinación interinstitucional en todo el territorio nacional”.

Dado lo anterior, el resultado que se busca en la presente investigación es documentar la situación actual de los edificios T-3 y T-5, los cuales son ocupados actualmente por la Facultad de Ingeniería, con la finalidad de plantear los cambios necesarios para el cumplimiento de la NRD-2 y así evitar las sanciones que se encuentran contempladas en la Ley de la CONRED y el respectivo reglamento.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos en el contexto histórico

Desde 1676, en sus primeras épocas, la Universidad de San Carlos graduaba teólogos, abogados, y más tarde, médicos. Hacia 1769 se crearon cursos de Física y Geometría, hecho que marcó el inicio de la enseñanza de las ciencias exactas en el Reino de Guatemala.

En 1834, siendo Jefe de Estado de Guatemala don Mariano Gálvez, se creó la Academia de Ciencias, sucesora de la Universidad de San Carlos, implantándose la enseñanza de Álgebra, Geometría, Trigonometría y Física. Se otorgaron títulos de Agrimensores; siendo los primeros graduados: Francisco Colmenares, Felipe Molina, Patricio de León y nuestro insigne poeta, José Batres Montufar.

La Academia de Ciencias funcionó hasta 1840, año en que bajo el gobierno de Rafael Carrera, volvió a transformarse en la Universidad. En ese año, la asamblea publicó los estatutos de la nueva organización, exigiendo que para obtener el título de Agrimensor, era necesario poseer el título de Bachiller en Filosofía, tener un año de práctica y aprobar el examen correspondiente.

La Revolución de 1871 hizo tomar un rumbo distinto a la enseñanza técnica superior. Y, no obstante que la Universidad siguió desarrollándose, se fundó la Escuela Politécnica en 1873, para formar ingenieros militares, topógrafos y de telégrafos, además de oficiales militares.

Decretos Gubernativos específicos de 1875 son el punto de partida cronológico para considerar la creación formal de las carreras de Ingeniería en la recién fundada Escuela Politécnica; carreras que más tarde se incorporaron a la Universidad de San Carlos de Guatemala.

En 1 879 se estableció la Escuela de Ingeniería en la Universidad de San Carlos de Guatemala y por Decreto del Gobierno en 1 882 se elevó a la categoría de Facultad dentro de la misma Universidad, separándose así, de la Escuela Politécnica. El Ing. Cayetano Batres del Castillo fue el primer Decano de la Facultad de Ingeniería, siendo sustituido dos años más tarde por el Ing. José E. Irungaray, fue cuando se reformó el programa de estudios anterior, reduciéndose a seis años la carrera de Ingeniería.

En 1 894, por razones de economía, la Facultad de Ingeniería fue adscrita nuevamente a la Escuela Politécnica, iniciándose un período de inestabilidad para esta Facultad, que pasó alternativamente de la Politécnica a la Universidad y viceversa, varias veces, ocupando diversos locales, incluyendo el edificio de la Escuela de Derecho y Notariado.

En 1 895 se iniciaron nuevamente los estudios de Ingeniería en la Escuela Politécnica, ofreciendo las carreras de Ingeniero Topógrafo, Ingeniero Civil e Ingeniero Militar; habiéndose graduando 11 ingenieros civiles y militares.

La anterior inestabilidad terminó con la supresión de la Escuela Politécnica en 1 908, a raíz de los acontecimientos políticos acaecidos en ese año. El archivo de Facultad siguió en el mismo lugar hasta 1 912, año en que fue depositado temporalmente en la Facultad de Derecho.

A partir de 1 908, la Facultad tuvo una existencia ficticia. Hasta 1 918, la Universidad fue reabierto por el Presidente de la República de esa época, General Manuel Estrada Cabrera, y a la Facultad de Ingeniería se le denominó Facultad de Matemáticas.

Entre 1 908 y 1 920, a pesar de los esfuerzos de los ingenieros guatemaltecos, y por causa de la desorganización imperante, apenas pudieron incorporarse 3 ingenieros que habían obtenido títulos en el extranjero.

En 1 920, la Facultad reinicia sus labores en el edificio que ocupó durante muchos años frente al parque Morazán, ofreciendo únicamente la carrera de Ingeniero Topógrafo hasta 1 930. Un hecho interesante fue que durante ese período

se incorporaron 18 ingenieros de otras especialidades, entre ellos 4 ingenieros electricistas.

En 1930 se reestructuraron los estudios estableciéndose la carrera de Ingeniería Civil. De este hecho arranca la época "moderna" de esta Facultad.

Debido a la preocupación imperante entre profesores y alumnos, en 1935 se impulsaron más reformas, elevando el nivel académico y la categoría del currículum. El nuevo plan incluía conocimientos de Física, Termodinámica, Química, Mecánica y Electricidad; que en resumen, constituían los conocimientos fundamentales para afrontar las necesidades de desarrollo de Guatemala en el momento en que se daba el primer impulso a la construcción moderna y a una naciente industria.

El año 1944 sobresale por el reconocimiento de la autonomía universitaria y la asignación de sus recursos financieros del presupuesto nacional fijados por la Constitución de la República. A partir de entonces, la Facultad de Ingeniería se independiza de las instituciones gubernamentales y se integra al régimen autónomo estrictamente universitario.

Este desarrollo de la Facultad también provocó un incremento progresivo de la población estudiantil; por lo que fue necesario su traslado. En 1947, la Facultad ofrecía solamente la carrera de Ingeniería Civil; en este año se cambiaron los planes de estudios al régimen semestral en el que, en lugar de seis años, se estableció el sistema semestral (12).

La Escuela Técnica de la Facultad de Ingeniería fue fundada en el año 1951, con el fin de capacitar y ampliar los conocimientos de los operarios de la construcción. Cuando el Instituto Técnico Vocacional incluyó dentro de sus programas esta labor, la Escuela Técnica para evitar duplicidad de esfuerzos, orientó sus actividades hacia otros campos, siempre dentro del área de la ingeniería en cumplimiento de las funciones de extensión universitaria que le son propias.

Así también, en 1959 se creó el Centro de Investigaciones de Ingeniería, para fomentar y coordinar la investigación científica con participación de varias instituciones públicas y privadas.

En el año 1 965 se puso en funcionamiento el Centro de Cálculo Electrónico, dotado de computadoras y del equipo periférico necesario. Poniendo al servicio de catedráticos, investigadores y alumnos, los instrumentos necesarios para el estudio y aplicación de los métodos modernos nacional y regional.

En 1 966 se estableció en la Facultad de Ingeniería un primer programa regional (centroamericano) de estudios a nivel de pos grado, creándose la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y la Maestría en Ingeniería Sanitaria. Estos estudios son reconocidos internacionalmente. Posteriormente, ese mismo programa se amplió, con la Maestría en Recursos Hidráulicos.

Por aparte, con el fin de mejorar su administración docente, en 1 986, la carrera de Ingeniería Mecánica se separó de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.

Así mismo, debido al avance tecnológico en las ramas de Ingeniería Eléctrica, en 1 989 se creó la carrera de Ingeniería Electrónica a cargo de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

En 1 994 se creó la unidad académica de Servicio de Apoyo al Estudiante (SAE) y de Servicio de Apoyo al Profesor (SAP), llamada por sus siglas SAE/SAP, que tiene como fin prestar apoyo al estudiante por medio de la ejecución de programas de orientación y tutorías en el plano académico, administrativo y social y para facilitar la labor docente y de investigación de los profesores.

Finalmente, en 1 995 se expande la cobertura académica de la Escuela de pos grado con los nuevos estudios a nivel de Maestría en Sistemas de Construcción y en Ingeniería Vial, y en 1996 aún más, con los correspondientes a la Maestría en Sistemas de Telecomunicaciones.

A partir del primer semestre 2 007 se creó la carrera de Ingeniería Ambiental.¹

¹ <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/historia.php>. Consulta: 19 de agosto de 2013.

1.2. Filosofía institucional

La Universidad de San Carlos de Guatemala como institución estatal de educación superior, patrimonio histórico, científico y cultural del pueblo guatemalteco, en el ejercicio de la autonomía universitaria, de las libertades de enseñanza-aprendizaje, investigación y cátedra que garantiza la Constitución Política de la República y la Ley Orgánica Universitaria, y, abierta a todas las corrientes del pensamiento, forma a sus estudiantes en programas de pregrado y postgrado como individuos, capaces del libre ejercicio del juicio y de crítica y responsables de sus actos.

La Universidad es centro de producción, conservación y difusión de la ciencia, la técnica, la tecnología, el arte y la cultura, y, como tal prepara profesionales y académicos de las más altas calidades, comprometidos con el conocimiento y la solución de los problemas nacionales con visión amplia; se proyecta a todos los sectores de la sociedad mediante actividades de investigación, docencia y extensión; vela por la formación de hábitos científicos y por la creación de estrategias pedagógicas propicias para el desarrollo de la inteligencia y la creatividad, orientadas al mejoramiento de la vida, al respeto a la dignidad del hombre y a la armonía de éste con sus semejantes y con el ambiente.

La institución participa en los procesos de transformación de la sociedad; propicia la integración de ésta con los movimientos mundiales de orden cultural, científico y económicos; permite el acceso a la educación superior a todas las personas que demuestren tener aptitudes exigidas por ella, sin distinción de raza, sexo, creencias u origen social, cultiva actitudes y prácticas de respeto por la paz, la democracia y las normas de convivencia ciudadana.²

² GUERRA ROSAL, Oscar Estuardo; CANO VIELMAN, Estuardo Roderico. *Ordenamiento, funcionalidad y mejoramiento de la capacidad instalada de los salones de los edificios T-3 y T-1 de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. p. 5.

1.2.1. Visión de la facultad

Somos una institución académica con incidencia en la solución de la problemática nacional, formando profesionales en las distintas áreas de la Ingeniería, con sólidos conceptos científicos, tecnológicos, éticos y sociales, fundamentados en la investigación y promoción de procesos innovadores orientados hacia la excelencia profesional.³

1.2.2. Misión de la facultad

Formar profesionales en las distintas áreas de la ingeniería que, a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología conscientes de la realidad nacional y regional, y, comprometidos con nuestra sociedad sean capaces de generar soluciones que se adapten a los desafíos del desarrollo sostenible y los retos del contexto global.⁴

1.2.3. Objetivos de la facultad

Formar, adecuadamente, los recursos humanos dentro del área tecnológico-científica que necesita el desarrollo de Guatemala, dentro del ambiente físico natural, social económico, antropológico, y cultural del medio que lo rodea, para que pueda servir al país eficaz y eficientemente como profesional de la Ingeniería.

Proporcionar al estudiante de Ingeniería en los diferentes niveles académicos, las facilidades y oportunidades necesarias para que obtenga, tanto la formación básica que le sirva de fundamento para cualquier especialización técnico-científica, como conocimiento sobre tecnologías aplicadas al medio y, también, una mentalidad abierta a cualquier cambio y adaptación futura.

Proporcionar al estudiante la suficiente formación científica general, en el conocimiento y aplicación de las ciencias físico-matemáticas y en tecnología

³ <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/nosotros.php#vision>. Consulta: 19 de agosto de 2013

⁴ <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/nosotros.php#mision>. Consulta: 19 de agosto de 2013

moderna; en el sentido más amplio de la Ingeniería, como la ciencia y arte de utilizar las propiedades de la materia y las fuentes de energía, para el dominio de la naturaleza, en beneficio del hombre.

Estructurar una programación adecuada que cubra el conocimiento teórico y la aplicación de las disciplinas básicas de la Ingeniería. Proporcionar al estudiante experiencia práctica de las situaciones problemáticas que encontrará en el ejercicio de su profesión. Capacitar a los profesionales para su auto educación, una vez egrese de las aulas.

Utilizar métodos de enseñanza-aprendizaje que estén en consonancia con el avance acelerado de la ciencia y la tecnología. Fomentar la investigación y el desarrollo de la tecnología y las ciencias. Intensificar las relaciones con los sectores externos del país vinculados con las diversas ramas de la Ingeniería, no sólo con el fin de conocer mejor sus necesidades, sino para desarrollar una colaboración de mutuo beneficio.⁵

⁵ <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/nosotros.php#objetivos>. Consulta: 19 de agosto de 2013

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Artículos contenidos en las Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público, NRD2

El siguiente subtítulo (comprendido de las páginas 9 a la 36) es una cita textual contenida en Consejo Nacional de Reducción de Desastres, Acuerdo número 04-2011 Norma de Reducción de Desastres Número Dos: Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público

“NORMA DE REDUCCIÓN DE DESASTRES NÚMERO DOS (NRD2), Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público.

Artículo 1. Objetivo. La presente Norma tiene por objetivo establecer los requisitos mínimos de seguridad que deben observarse en edificaciones e instalaciones de uso público, para resguardar a las personas en caso de eventos de origen natural o provocado que puedan poner en riesgo su integridad física. Las Normas Mínimas de Seguridad constituyen el conjunto de medidas y acciones que deben ser implementadas en las edificaciones e instalaciones de uso público para alcanzar el objetivo descrito.

Artículo 2. Autoridades competentes. Para el cumplimiento del objetivo de la presente norma, así como para la aplicación de las Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público y los Planes de Emergencia, se establece como competente, a la máxima autoridad de las

instituciones rectoras de cada sector o actividad, o a quien ésta designe, al temor de lo que dispone el Artículo 4 del Decreto Legislativo 109-96.

Las acciones y omisiones que constituyan infracciones o incumplimiento de la presente Norma serán sancionadas de acuerdo a lo establecido en el Artículo 20 del Decreto 109-96 y su Reglamento, sin perjuicio de que, si la acción u omisión sea constitutiva de delito o falta, se certifique lo conducente al tribunal competente, para lo que conforme la ley sea procedente.

Artículo 3. Edificaciones e instalaciones comprendidas. La presente norma es aplicable a todas las edificaciones e instalaciones de uso público que actualmente funcionen como tales, así como para aquellas que se desarrollen en el futuro. Se consideran de uso público las edificaciones, sin importar el titular del derecho de propiedad, a las que se permita el acceso, con o sin restricciones, de personal (como empleados, contratistas y subcontratistas, entre otros) y/o usuarios (como clientes, consumidores, beneficiarios, compradores, interesados, entre otros).

Son edificaciones de uso público, entre otras comprendidas en la descripción contenida en el párrafo que antecede, las siguientes:

- a) Los edificios en los que se ubiquen oficinas públicas o privadas;
- b) Las edificaciones destinadas al establecimiento de locales comerciales, incluyendo mercados, supermercados, centros de mayoreo, expendios, centros comerciales y otros similares.
- c) Las edificaciones destinadas a la realización de toda clase de eventos;

- d) Los centros educativos, públicos y privados, incluyendo escuelas, colegios, institutos, centros universitarios y sus extensiones, centros de formación o capacitación, y otros similares;
- e) Los centros de salud, hospitales, clínicas, sanatorios, sean públicos o privados;
- f) Centros recreativos, parques de diversiones, incluso al aire libre, campos de juegos, cines, teatros, iglesias, discotecas y similares.
- g) Otras edificaciones

Artículo 4. Responsables. Para efectos de la presente normativa, son sujetos responsables los propietarios de cada uno de los inmuebles que constituyan edificaciones e instalaciones comprendidas. En caso el inmueble de que se trate se encuentre siendo utilizado legítimamente por una persona distinta del propietario, ambos se considerarán solidariamente responsables para el cumplimiento de la presente normativa.

En el caso de eventos socio-organizativos, la responsabilidad será compartida entre la institución competente de las instalaciones donde los eventos se realicen y las o los responsables de la organización y desarrollo de los eventos.

Artículo 5. Plan de Respuesta a Emergencias en edificaciones e instalaciones nuevas. El responsable de la edificación o instalación de uso público debe elaborar un plan de respuesta a emergencias, el cual se denominará proyecto de Plan de Respuesta a Emergencias, mismo que contendrá las Normas Mínimas de Seguridad aprobadas mediante la presente norma. Los responsables de la edificación o instalación de que se trate, deben presentar para su conocimiento y evaluación, el proyecto de Plan de Respuesta a Emergencias ante la Autoridad Competente, previo al inicio de los trabajos de obra.

La Autoridad Competente deberá evaluar los proyectos y si los considera ajustados a la presente normativa, los aprobará dentro del plazo de treinta (30) días siguientes a la fecha de presentación. Los responsables deberán implementar las medidas contenidas en el Plan correspondiente dentro de los treinta días (30) siguientes, debiendo acreditar de manera documental la implementación del Plan ante la Autoridad Competente.

El mismo requisito es exigible para el caso de las edificaciones e instalaciones que no siendo de uso público, sus responsables modifiquen el destino de los mismos a uso público, cumpliendo en cualquier caso con el marco jurídico aplicable.

Artículo 6. Plan de Respuesta a Emergencias en edificaciones e instalaciones en construcción. Se consideran en construcción aquellas edificaciones e instalaciones que al iniciar la vigencia de la presente norma ya han iniciado las actividades formales y materiales para su construcción, aun cuando no hayan sido finalizados. Los responsables de las edificaciones o instalaciones que se encuentren en construcción, al inicio de la entrada en vigencia de la presente Norma, deberán presentar el proyecto de Plan de Respuesta a Emergencias a que se refiere el artículo anterior, dentro de los treinta (30) días calendario siguientes, y en todo caso, antes de la finalización de la obra de que se trate, bajo su exclusiva responsabilidad.

Ningún funcionario que constituya Autoridad Competente, conforme a la presente normativa, podrá aceptar ni validar, expresa o tácitamente, la apertura al público de edificaciones e instalaciones de uso público sin que previamente cuenten con el Plan de Respuesta a Emergencias debidamente autorizado e implementado.

Artículo 7. Plan de Respuesta por Emergencias en edificaciones existentes.

Los responsables de las edificaciones comprendidas en la presente normativa, existentes a la vigencia de la misma, deben implementar un Plan de Respuesta a Emergencias, debidamente aprobado por la Autoridad competente. Para el efecto, los responsables deben presentar un proyecto de Plan ante la Autoridad Competente dentro de los doce (12) meses siguientes a la vigencia de la presente, cumpliendo con lo estipulado en el Artículo 5; y a partir de ello, cuentan con doce (12) meses para realizar las modificaciones físicas que se requiera, en función de cumplir con el Plan aprobado; exceptuando lo relativo a la señalización, misma que debe implementarse en los seis (6) meses siguientes a la vigencia de la presente norma y de ser necesario, debe adecuarse al aprobarse el Plan.

Artículo 8. Aprobación y Registro de Planes de Respuesta a Emergencias.

La Autoridad Competente debe aprobar los Planes de Respuesta a Emergencias por medio de resolución administrativa y debe compilar los mismos de manera cronológica, dejando constancia en un Registro de Planes de Respuesta a Emergencia, debiendo remitir informe semestral de los Planes autorizados a la Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres”.

Artículo 9. Definiciones. Para los propósitos de la presente norma, los términos técnicos se definen de la siguiente manera:

Balcón Exterior: Es un área o espacio que se proyecta de un muro o pared de un edificio y que se utiliza como salida de emergencia. El lado largo debe estar abierto en por lo menos el cincuenta por ciento de su longitud, y el espacio abierto por encima de la baranda debe estar construido de manera que evite la acumulación de humo o gases tóxicos.

Callejón de Salida: Es una salida techada que conecta una salida o un patio de salida de emergencia con la vía pública.

Carga de Ocupación: Es la capacidad de un área para albergar dentro de sus límites físicos una determinada cantidad de personas.

Herraje de Emergencia: Es el conjunto de chapas de una puerta que incorpora un mecanismo de liberación rápida. La pieza de activación deberá extenderse a lo ancho de la puerta y deberá extenderse por lo menos la mitad del ancho de la hoja de la puerta en la cual está instalado.

Patio de Salida de Emergencia: Es un patio o jardín que permite el acceso a una vía pública, para una o más de las salidas requeridas.

Salida de Emergencia: Es un medio continuo y sin obstrucciones de salida de emergencia hacia una vía pública, e incluye todos los elementos necesarios como: pasillos, pasadizos, callejón de salida, puertas, vanos de puertas, portones, corredores, balcones exteriores, rampas, escaleras, gradas, recintos a prueba de humo, salidas horizontales, patios de salida de emergencia y jardines.

Salida Horizontal de Emergencia: Es una salida de un edificio hacia otro edificio en aproximadamente el mismo nivel, o a través o alrededor de un muro construido como se requiera para una separación de la ocupación de dos horas y que divide completamente un nivel en dos o más áreas separadas de manera que se establezca un área de refugio que proporcione protección contra el fuego y el humo provenientes del área de la cual se está escapando.

Vía pública de Emergencia: Es cualquier calle, callejón o similar pedazo de terreno sin obstrucciones desde el suelo hasta el cielo, que se encuentre disponible en forma permanente para uso público y que tenga un ancho libre de por lo menos tres (3) metros.

Artículo 10. Determinación de la Carga de Ocupación. En la determinación de la Carga de Ocupación se debe presumir que todas las partes de un edificio estarán ocupadas al mismo tiempo. La Carga de Ocupación será determinada de la siguiente manera:

- a) Para áreas que no cuenten con asientos fijos, la carga de ocupación se determinará con la siguiente ecuación:

$$CO = \frac{\text{Area (m}^2\text{)}}{\text{Factor de CO}}$$

Donde,
CO es la Carga de Ocupación

Cuando el uso no esté indicado en dicha tabla, se debe calcular en base al uso que más se parezca al uso real. Para edificios o partes de edificios con múltiples usos, la Carga de Ocupación será la que resulte en el mayor número de personas.

- a) Para áreas con asientos fijos, la Carga de Ocupación será determinada por el número de asientos fijos instalados. El ancho requerido de los pasillos entre asientos fijos no podrá ser utilizado para ningún otro propósito.

b) Para áreas con bancas fijas, la Carga de Ocupación se determinará:

$$CO = \frac{\text{Longitud de Banca}}{0,45}$$

Donde,

CO es la Carga de Ocupación

c) Cuando se utilizan cabinas en áreas de comida, la Carga de Ocupación será una persona por cada sesenta (60) centímetros de cabina.

Artículo 11. Carga de Ocupación Máxima. La Carga de Ocupación Máxima no excederá la capacidad de las Salidas de Emergencia de acuerdo a lo establecido en esta Norma. El incumplimiento de este artículo causará el cierre y la evacuación inmediata del área que haya excedido la Carga de Ocupación Máxima. Las instalaciones evacuadas podrán ser habilitadas nuevamente si no exceden la Carga de Ocupación Máxima establecida.

El cierre y la evacuación a las que se refiere el presente artículo podrá ser ordenado por la Autoridad Competente; el Jefe General de Servicios o por el Comandante de Bomberos; el Comisario, Jefe de Distrito, Jefe de Comisaría de la Policía Nacional Civil; el Secretario Ejecutivo, Subsecretario Ejecutivo, Director, Delegado Regional, Delegado Departamental de la Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. En el caso particular de los establecimientos educativos, el Director de Infraestructura del Ministerio de Educación, también puede ordenar el cierre y la evacuación de dichos establecimientos educativos.

Artículo 12. Rotulación de Capacidad de Ocupación Máxima. Cualquier área que tenga una Carga de Ocupación de cincuenta (50) o más personas, sin incluir áreas con asientos fijos, y que sea utilizada para reuniones, clases, restaurantes o usos similares a estos, deberá tener un rótulo indicando la capacidad máxima

del área, el cual será colocado en un lugar visible cerca de la salida principal. Estos rótulos deberán ser mantenidos en condiciones legibles. El diseño de los rótulos deberá respetar los criterios aprobado por la Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, SE-CONRED.

Artículo 13. Número de Salidas de Emergencia requeridas. Cada edificio o parte utilizable del mismo deberá contar con, por lo menos, una salida de emergencia, no menos de dos (2) salidas cuando sea requerido por la Tabla 1, y salidas adicionales cuando:

- a) Cada nivel o parte del mismo con una carga de ocupación de quinientos uno (501) a un mil (1,000) personas no tendrá menos de tres (3) Salidas de Emergencia.
- b) Cada nivel o parte del mismo con una carga de ocupación de más de un mil (1,000) personas, no tendrá menos de cuatro (4) Salidas de Emergencia.
- c) El número de Salidas de Emergencia requeridas para cualquier nivel de un edificio deberá ser determinado utilizando su propia carga de ocupación, más los siguientes porcentajes de la carga de ocupación de otros niveles que tengan salida al nivel en consideración:
 - i. Cincuenta por ciento de la carga de ocupación del primer nivel arriba y cincuenta por ciento de la carga de ocupación del primer nivel abajo, cuando esté último salga a través del nivel en consideración.
 - ii. Veinte y cinco por ciento de la carga de ocupación del nivel inmediatamente arriba.

- d) El número máximo de Salidas de Emergencia requeridas para cualquier nivel deberá ser mantenido hasta que se llegue a la salida del edificio.

Artículo 14. Ancho de las Salidas de Emergencia. El ancho total de las Salidas de Emergencia, expresado en centímetros, no será menor al de la carga total de ocupación multiplicada por 0.76 para gradas, y por 0.50 para otras Salidas de Emergencia, ni menores de 90 centímetros. El ancho total de las Salidas de Emergencia deberá ser dividido en partes aproximadamente iguales entre todas las Salidas de Emergencia. El ancho máximo de Salidas de Emergencia requeridas para cualquier nivel deberá ser mantenido para todo el edificio.

Artículo 15. Ubicación de las Salidas de Emergencia. En el caso de que únicamente se requieran dos (2) Salidas de Emergencia, estas deberán estar ubicadas con una separación medida por una línea recta entre ambas salidas cuya longitud no será menor a la mitad de la distancia de la diagonal mayor del edificio o área a ser evacuada.

Cuando se requieran tres (3) o más Salidas de Emergencia, por lo menos dos (2) de ellas deberán estar ubicadas con una separación medida por una línea recta entre ambas salidas cuya longitud no será menor a la mitad de la distancia de la diagonal mayor del edificio o área a ser evacuada. Las salidas adicionales deberán tener una separación adecuada entre sí, de manera que si una de ellas quedase bloqueada, las otras sigan estando disponibles para una evacuación.

Artículo 16. Distancia a las Salidas de Emergencia. La distancia máxima a recorrer entre cualquier punto del edificio hasta la salida de emergencia en un edificio que no esté equipado con rociadores contra incendios será de cuarenta y cinco (45) metros; y de sesenta (60) metros cuando el edificio esté equipado con rociadores contra incendios.

En un edificio que no esté equipado con rociadores contra incendios la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto del edificio hasta la Salida de Emergencia será de cuarenta y cinco (45) metros. Esa distancia será de sesenta (60) metros cuando el edificio esté equipado con rociadores contra incendios.

En edificios de un solo nivel utilizados como bodegas, fábricas o hangares que estén equipados con sistema de rociadores contra incendios y sistema de ventilación de humo y calor, la distancia máxima a la Salida de Emergencia podrá ser aumentada a un máximo de ciento veinte (120) metros.

Artículo 17. Salidas a través de otros salones. Los salones podrán tener una Salida de Emergencia a través de otro salón adyacente, siempre y cuando exista una forma de salir que sea evidente, directa y sin obstrucciones.

Artículo 18. Puertas. Las puertas en Salidas de Emergencia deberán ser del tipo de pivote o con bisagras, las cuales deberán abrirse en la dirección del flujo de salida durante la emergencia. El herraje de la puerta deberá abrir cuando se le aplique una fuerza de 6.8 kilogramos fuerza, y la puerta deberá entrar en movimiento cuando esté sujeta a una fuerza de 13.6 kilogramos fuerza. Las fuerzas deberán ser aplicadas del lado de la puerta en la que esté instalado el herraje. La puerta debe contar con herraje de emergencia.

No se podrán utilizar puertas que se abran en las dos direcciones cuando:

- a) La carga de ocupación sea de cien (100) o más.
- b) La puerta sea parte de un sistema de protección contra incendios.
- c) La puerta sea parte de un sistema de control de humo.

Cuando se utilicen puertas que abren en las dos direcciones, estas deberán tener una ventana no menor a un mil doscientos noventa (1290) centímetros cuadrados.

Las puertas deberán poder ser abiertas desde el interior sin necesitar ningún tipo de llave, conocimiento o esfuerzo especial.

Queda explícitamente prohibido utilizar pasadores manuales montados en la superficie de la puerta. La liberación de cualquier hoja de la puerta no debe requerir más de una sola operación.

Las dimensiones mínimas de las puertas utilizadas en Salidas de Emergencia serán de noventa (90) centímetros de ancho y doscientos tres (203) centímetros de alto.

No se podrán utilizar puertas giratorias o deslizantes en salidas de emergencia.

Las puertas en Salidas de Emergencia deberán estar rotuladas de conformidad con lo especificado en esta Norma.

Artículo 19. Nivel del piso en las puertas. Sin importar la carga de ocupación, deberá haber piso o descanso a ambos lados de las puertas utilizadas en las Salidas de Emergencia. El piso o el descanso no podrán estar a más de doce (12) milímetros por debajo del marco de la puerta. Los descansos deberán ser perfectamente horizontales con excepción de los descansos ubicados en el exterior, los cuales pueden tener una pendiente máxima de veintiuno (21) milímetros por cada metro.

Artículo 20. Descansos en puertas. Los descansos tendrán un ancho no menor al ancho de las escaleras o el ancho de la puerta, el que sea mayor. Los descansos tendrán una longitud no menor de ciento diez (110) centímetros. Cuando los descansos sirvan a una carga de ocupación de cincuenta (50) o más, las puertas, en cualquier posición, no reducirán las dimensiones requeridas del descanso a menos de la mitad de su ancho.

Artículo 21. Puertas adicionales. Cuando se tengan puertas adicionales para propósitos de salida, éstas deberán cumplir con lo dispuesto en esta norma.

Artículo 22. Corredores. El ancho mínimo de los corredores utilizados en rutas de evacuación será el indicado en el Artículo 14, pero no será menor a noventa (90) centímetros para cargas de ocupación menores a cincuenta (50); o ciento diez (110) centímetros para cargas de ocupación de cincuenta (50) o más. La altura mínima será de doscientos diez (210) centímetros. No podrá haber ninguna obstrucción que reduzca el ancho del corredor.

Artículo 23. Gradadas. Cualquier grupo de dos o más escalones deberá cumplir con lo establecido en esta Norma. El ancho mínimo de las gradadas utilizadas en rutas de evacuación será el indicado en el Artículo 14, pero no será menor a noventa (90) centímetros para cargas de ocupación menores a cincuenta (50); o de ciento diez (110) centímetros para cargas de ocupación de cincuenta (50) o más.

La contrahuella de cada grada no será menor de diez (10) centímetros, ni mayor de dieciocho (18) centímetros. La huella de cada grada no será menor de veintiocho (28) centímetros medidos horizontalmente entre los planos verticales de las proyecciones de huellas adyacentes. Todas las gradadas deberán tener huellas y contrahuellas de iguales longitudes.

Los descansos de las gradas deberán tener una longitud, medida en la dirección del recorrido, no menor de su ancho o ciento diez (110) centímetros. La distancia vertical máxima entre descansos será de trescientos setenta (370) centímetros. Para descansos con puertas se aplica el Artículo 20 de la presente Norma.

Las gradas deberán tener pasamanos en ambos lados y cada grada con un ancho de más de doscientos veinticinco (225) centímetros, deberá tener no menos de unos pasamanos intermedios por cada doscientos veinticinco (225) centímetros de ancho. Los pasamanos intermedios deberán estar ubicados a distancias aproximadamente iguales a lo ancho de las gradas. La parte superior de los pasamanos estarán ubicados a una altura no menor de ochenta y cinco (85) centímetros, ni mayor de noventa y siete (97) centímetros del vértice de la huella.

Los pasamanos deberán ser continuos a todo lo largo de las gradas. Los pasamos deberán extenderse por lo menos treinta (30) centímetros en cada extremo de las gradas y las terminaciones de los pasamanos deberán ser curvos o terminar en postes. El ancho para las manos de los pasamanos no será menor de tres centímetros ocho décimas (3.8) ni mayor de cinco (5) centímetros; y deberá tener un acabado liso sin esquinas agudas. Los pasamanos que se proyecten de muros o paredes deberán tener un espacio libre no menor de tres centímetros ocho décimas (3.8) entre la pared y el pasamano.

Cuando las gradas no cuenten con muros o paredes en uno o ambos lados, los pasamanos tendrán una altura no menor de ciento seis (106) centímetros. Los pasamanos abiertos deberán contar con rieles intermedios o un patrón decorativo, tal que no permita que una esfera de diez (10) centímetros pase de un lado al otro.

Las gradas exteriores de edificios de cuatro (4) o más niveles deberán tener algún mecanismo que permita el ingreso de bomberos en caso de emergencia.

En edificios de cuatro (4) o más niveles, por lo menos una de las gradas deberá extenderse a la superficie del techo, excepto cuando el techo tenga una pendiente igual o mayor al treinta y tres (33) por ciento.

Las gradas deberán tener una superficie antideslizante con altura libre entre la huella y el techo de por lo menos doscientos tres (203) centímetros en toda su longitud. Las gradas exteriores deberán ser construidas de metal y perforadas para evitar óxidos y concentración de agua.

Artículo 24. Rampas de Emergencia. Las rampas utilizadas en las Salidas de Emergencia deberán cumplir con los requerimientos de esta norma.

El ancho mínimo de las rampas utilizadas en rutas de evacuación será el indicado en el Artículo 14, pero no será menor a noventa (90) centímetros para cargas de ocupación menores a cincuenta (50) o ciento diez (110) centímetros para cargas de ocupación de cincuenta (50) o más.

La pendiente máxima de las rampas será del 8.33 por ciento cuando deban ser utilizadas para personas en sillas de ruedas, o del 12.5 por ciento cuando no van a ser utilizadas por personas en sillas de ruedas.

Las rampas deberán tener descansos en su parte superior y en su parte inferior, y por lo menos un descanso intermedio por cada ciento cincuenta (150) centímetros de elevación. Los descansos superiores e intermedios deberán tener una longitud no menor de ciento cincuenta (150) centímetros. Los descansos inferiores deberán tener una longitud no menor de ciento ochenta y tres (183) centímetros.

Las puertas ubicadas en cualquier posición adyacente a una rampa no reducirán las dimensiones mínimas de un descanso a menos de 106 centímetros.

Las rampas tendrán pasamanos de acuerdo a los mismos requerimientos que para gradas. Las rampas tendrán pasamanos de acuerdo a los requerimientos para los pasamanos de las gradas. La superficie de las rampas deberá ser antideslizante.

Artículo 25. Pasillos. Los anchos libres de pasillos en auditorios, teatros, aulas y otros ambientes con asientos fijos dependerán de la Carga de Ocupación de la parte de asientos fijos que utilicen el pasillo en consideración.

El ancho libre del pasillo expresado en centímetros no será menor de la Carga de Ocupación que utiliza el pasillo multiplicada por 0.76; para pasillos con pendientes superiores al 12.5 por ciento, o multiplicada por 0.51 para pasillos con pendientes inferiores al 12.5 por ciento.

Cuando dos (2) pasillos convergen en uno solo, el ancho mínimo no será inferior a la suma de los dos (2) anchos originales. Cuando los asientos fijos estén colocados en filas, el ancho libre de los pasillos no será menor de lo indicado arriba ni menor de:

- Ciento veintidós (122) centímetros para pasillos con gradas y con asientos a ambos lados.
- Noventa (90) centímetros para pasillos con gradas y con asientos en un solo lado.
- Cincuenta y ocho (58) centímetros entre los pasamanos y los asientos cuando el pasillo esté subdividido por medio de unos pasamanos.

- Ciento seis (106) centímetros para pasillos planos o con rampa y con asientos a ambos lados.
- Noventa (90) centímetros para pasillos planos o con rampa y con asientos en un solo lado.

Las rampas en pasillos no tendrán una pendiente superior al 12.5 por ciento.

Artículo 26. Asientos fijos. Los siguientes requerimientos se aplican a lugares con asientos fijos instalados. El espaciamiento libre mínimo entre filas de asientos será de:

- Treinta (30) centímetros para filas con 14 o menos asientos.
- Treinta (30) centímetros más 0.76 centímetros por cada asiento adicional después del catorce (14), hasta un máximo de cincuenta y seis (56) centímetros.

El espaciamiento libre entre filas de asientos es la distancia horizontal libre entre el respaldo del asiento de la fila de enfrente y la proyección más cercana de la fila. Cuando los asientos son automáticos, la distancia puede ser medida con los asientos subidos. Cuando los asientos no son automáticos, la distancia libre debe ser medida con los asientos abajo.

Artículo 27. Iluminación en salidas de emergencia. Las Salidas de Emergencia, incluyendo corredores, rampas y gradas deberán estar iluminadas siempre que el edificio esté ocupado. La intensidad mínima de la iluminación, medida al nivel del piso, será de 10.76 lux.

Para edificios con carga de ocupación de cien (100) o más, la iluminación en Salidas de Emergencia deberá contar con una fuente alterna de energía, la cual se activará automáticamente en el caso que falle la fuente principal. La

fuente alterna podrá ser un banco de baterías o un generador de energía de emergencia.

Artículo 28. Rotulación de Salidas de Emergencia y Rutas de Evacuación.

Será obligatorio rotular las Salidas de Emergencia cuando se tengan dos (2) o más Salidas de Emergencia. Esta rotulación deberá contar con una iluminación interna o externa por medio de un mínimo de dos lámparas o focos, o ser de un tipo auto luminiscente. Los rótulos deberán estar iluminados con una intensidad mínima de 53.82 lux de cada foco. La energía de uno de los focos será de la fuente principal de energía y la energía del segundo foco será proporcionada por baterías o por un generador de energía de emergencia.

Las señales que se localizaran en la pared deberán ser construidas de metal o de otro material aprobado que sea no combustible; la señal fijada a la pared exterior de mampostería de hormigón, o piedra, deben estar de forma segura y bien conectados por medio de anclajes metálicos, pernos o tornillos de expansión, No podrán utilizarse paredes de madera, tabla yeso o fibrocemento para fijar señales de información de Emergencia.

Las señales apoyadas en las paredes deberán ser debidamente ancladas, de acuerdo a lo que establece la Tabla 2, de conformidad con el Manual de Señalización de Edificios de Uso Público y Privado de CONRED. No se autoriza instalar señales en el techo ni colgando de él. La instalación de señales portátiles se acepta con fines temporales o configuraciones de estructura que provean estabilidad de duración en la instalación; pero éstas no podrán fijarse al suelo por medio de anclajes permanentes.

La rotulación básica incluye las siguientes:

1) Señalización de Capacidad Máxima de Ascensores. Señal de carácter informativo, indica la capacidad máxima del ascensor expresada en número de personas a transportar. **Instalación:** en lugares visibles tales como puertas de acceso e interiores del ascensor. Aplicable a todo tipo de edificación, en la cual se tenga este medio de transporte vertical de personas.

2) Señalización de Salida de Emergencia. Señal de carácter informativo, la cual se utiliza para indicar todas las salidas posibles en casos de una emergencia, instalada en lugares visibles tales como sobre o inmediatamente adyacente a una puerta de salida que conduzca a una zona de seguridad. Esta señal trabaja íntimamente relacionada con las siguientes señales: Vía de Evacuación Derecha, Vía de Evacuación Izquierda, Salida Superior y Salida Inferior.

3) Señalización de Vía de Evacuación Derecha. Señal de carácter informativo, siendo una flecha direccional, que en este caso particular indica una vía de evacuación o escape hacia la derecha. **Instalación:** En muros de edificios públicos y privados, esta señal trabaja en íntima relación con la señal Salida de Emergencia, ya que tiene como propósito orientar la evacuación hacia la derecha, teniendo presente que terminada la orientación hacia la derecha, se encontrara una vía de evacuación.

4) Señalización de Vía de Evacuación Izquierda. Señal de carácter informativo, siendo una flecha direccional, que en este caso particular indica una vía de evacuación o escape hacia la izquierda. **Instalación:** En muros de edificios públicos y privados, esta señal trabaja en íntima relación con la señal Salida de Emergencia, ya que tiene como propósito

orientar la evacuación hacia la izquierda, teniendo presente que terminada la orientación hacia la izquierda, se encontrara una vía de evacuación.

5) Señalización de Salida hacia Arriba. Señal de carácter informativo que indica una salida hacia arriba, que conduce a una vía de evacuación o escape en casos de emergencia. **Instalación:** Sobre paredes o inmediatamente adyacente a escaleras que conduzcan hacia el piso superior. Esta señal se instalará en todo tipo de edificios, y trabajara íntimamente relacionada con la señal Salida de Emergencia.

6) Señalización de Salida hacia Abajo. Señal de carácter informativo que indica una salida hacia abajo, que conduce a una vía de evacuación o escape en casos de emergencia. **Instalación:** Sobre paredes o inmediatamente adyacente a escaleras que conduzcan hacia el piso inferior. Esta señal se instalará en todo tipo de edificios y trabajara íntimamente relacionada con la señal Salida de Emergencia.

7) Señalización de Zona Segura. Ambiente interno o externo de un inmueble, cuya construcción, diseño y/o localización, libre de amenazas o con baja probabilidad de riesgos que constituyan peligro para la vida humana o a sus bienes materiales; identificados para la concentración del personal que se encuentre los puntos de reunión. Dentro de las zonas seguras convergen uno o varios puntos de reunión con el fin de resguardar las vidas humanas. **Instalación:** En lugares visibles tales como patios, estacionamientos o cualquier zona que no represente riesgo inminente de caída de vidrios u otros elementos en caso de sismos o incendios. La utilización de este tipo de señal será tanto para edificios públicos como privados.

8) Punto de Reunión: Localización externa de un inmueble, identificada para reunir al personal que desaloja las instalaciones de manera preventiva y ordenada, posterior a una evacuación. **Instalación:** En lugares visibles tales como patios, estacionamientos o cualquier zona que no represente riesgo.

9) Señalización de Área Sucia o Contaminada. Señal de carácter informativo que indica la existencia de un área sucia o contaminada, **Instalación:** En lugares visibles tales como Laboratorios de Muestras, Hospitales, Industrias Químicas, Alimentos, Embotelladoras, Salas de Acopio de Basura, etc. Esta señal se instalará directamente en muros u otras estructuras.

10) Señalización de Área Limpia de Contaminantes. Señal de carácter informativo que indica la existencia de un área limpia libre de contaminación **Instalación:** En lugares visibles, tales como Laboratorios de Muestras, Hospitales, Fábricas de Químicos, etc. Esta señal se instalará directamente en muros u otras estructuras, indicando claramente para los trabajadores la existencia de Área Limpia fuera de Contaminantes.

11) Señalización de Cuidado al Bajar. Señal de carácter informativo que indica la existencia de un desnivel, por tal razón, en las zonas en que se advierta esta señal, se deberá tener cuidado al transitar. **Instalación:** en lugares visibles tales como cajas escalera, desniveles de piso, etc. esta señal se instalará tanto en edificios públicos y privados, siendo su instalación directamente en muros u otras estructuras.

12) Señalización de Empujar para Abrir. Señal de carácter informativo que indica el sentido de apertura de una puerta. **Instalación:** en lugares visibles tales como puertas de simple o doble efecto, doble puerta de simple o doble efecto, etc. La señal se instalará directamente sobre la puerta, con el objetivo de homogenizar la rotulación de todas las salidas. Esta señal trabajara en directa relación con la señal Tirar para Abrir, ya que se instalan en pares, una por dentro y la otra por fuera de la puerta, de acuerdo a la orientación que esta tenga.

13) Señalización de Tirar para Abrir. Señal de carácter informativo que indica el sentido de apertura de una puerta. **Instalación:** En lugares visibles tales como puertas de simple o doble efecto, doble puerta de simple o doble efecto, etc. Esta señal se instalará directamente sobre la puerta, con el objetivo de homogenizar todas las salidas. Esta señal trabajara en directa relación con la señal Empujar para Abrir, ya que se instalan en pares, una por dentro y la otra por fuera de la puerta, de acuerdo a la orientación que esta tenga.

14) Señalización de Romper para tener Acceso en caso de Emergencia. Señal de carácter informativo que indica romper para tener acceso, para lo cual es necesario considerar su ubicación donde es necesario romper un panel de vidrio para acceder a una llave u otro medio de aperturas, y donde es necesario romper para abrir un panel con elementos de lucha contra el fuego o crear una vía de evacuación. **Instalación:** Directamente en panel de vidrio.

15) Señalización de No corra por las escaleras. Se utiliza para indicar la prohibición de correr por las escaleras, sean estas principales o de emergencia. Tanto al subir como al bajar de estas, dicha prohibición

deberá ser acatada tanto en circunstancias habituales como en caso de emergencia. **Instalación:** Lugares visibles de edificios públicos y privados (Cajas escaleras principales o de emergencia de hospitales, bibliotecas, etc.). La instalación de esta señal deberá realizarse tanto al inicio como al final de las escaleras.

16) Señalización de No use el ascensor en caso de corte de energía o incendio. Se utiliza para indicar la prohibición de usar ascensores en caso de incendio, sismos o corte de energía, obligándose por tanto, al uso de escaleras principales o de emergencia. **Instalación:** Lugares visibles de edificios públicos y privados (hospitales, bibliotecas, etc.) que cuenten con este tipo de equipamiento (ascensores). La señal debe ubicarse inmediatamente adyacente a la botonera de llamado del ascensor.

17) Señalización de No correr en los pasillos. Se utiliza para indicar la prohibición de correr en ambos sentidos en los pasillos, tanto para trabajadores como público en general, siendo aplicable en situaciones habituales como en los casos de emergencia. **Instalación:** Lugares visibles de edificios públicos y privados (Pasillos de hospitales, bibliotecas u otros edificios). La señal deberá instalarse en muros u otras estructuras, de tal manera que advierta claramente sobre esta prohibición.

18) Señalización sobre Ingresar solo personas autorizadas. Se utiliza para indicar la prohibición de ingresar a personas ajenas al recinto o que no tengan la preparación, autorización u equipamiento de protección personal necesario para ingresar al recinto. **Instalación:** Lugares visibles de edificios públicos y privados (Salas de recuperación, aislamiento, bodegas, máquina, estaciones y subestaciones eléctricas, etc. De

hospitales, bibliotecas u otros edificios). La señal deberá instalarse en él o los accesos principales a este tipo de recintos, inmediatamente adyacente a puertas.

19) Señalización sobre No obstruir pasillos. Señal que indica la prohibición en lugares donde una obstrucción presenta un peligro particular (vías de escape o evacuación, acceso a equipos de lucha contra fuego, etc.). **Instalación:** Lugares visibles de edificios públicos y privados. La instalación de esta señal, debe realizarse en muros u otras estructuras, de tal manera que sea de fácil advertencia para los trabajadores, en razón de no obstruir vías de escape o equipos de lucha contra el fuego.

20) Señalización sobre Vía Sin Salida. Se utiliza para indicar la prohibición de ingresar en casos de emergencia, ya que no constituye una vía de evacuación por no llevar a una salida o zona de seguridad. **Instalación:** Lugares visibles de edificios públicos y privados. La señal deberá instalarse directamente o adyacente a puertas u otros similares, de tal manera que advierta a los trabajadores y público en general que la vía no constituye una salida.

21) Señalización sobre No apague el Fuego con Agua. Se utiliza para indicar la prohibición de utilización del agua como agente extintor de un fuego o incendio. **Instalación:** Lugares visibles de edificios públicos y privados. La instalación de esta señal debe ubicarse en muros o puertas en las cuales se advierta sobre el peligro inminente de utilización de agua en caso de equipamientos permanentemente energizados o sobre sustancias en sus tres estados (líquido, sólido y gaseoso) que al combinarse podrían reaccionar agresivamente.

22) Señalización sobre la localización del Extintor. Se utiliza para informar la ubicación de un extintor. Esta señal deberá instalarse tantas veces como extintores existan en el edificio. **Instalación:** La señal será instalada en muros u otros elementos en los cuales se encuentre el extintor, ya que pueden estar fijados en muros, en nichos o directamente en el piso.

23) Señalización de Red Húmeda. Se utiliza para indicar la ubicación de la salida de la red húmeda provista de manguera y pitón. Esta señal se instalará tantas veces como equipos de red húmeda existan en el edificio. **Instalación:** Se deberá ubicar en nichos que contenga únicamente este medio de lucha contra el fuego. La señal se instalará directamente por sobre el nicho o carrete de red húmeda, el cual tiene como propósito informar la ubicación de este elemento.

24) Señalización de Red Seca. Se utiliza para señalar la boca de salida de una red seca. Se deberá instalar tantas señales como boca de salida tenga el edificio. **Instalación:** Se deberá ubicar inmediatamente en la parte superior de la red seca de salida, teniendo como única finalidad la información de la ubicación de este elemento de lucha contra el fuego.

25) Señalización de Teléfono de Emergencia. Señal utilizada para indicar la ubicación de teléfono destinado permanentemente a advertir situaciones de emergencia. Se deberá instalar tantas señales como teléfonos existan en el edificio. **Instalación:** En lugares visibles, inmediatamente lo más próximo al teléfono, ya sea en muros u otros elementos

26) Señalización de Alarma de Incendio. Se puede utilizar por sí sola o en conjunto con la señal Activación Manual de Alarma, en el caso que el comando de activación manual se encuentre conectado a la alarma de incendio de manera que sea inmediatamente perceptible para todos los afectados. **Instalación:** En lugares visibles de todo tipo de edificios. La instalación de esta señal se realizará directamente en muros u otros elementos, de tal manera, que sea de fácil observación de todos sus ocupantes.

27) Señalización de Conjunto de Equipos contra Fuego. Esta señal debe indicar la ubicación de un conjunto de equipo contra fuego, se instalarán tantas señales como conjuntos existan en el edificio. Cabe señalar que esta señal aglutina a otras señales, para evitar la proliferación innecesaria de señales. Por esto la señal se instalará sólo en nichos en donde existan los siguientes elementos: (extintor, teléfono, red húmeda, etc.). **Instalación:** En lugares visibles de edificios públicos y privados, será aplicable en el caso de la existencia de nichos, se instalará directamente en muros.

28) Señalización de Puerta Corta Fuego. Indica la ubicación de una puerta cortafuego, la que debe mantenerse cerrada, o abierta cuando esté conectada a través de sensores de detección de humo a comando computacional que incorpora sostenedores magnéticos a la parte inferior de la puerta, el cual se activará y liberará la puerta recibida la señal, produciéndose su cierre. Propicia la asimilación de espacios y con esto el paso del fuego a otras áreas. **Instalación:** Lugares visibles, lo más próximo a la puerta cortafuego, o sobre ésta.

29) Señalización de Red Eléctrica Inerte. Debe utilizarse para indicar la ubicación de una conexión eléctrica inerte. Se deberá instalar tantas señales como conexiones inertes existan en el edificio, siendo éstas de uso exclusivo de bomberos. **Instalación:** En lugares visibles de edificios públicos y privados, normalmente se encontrará en superficies inferiores del piso. La instalación de la señal deberá realizarla, a una altura no inferior a ciento sesenta (160) centímetros, inmediatamente por sobre la conexión.

30) Señalización de Activación Manual de la Alarma. Esta señal debe utilizarse para indicar la ubicación de la activación manual de alarma, se utiliza para: a) Activación manual de alarma. b) Comando manual del sistema de protección contra incendio (por ejemplo, instalación fija de extinción). **Instalación:** En edificios públicos y privados. La instalación deberá realizarse lo más próximo a la activación manual, esta señal se instalará tantas veces como activaciones existan en el edificio.

Para una mejor aplicación del presente artículo, los responsables de los edificios de acceso público pueden consultar el Manual de Señalización de CONRED, el cual indica las especificaciones de formas, colores, y medidas de las señales, así como de ubicación de las mismas en edificios de uso público en todo el territorio nacional. De igual forma, tomar en cuenta lo establecido en el Anexo 2 y 3 de la presente Norma.

Artículo 29. Identificación de colores. Los colores utilizados en la señalización y rotulación de salidas de emergencia serán identificados de acuerdo al sistema RGB internacional, con 8 bits por canal para un total de 24 bits utilizando la notación hexadecimal. La identificación del color constará de 6 dígitos hexadecimales. De izquierda a derecha, los primeros dos dígitos

representarán el canal rojo, los siguientes dos dígitos representarán el canal verde y los últimos dos dígitos representarán el canal azul. Los dígitos hexadecimales a utilizar serán 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F.

Artículo 30. Colores de atención. Para indicar situaciones de peligro se utilizará el color FF0000 (rojo).

Artículo 31. Reformas. Los documentos que sustentan la presente Norma para Reducción de Desastres Dos, NRD2, serán revisados y modificados por la Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, la cual propondrá su reforma, debidamente justificada y atendiendo en cualquier caso a criterios técnicos, al Consejo Nacional para la Reducción de Desastres.

Artículo 32. Prohibición de alteraciones. Queda expresamente prohibido alterar un edificio o una estructura de manera tal que reduzca el número de Salidas de Emergencia o reducir su capacidad a menos de lo que indica esta Norma.

Artículo 33. Anexos. Los anexos identificados como Tabla 1, Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4 pasan a formar parte del presente acuerdo, debiéndose incluir como parte integrante del mismo.

Artículo 34. Vigencia. El presente acuerdo surte efectos a partir del día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial.”

2.2. Plan Institucional de Respuesta (PIR)

El siguiente subtítulo (comprendido de las páginas 37 a la 59) es una cita textual contenida en Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), Dirección de Respuesta.

“GUIA PARA LA ELABORACION DEL PLAN INSTITUCIONAL DE RESPUESTA PIR

En Guatemala, los desastres naturales tales como inundaciones, incendios, terremotos, deslizamientos, entre otros, nos castigan sin previo aviso. El bienestar de su institución es crítico al momento de generarse un desastre, tanto para usted como para comunidad que lo rodea, misma que usted querrá proteger de manera natural.

La planificación para el manejo de emergencias, abarca tanto más que el manejo de desastres naturales, implica la planificación de la forma en la cual operará su institución, tras suscitarse un desastre. Toda institución debe conocer sus fortalezas y debilidades, y establecer estrategias para adaptarse a diferentes escenarios.

Por ejemplo, una institución puede verse afectada por una inundación, en la cual se dañen los sistemas de información y buena parte de sus bienes. Más allá del daño, el impacto del desastre en la operación de la institución puede compararse con el impacto de un robo, en el cual se pierdan los mismo bienes e información. Planear para el manejo del impacto de una emergencia, más que para el manejo de la emergencia en sí misma, le dará a su negocio una probabilidad de sobrevivencia más Elevada.

La planificación para el manejo de emergencias puede ayudarle a identificar los riesgos a los cuales está expuesta su institución, las aéreas críticas y la mejor forma de protegerla. También implica planear la continuidad y la recuperación para ayudar a su institución a prepararse para sobrevivir cualquier situación de emergencia.

Tabla I. **Guía para la elaboración de Plan Institucional de Respuesta**

| Objetivos del Plan Institucional de Respuesta | |
|--|---|
| General | |
| Constituir la herramienta que posibilite la continuidad del funcionamiento de la institución e integrarse al Plan Nacional de Respuesta durante una situación de riesgo, emergencia o desastre RED. | |
| Específicos | |
| Garantizar la respuesta ante una situación RED. Garantizar la continuidad del funcionamiento de la institución después de una situación RED. Establecer las actividades a seguir en caso de riesgo, emergencia o desastre. Asegurar una respuesta, eficiente y eficaz de acuerdo al Plan Nacional de Respuesta. | |
| Información General | |
| Esta sección le provee detalles y explicaciones sobre cada una de las preguntas que deberá responder para llenar el machote, así como enlaces para obtener más información. Cuando elabore su Plan Institucional De Respuesta, revise los temas descritos a continuación como una guía. | |
| Caratula | |
| Pregunta / Área | Explicación |
| Su nombre: | Coloque el nombre de la máxima autoridad de su institución. Puede colocar varios nombres, de ser necesario. |
| Su puesto: | Puesto de la máxima autoridad de su institución. |
| Nombre de la institución: | Nombre completo de la institución. |
| Dirección: | Dirección de sede que implementará el Plan y de la sede central. |

Continuación de la tabla I.

| | |
|--|---|
| <p>Tabla, Historial de cambios:</p> | <p>Detalle de los cambios realizados a su Plan Institucional de Respuesta: Número de Versión: Le ayuda a asegurar que se está siguiendo la versión actualizada del Plan. Por ejemplo, Versión 1.3 Cambios efectuados: Describa los cambios y las razones por las que se hicieron. Persona responsable: Persona que hizo los cambios. Fecha del cambio: Ingrese la fecha en la cual se efectuaron los cambios.</p> |
| <p>Tabla, Estrategia de divulgación:</p> | <p>Detalles sobre quién y cuándo se divulgará el Plan: Puesto: Por ejemplo, Ministro. Tipo de distribución: Indique cómo divulgará el plan. Por ejemplo, presentación, correo electrónico. Persona Responsable: Indique el nombre de la persona responsable de divulgar el Plan. Frecuencia: Indique la frecuencia de divulgación del plan. Por ejemplo, mensual y después de cada cambio.</p> |
| <p>Índice:</p> | <p>Los cambios deben de reflejarse en el índice.</p> |

Continuación de la tabla I.

| Plan de Continuidad | |
|------------------------------------|---|
| Pregunta / Área | Explicación |
| Tabla, Gestión del Riesgo: | <p>Enumere los riesgos potenciales a su institución (en orden de probabilidad) y las estrategias de mitigación o contingencia.</p> <p>Para cada riesgo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Riesgo: Describa del riesgo y su potencial impacto (directo e indirecto) en la institución. • Impacto: Clasifique el impacto. Alto, Medio, Bajo • Probabilidad: Indique la probabilidad de ocurrencia. Por ejemplo: Muy probable, probable, poco probable, muy poco probable. • Estrategia de mitigación: ¿Qué acciones va a tomar para minimizar/mitigar el impacto en su institución? • Plan de contingencia: ¿Cuál es su plan de contingencia en caso esto ocurra? |
| Tabla, Análisis de áreas críticas: | <p>Identifique las áreas críticas de su institución (por ejemplo, atención de pacientes en cuidado intensivo) y sus estrategias de protección o mitigación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número: Clasifique las áreas críticas de acuerdo al impacto sobre su institución –de la más alta a la más baja-. • Área crítica: Descripción de lo que no puede faltar o fallar: personal, suministros, proveedores, documentos, sistemas o procedimientos. |

Continuación de la tabla I.

| | |
|--|---|
| <p>Tabla, Análisis de áreas críticas:</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Impacto si el área crítica deja de funcionar: Describa el impacto en su institución si esta área crítica falla. • Estrategia de protección: ¿Qué estrategias tiene para minimizar el impacto en su institución? Por ejemplo, entrenar a varias personas en diferentes tareas minimiza el problema si alguien falta. |
| <p>Tabla, planificación de escenarios:</p> | <p>Una vez completada la Tabla de Análisis de Áreas Críticas, debe completar la Tabla Planificación de Escenarios, con información más detallada de los escenarios para cada una de las primeras tres áreas críticas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falla crítica: Elaborar una descripción corta sobre un área crítica que puede ser interrumpida. • Antecedentes: Proporcionar toda la información relevante sobre los antecedentes esenciales para la restauración del área crítica. • Impacto institucional: Proporcionar un estimado del impacto en el funcionamiento de su institución. Esto puede ser en términos de porcentaje o valor en quetzales. • Acciones inmediatas: Elaborar una lista de lo que se necesita realizar inmediatamente para asegurar que la pérdida sea mínima y para asegurar la reducción al mínimo de la interrupción de actividades. • Responsabilidades: Elaborar un listado de las personas responsables de cada acción, durante el desarrollo de un escenario crítico. • Recursos necesarios: Indicar, ¿qué recursos necesita para la recuperación institucional en este tipo de escenario? |

Continuación de la tabla I.

| Seguros | |
|------------------------|---|
| Pregunta / Área | Explicación |
| Tabla, Seguros: | <p>Enumere las pólizas de seguro que tiene actualmente vigentes, para cubrir los riesgos de funcionamiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de Seguro: Brevemente liste cada una de las pólizas de seguro que tiene actualmente vigentes. • Cobertura de la Póliza Para cada uno de los seguros, revise las cláusulas de la póliza, y liste los principales riesgos que cubre. Ejemplo: Los daños causados por incendio, inundación, robo. • Exclusiones de la Póliza: Haga una lista de las exclusiones para cada póliza. Ejemplo: fraude, terrorismo, tsunami. • Nombre de la Compañía de Seguro y Contacto: Coloque el número telefónico de uso regular y los detalles sobre cómo contactar a su corredor (número de celular, correo electrónico, beeper, etc.) • Última fecha de revisión: Indique la última fecha de revisión de la póliza para asegurar que su institución esté cubierta. Ejemplo: Día/mes/año • Pagos de primas de seguro: Indique el monto de la prima y la frecuencia de pago. |

Continuación de la tabla I.

| |
|--|
| Propiedad e infraestructura |
| En esta sección responda cómo mínimo las siguientes preguntas: ¿Qué ha hecho usted para que su propiedad sea menos vulnerable a daños? ¿Cuenta su institución con alarmas, personal de seguridad o video de vigilancia? ¿Tiene extintor o materiales de construcción resistentes al fuego o inundación, en su institución? |
| Situación Actual del Inmueble según Normas de Reducción a Desastres |
| En esta sección, describa la situación actual de la edificación o instalación de uso público según las Normas para la Reducción a Desastres (NRD); estas normas han sido generadas por la Secretaría Ejecutiva de CONRED con la finalidad de establecer criterios mínimos de seguridad para resguardar a las personas en caso de un evento adverso, y que puedan poner en riesgo su integración física. Las (NRD) pueden ser descargadas en www.conred.gob.gt . Actualmente, existen dos normas publicadas. Por favor, revise cuál norma aplica para su institución. A continuación se explica cómo llenar las tablas correspondientes a cada norma. |
| NRD-1: Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de Infraestructura |
| Para cada inmueble al cual aplique la NRD1, indique: nomenclatura y nombre del inmueble, dirección, ubicación geográfica, uso actual del inmueble, ocupación, fecha de construcción de inmueble y clasificación. Luego llene la segunda tabla, con las conclusiones y recomendaciones establecidas en el Informe de Evaluación realizado por un ingeniero o arquitecto certificado para realizar este tipo de evaluaciones. El informe de evaluación completo, debe incluirse en el Plan, como anexo, en la sección Documentación de Soporte. |

Continuación de la tabla I.

| Pregunta / Área | Explicación |
|--|---|
| <p>Tabla1, NRD-1, Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de Infraestructura:</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Nomenclatura y nombre del Inmueble: Asigne una nomenclatura para identificar cada uno de los inmuebles propiedad y/o en uso de su institución. Ejemplo: Edificio 1A, Edificio principal del Ministerio de Gobernación. • Dirección • Ubicación geográfica: Indicar las coordenadas geográficas, expresadas en grado, minutos y segundos. • Uso actual del inmueble: Por ejemplo, hospital para atención de pacientes de la tercera edad, oficinas, auditorio, parqueo, etc. • Ocupación: ¿Cuántas personas ocupan actualmente el inmueble • Fecha de construcción del inmueble. • Clasificación: puede tratarse de una obra esencial o de una |
| <p>Tabla2, NRD-1, Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de Infraestructura:</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Nomenclatura y nombre del Inmueble: Asigne una nomenclatura para identificar cada uno de los inmuebles propiedad y/o en uso de su institución. Ejemplo: Edificio 1A, Edificio principal del Ministerio de Gobernación • Conclusiones: Incluir las recomendaciones descritas en el Informe de Evaluación. • Recomendaciones: Incluir las recomendaciones descritas en el Informe de Evaluación. |

Continuación de la tabla I.

| | |
|--|---|
| NRD-2: Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público | |
| <p>Describa los hallazgos encontrados y las recomendaciones establecidas por el ingeniero o arquitecto certificado para realizar evaluaciones. El informe de evaluación completo, debe incluirse en el Plan, como anexo, en la sección Documentación de Soporte.</p> | |
| Pregunta / Área | Explicación |
| <p>Tabla, NRD-2, Normas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público:</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Nomenclatura y nombre del Inmueble: Asigne una nomenclatura para identificar cada uno de los inmuebles propiedad y/o en uso de su institución. Ejemplo: Edificio 1A, Edificio principal del Ministerio de Gobernación. • Conclusiones: Incluir las recomendaciones descritas en el Informe de Evaluación. • Recomendaciones: Incluir las recomendaciones descritas en el Informe de Evaluación. |
| Plan de Mejora para el Cumplimiento de Normas de Reducción a Desastres | |
| <p>Describa el plan de mejoras establecidas por los profesionales certificados y las autoridades responsables del inmueble (propietario y arrendatario) para llegar al cumplimiento con cada una de las NRD que apliquen a su institución. Indique el tiempo en el cual serán completadas las mejoras. Una vez completadas las mejoras, se realizará una evaluación y así optará por la constancia de cumplimiento de las NRD.</p> | |
| <p>Si ya cuenta con constancias de cumplimiento de las NRD, para sus inmuebles, anéxelas al Plan, en la sección Documentación de Soporte. En este caso no debe llenar la tabla.</p> | |

Continuación de la tabla I.

| Pregunta / Área | Explicación |
|---|---|
| <p>Tabla, NRD-2, Normas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público:</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Nomenclatura y nombre del Inmueble: Asigne una nomenclatura para identificar cada uno de los inmuebles propiedad y/o en uso de su institución. Ejemplo: Edificio 1A, Edificio principal del Ministerio de Gobernación • Acciones a seguir para cumplimiento de NRD1: Haga un listado de las acciones que tomará su institución para transformar los incumplimientos en cumplimientos de la norma. • Fecha límite: Establezca una fecha límite para concluir las acciones del inciso anterior. Indicar día, mes y año. • Próxima revisión: Indique la fecha establecida para la próxima revisión. Indicar día, mes y año. • Acciones a seguir para cumplimiento de NRD2: Haga un listado de las acciones que tomará su institución para transformar los incumplimientos en cumplimientos de la norma. • Fecha límite: Establezca una fecha límite para concluir las acciones del inciso anterior. Indicar día, mes y año. • Próxima revisión: Indique la fecha establecida para la próxima revisión. Indicar día, mes y año. |

Continuación de la tabla I.

| Oficinas Temporales | |
|--|---|
| Pregunta / Área | Explicación |
| Tabla, Oficinas Temporales | <p>Identifique las oficinas temporales en donde pueda ubicarse la institución, en caso de emergencia. Considere agregar un mapa con las opciones de oficinas temporales, en la parte posterior de su Plan.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clasificación: Clasifíquelas de acuerdo a la aplicabilidad o conveniencia. • Dirección: Ingresar la dirección de su oficina temporal. • Equipo Disponible: Elaborar un listado del equipo disponible en el lugar. Recursos necesarios: Elaborar un listado de los recursos necesarios para utilizar la oficina temporal. |
| Entrenamiento de Personal Clave | |
| Pregunta / Área | Explicación |
| Tabla, Entrenamiento de personal clave | <p>Haga una tabla que liste el personal y su entrenamiento, con al menos la siguiente información. Puede agregar una copia de los Currículo Vitae a los anexos del Plan.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cargo • Nombre • Tiempo en el cargo: Indique el tiempo que la persona ha permanecido en el cargo. • Habilidades o Fortalezas: Incluya aquellas relevantes y cualquier otra útil para la institución. • Capacitaciones: Piense en las Habilidades o Fortalezas cruciales para su institución, luego enumere aquellas que no posee cada colaborador, pero que serían deseables o esenciales en caso de pérdida de personal capacitado. |

Continuación de la tabla I.

| Estrategias de Retención de Habilidades | |
|--|---|
| Pregunta / Área | Explicación |
| Tabla, Estrategias de Retención de habilidades | <p>Indique, ¿qué documentación sobre sus procedimientos, proporcionara para asegurar que las competencias del personal se mantengan? ¿Tiene una asignación de responsabilidades apropiada? ¿Cómo son documentadas las responsabilidades y comunicadas al staff? ¿Qué procedimiento interno va a implementar para comprobar regularmente, que las habilidades actuales de los miembros del personal siguen siendo adecuados para el funcionamiento de la institución?</p> |
| Seguridad de Datos | |
| Pregunta / Área | Explicación |
| Tabla, Seguridad de datos | <p>Indique, ¿cómo protege su información y su red informática? Por ejemplo, antivirus, firewalls, redes seguras, seguridad de passwords, procedimientos de respaldo de datos (backups)?</p> <p>Elabore un listado de procedimientos de respaldo de datos esenciales, según el funcionamiento de su institución. La idea es obtener una copia de seguridad completa, que incluya todos aquellos datos que no puedan ser recreados a partir de otras fuentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Datos de seguridad (datos a incluir en el backup): Enumerar todos los datos que sean esenciales para su institución, y que no se puede recrear a partir de otras fuentes. Si esta lista es extensa, considere una copia de seguridad completa del sistema. • Tipo de datos: ¿Qué tipo de datos o información necesita incluir en la copia de seguridad? Ejemplo: correo electrónico, páginas web, bases de datos, etc. |

Continuación de la tabla I.

| | |
|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia del proceso de respaldo de datos (backups): ¿Cada cuánto lo hará? Ejemplo: Por día, mes o año. • Servicio para el respaldo de datos: ¿Qué medio o servicio utilizará para guardar su información? Ejemplo: Disco duro externo, servicio online o remoto. • Persona responsable: ¿Quién hará el backup? O, ¿quién hará el enlace con el proveedor del servicio para asegurar un adecuado backup? Indique el nombre del contacto y forma de contactar al proveedor del servicio. • Pasos para el proceso de respaldo de datos (backup): Enumere los pasos para realizar el backup e incluya cualquier otro paso necesario para asegurar que la información se guarde en forma segura. |
| Recuperación del Medio Ambiente | |
| ¿Qué opciones de recuperación del medio ambiente ha realizado usted para ayudar a alcanzar la capacidad de adaptación al cambio climático?” | |
| Plan de Acción de Emergencia | |
| Pregunta / Área | Explicación |
| Tabla, Contactos de emergencia: | <p>Elabore un listado con los números de teléfono de emergencia y contactos adicionales que va a necesitar en caso de emergencias.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre de la Institución: Coloque el nombre de la institución. • Contacto: Coloque el nombre de sus contactos. • Puesto: Cargo o puesto de los contactos. • Número de teléfono: Coloque el número telefónico de los contactos. |

Continuación de la tabla I.

| Procedimientos de Emergencia | |
|--------------------------------------|--|
| Pregunta / Área | Explicación |
| Tabla, Procedimientos de emergencia: | <p>Brevemente indique su procedimiento de evacuación o de emergencia.</p> <p>Es muy útil agregar una copia detallada de los procedimientos de emergencia y un plano por piso con las ubicaciones de las salidas de emergencia, kit de emergencia y equipo de seguridad claramente identificado. El procedimiento de emergencias puede incluir un mapa de evacuación para todo tipo de emergencias.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento: Brevemente indique el nombre de los procedimientos a seguir en situaciones de emergencia. Separe los procedimientos por tipo de emergencia. • Descripción de procedimientos. • Suena la alarma y se contacta a las instituciones de servicio de emergencia. • Espere por la señal de evacuación. • Siga las instrucciones del experto. • Evacúe el área con calma, hacia la salida de emergencia más cercana. • Llegue al área segura más cercana. • Ruta de evacuación: Indique la cuáles son las rutas de evacuación. • Referencia del procedimiento completo: Indique dónde se ubican los documentos del procedimiento completo. También es posible que desee adjuntar una copia en la parte de atrás de su plan. • Documentos de apoyo: Enumere todos los documentos que contengan información clave para la evacuación o en general para la emergencia. Puede adjuntar una copia de cada documento, en anexos. |

Continuación de la tabla I.

| Programa de Simulacros de Evacuación | |
|--|---|
| Pregunta / Área | Explicación |
| Tabla, Programa de simulacros de evacuación: | <p>Utilice esta tabla para programar sus simulacros de evacuaciones de emergencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de procedimiento de evacuación: Si usted tiene múltiples procedimientos de evacuación para diferentes situaciones de emergencia, haga una lista de cada uno de ellos aquí. Ejemplo: fuego, inundación. • Frecuencia de evacuación: ¿Con qué frecuencia hace simulacros para cada tipo de emergencia? Ej. Mensual • Posición / persona responsable: ¿Quién es responsable de organizar cada simulacro? • Próxima fecha de simulacro: ¿Cuándo se harán los siguientes simulacros programados? Introduzca día /mes / año. |
| Kit de Emergencia | |
| <p>Localidad ¿Dónde se encuentran los kits de emergencia? ¿Están claramente etiquetados? ¿Son visibles los kits de emergencia?</p> <p>Contenido Elabore un listado con el contenido del kit de emergencia y fechas de vencimiento.</p> | |
| Pregunta / Área | Explicación |
| Tabla, Contenido | <p>Elaborar un listado con el contenido del kit de emergencia, las fechas de vencimiento, y la última fecha en la cual se revisó el contenido.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objeto: Ejemplos de lo que podría incluir son los siguientes: Documento PIR, contactos, documentos de seguro, documentos financieros, botiquín de primeros auxilios, radio portátil, bolsas de plástico, baterías de repuesto, cinta adhesiva, lápiz, lapicero y bloc de notas. |

Continuación de la tabla I.

| | |
|---|---|
| <p>Tabla, Contenido</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Fecha de Verificado / Chequeado: Introduzca la fecha en que los objetos fueron revisados. Usted tendrá que comprobar que cada elemento tiene el adecuado funcionamiento. • Responsable: Escriba el nombre de la persona responsable de guardar y dar mantenimiento al equipo de emergencia. |
| <p>Roles del Equipo de Emergencia y Responsabilidades</p> | |
| <p>Pregunta / Área</p> | <p>Explicación</p> |
| <p>Tabla, Roles del equipo de emergencia y responsabilidades:</p> | <p>Una vez que haya establecido su equipo de emergencia, haga una lista de las funciones y responsabilidades de cada miembro, en la tabla que se incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rol: Haga una lista de los diferentes roles de las personas en su grupo/equipo de emergencia. • Detalles de Responsabilidades: Para cada función, haga una lista de las principales responsabilidades. Por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> • Oficial de primeros auxilios: <ul style="list-style-type: none"> - Recibe los cursos regulares de primeros auxilios. - Administra el apoyo de primeros auxilios en una situación de emergencia. - Contacta ambulancias cuando es necesario. • Persona de vigilancia contra incendios. <ul style="list-style-type: none"> - Recibe cursos de entrenamiento relevantes. - Indica el procedimiento a todo el personal. - Supervisa el procedimiento de la evacuación de emergencia. - Actualiza de procedimientos. |

Continuación de la tabla I.

| | |
|---|---|
| <p>Tabla, Roles del equipo de emergencia y responsabilidades:</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Guardián contra incendios <ul style="list-style-type: none"> - Recibe cursos relevantes. - Asiste en el proceso de evacuación, incluyendo armar y dar mantenimiento a kits de emergencia, y recopilación de documentos. - Asiste en los simulacros. - Asume las responsabilidades de la persona de vigilancia contra incendios cuando sea necesario. • Persona responsable: ¿Quién va a desempeñar este papel en una emergencia? Es una buena idea, hacer una lista de los empleado(s) responsable(s) y de todo el personal capacitado. Si usted es una pequeña institución, todos estos roles pueden ser cumplidos por la misma persona. • Correo electrónico: Introduzca el correo electrónico de cada persona responsable. • Teléfono / móvil: Introduzca los números de teléfono de cada persona responsable. |
| <p>Recuperación</p> | |
| <p>Pregunta / Área</p> | <p>Explicación</p> |
| <p>Tabla, Evaluación de impacto:</p> | <p>En base a la evaluación de daño de la institución, complete la siguiente tabla o agregue su propia evaluación impacto atrás del plan.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número: Clasifique el daño por orden de gravedad. • Daños: Haga una lista de los daños a edificios, bienes, valores, documentos o el área circundante a la comunidad. • Impacto institucional: Describa los impactos directos o indirectos que los daños provocarían sobre las funciones críticas de su institución. |

Continuación de la tabla I.

| | |
|--|--|
| <p>Tabla, Evaluación de impacto:</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Gravedad: Valore la gravedad basado en el impacto a su institución. Por ejemplo: alto, medio o bajo. • Respuesta: Describa brevemente las acciones necesarias para la recuperación. Por ejemplo: reparar, reemplazar o reconstruir. • Recuperación/Acciones de recuperación: Haga una lista de los pasos detallados necesarios para la recuperación. • Recursos necesarios: Elabore una lista de los recursos necesarios para recuperarse, incluidas las estimaciones de costos, proveedores de servicios, empleados, materiales de construcción. • Estimado de fecha, ya completado / Fecha prevista de finalización: Introduzca la fecha probable de conclusión. |
| <p>Tabla, Contactos de recuperación:</p> | <p>Incluya todas las instituciones y personas que serán esenciales en la recuperación de los daños de la institución, tomando en cuenta los contactos de emergencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de contacto: Escriba el tipo de servicio proporcionado por el contacto. • Nombre de la institución: Escriba el nombre de cada organización esencial para su recuperación. • Contacto: Escriba el nombre de su contacto principal en la organización o el nombre de la persona con quién usted tendrá que ponerse en contacto con la fase de recuperación de su institución. • Teléfono / Móvil: Ingrese el número telefónico y/o números de móvil de su contacto para la recuperación. |

Continuación de la tabla I.

| Reclamo a la Aseguradora | |
|--|--|
| Pregunta / Área | Explicación |
| Tabla, Reclamos a la Aseguradora: | <p>Enumere las pólizas de seguro que deban reclamarse. Incluya cualquier acuerdo o convenio realizado con la aseguradora.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compañía Aseguradora: Ingrese el nombre de la compañía, nombre del contacto y las formas de contactarlo. • Fecha de contacto: Ingrese la fecha en la cual contactó a la Compañía Aseguradora, para realizar el reclamo. • Detalles de la conversación o del reclamo: Cualquier detalle relevante, incluyendo la fecha en la que el asesor o corredor le visitará, montos estimados, etc. • Acciones de seguimiento: Indique cualquier acción que deba completarse para continuar con el proceso de reclamo. |
| Integración al Plan Nacional de Respuesta Sistema de Enlaces Interinstitucionales | |
| Pregunta / Área | Explicación |
| Tabla, Enlaces con el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional: | <p>Liste los enlaces titular y suplente ante el COE Nacional.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del enlace • Calidad: Titular o suplente. • Certificación: Listado de cursos aprobados. • Nombramiento: Número y fecha del acuerdo o acta de nombramiento. • Detalles de contacto: Celular, indicativo de radio, correo electrónico, dirección de domicilio, etc. |

Continuación de la tabla I.

| | |
|---|--|
| <p>Tabla, Enlaces con el Centro de Operaciones de Emergencia Regionales:</p> | <p>Liste los enlaces titular y suplente ante el COE Regionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del enlace • Calidad: Titular o suplente. • Certificación: Listado de cursos aprobados. • Región: región ante la cual está nombrado. • Detalles de contacto: Celular, indicativo de radio, correo electrónico, dirección de domicilio, etc. |
| <p>Tabla, Enlaces con el Centro de Operaciones de Emergencia Departamentales:</p> | <p>Liste los enlaces titular y suplente ante el COE Departamentales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del enlace • Calidad: Titular o suplente. • Departamento: departamento ante la cual está nombrado. • Nombramiento: Número y fecha del acuerdo o acta de nombramiento. • Detalles de contacto: Celular, indicativo de radio, correo electrónico, dirección de domicilio, etc. |
| <p>Tabla, Enlaces con el Centro de Operaciones de Emergencia Municipales:</p> | <p>Liste los enlaces titular y suplente ante el COE Municipales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del enlace • Calidad: Titular o suplente. • Certificación: Listado de cursos aprobados. • Municipio: municipio ante la cual está nombrado. • Detalles de contacto: Celular, indicativo de radio, correo electrónico, dirección de domicilio, etc. |

Continuación de la tabla I.

| | |
|--|---|
| <p>Tabla, Unidad Institucional de Gestión de Riesgo:</p> | <p>La Unidad Institucional de Gestión de Riesgo es la encargada de elaborar el Plan Institucional de Respuesta, implementarlo, divulgarlo, evaluarlo, y actualizarlo. El personal que la integra será el responsable de llevar a cabo las acciones previstas en el PIR. Así como la implementación de las Normas para Reducción de Desastres vigentes. Liste el personal asignado a la Unidad de Gestión de Riesgo de la institución.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del enlace • Calidad: Titular o suplente. • Región: Región ante la cual está nombrado. • Nombramiento: Número y fecha del acuerdo o acta de nombramiento. • Detalles de contacto: Celular, indicativo de radio, correo electrónico, dirección de domicilio, etc. |
| <p>Tabla, Equipos de Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades –EDAN-:</p> | <p>Liste los integrantes de los equipos EDAN.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del enlace • Nivel: Nacional, Regional, Departamental, Municipal. • Región: Región, departamento o municipio ante el cual está nombrado. • Nombramiento: Número y fecha del acuerdo o acta de nombramiento. • Detalles de contacto: Celular, indicativo de radio, correo electrónico, dirección de domicilio, etc. |

Continuación de la tabla I.

| | |
|---|--|
| <p>Tabla, Integrantes de la Sala de Situación o COE Institucional:</p> | <p>Serán los encargados de recibir la información generada en el campo por los miembros de los equipos EDAN, consolidarla, generar los informes correspondientes y transmitirlos a sus autoridades superiores y al COE respectivo.</p> <p>Liste los integrantes de la Sala de Situación o COE Institucional.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del enlace • Nivel: Nacional, Regional, Departamental, Municipal. • Región: Región, departamento o municipio ante el cual está nombrado. • Nombramiento: Número y fecha del acuerdo o acta de nombramiento. • Detalles de contacto: Celular, indicativo de radio, correo electrónico, dirección de domicilio, etc. |
| <p>Tabla, Funcionamiento de la Sala de Situación o COE Institucional:</p> | <p>La Sala de Situación o COE Institucional tendrá como atribuciones recibir toda la información, procesarla y difundirla a los destinatarios previstos. La información incluirá los EDAN, y todas las acciones implementadas por la institución así como cualquier otra información relevante que pueda recibir.</p> <p>Liste las acciones que deberán ejecutar en la Sala de Situación o COE Institucional para cada nivel de alerta.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nivel de alerta: Verde, Amarilla, Anaranjada, Roja • Frecuencia: Mensual, Semanal, Diaria, dos veces al día, cada hora. |

Continuación de la tabla I.

| | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">• Acción: Información, clasificación de información, verificación de información, consolidación de información, elaboración de informes, transmisión de informes.• Destinatario: Sala de situación, autoridades superiores, COE correspondiente.• Responsable: Nombre, celular, indicativo de radio, correo electrónico, dirección de domicilio, etc. |
| Documentación de soporte | |
| Liste aquí todos los documentos adjuntos. Estos pueden incluir planos de las instalaciones, rutas de evacuación, procedimientos detallados de emergencia, protocolos, estudios de riesgo, inventarios de recursos, listados de personal, mapas de riesgo, etc. | |

Fuente: <http://conred.gob.gt/www/planes/Guia-PIR.pdf>. Consulta: junio de 2013

2.3. Procedimiento para la Aplicación de la Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público NRD2

El siguiente subtítulo (comprendido en las páginas 60 y 61) está basado en una cita textual contenida en Consejo Nacional de Reducción de Desastres, acta número 10-2013, punto resolutivo CN-10-05-2013, Protocolo de aplicación y certificación de las Normas de Reducción de Desastres.

Los procedimientos para el cumplimiento de la NRD2 en edificaciones existentes, que toda persona debe de seguir son los siguientes:

- Interesado requiere apoyo para la aplicación de la NRD2, a través de un oficio, dirigido al Secretario Ejecutivo de SE-CONRED.

- SE-CONRED atiende solicitud y brinda asesoría correspondiente al interesado.
- Interesado presenta a SE-CONRED la documentación del edificio o instalación a evaluar.
- SE-CONRED emite resolución administrativa del edificio o instalación evaluada, donde se fijan los plazos para los cambios necesarios.
- Luego de cumplir con todos los requerimientos de la NRD2, solicitante puede iniciar proceso de certificación del edificio o instalación.

Los procedimientos para el cumplimiento de la NRD2 en edificaciones nuevas, que toda persona debe de seguir son los siguientes:

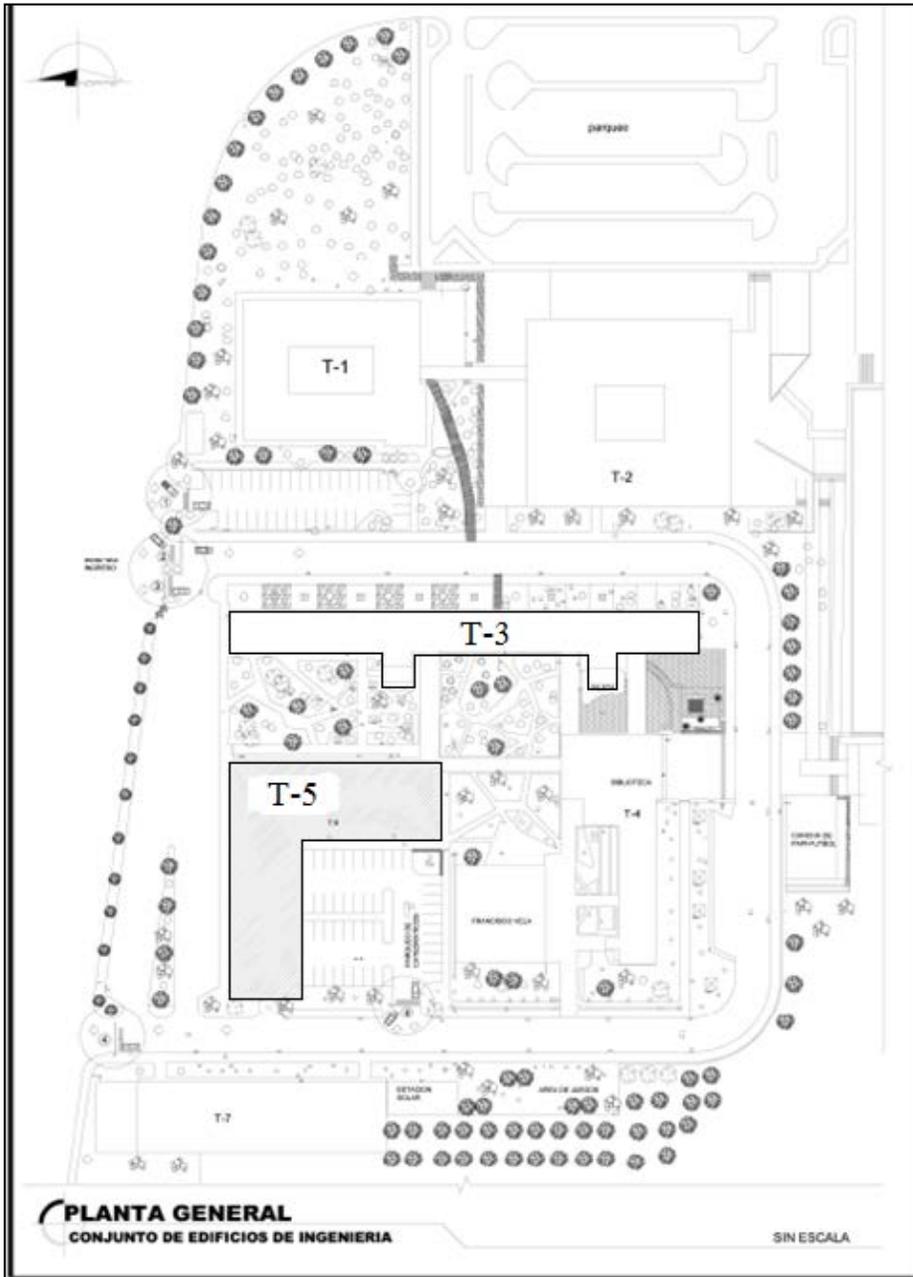
- Municipalidad presenta al solicitante el procedimiento para el cumplimiento de la NRD2 al solicitante de una licencia de construcción.
- Interesado presenta a SE-CONRED la documentación del edificio o instalación a evaluar.
- SE-CONRED emite resolución administrativa del edificio o instalación evaluada, donde se especifican los cambios necesarios.
- Luego de concluida la construcción de la edificación, SE-CONRED verifica que la construcción se elaboró con base en la resolución administrativa.

3. DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LOS EDIFICIOS T-3 Y T-5

3.1. Localización de los edificios T-3 y T-5

Los edificios T-3 y T-5 de la Facultad de Ingeniería se encuentran en el recinto de la Universidad de San Carlos de Guatemala, campus de la Ciudad Universitaria zona 12. El edificio T-3 colinda al norte con el edificio T- 1 y el edificio de la Facultad de Arquitectura, al este colinda con el edificio de Rectoría, Plaza de los Mártires y Biblioteca Central, al sur colinda con Oficinas Administrativas, Auditorium y edificio T-4.y al oeste colinda con el parqueo de la Facultad de Ingeniería y el parque Ecológico Las Ardillas. El edificio T-5 colinda al norte con el edificio T-3, al este con el Auditorio Francisco Vela y edificio T-4, al sur con el edificio T-7 y el Auditorio Aula Magna, al oeste colinda con el parqueo de la Facultad de Ingeniería y el parque Ecológico Las Ardillas.

Figura 1. **Planta general de la Facultad de Ingeniería**



Fuente: Sección de Planificación, Facultad de Ingeniería.

3.2. Tipo de construcción

Los edificios están contruidos de concreto armado con algunas paredes divisorias de mampostería y madera y techos de losa armada tradicional.

3.3. Estructura

El edificio T-3 de la Facultad de Ingeniería consta de 5 niveles, los cuales son: planta baja o nivel cero, primer nivel, segundo nivel, tercer nivel y cuarto nivel.

El edificio T-5 de la Faculta de Ingeniería consta de 3 niveles, los cuales son: primer nivel, segundo nivel y tercer nivel.

3.4. Distribución de niveles del edificio T-3

Nivel cero Edificio T-3: cafetería, ducto de ascensor, imprenta, cuarto de bombas, pasillo de acceso, librería, Escuela de Ciencias y Sistemas, salón de proyecciones, Unidad de Lingüística, Escuela de Ingeniería Civil, salones de clase 013, 014.

Primer nivel: Asociación de Estudiantes de Ingeniería (AEI), salón para uso de Internet, área de fotocopias, ducto de ascensor, Departamento de Programación, salón 105, servicio sanitario mujeres, servicio sanitario hombres, salones 109, 110, 111, 112, 113 y 114.

Segundo nivel: Departamento SAE/SAP, ducto de ascensor, Departamento de Estadística, salón 205, servicio sanitario mujeres, servicio sanitario hombres, salones 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215 y 216.

Cabe mencionar que los salones de clases cuentan con asientos fijos instalados.

Tercer nivel: laboratorio de cómputo, salón 304, ducto de ascensores, Departamento de Estudiantes de Mecánica Industrial (EMI), salón 305, servicio sanitario mujeres, servicio sanitario hombres, salones 309, 310, 311, 312, 313, 314 y 315.

Cuarto nivel: salón 401, ducto de ascensor, salón 403, servicio sanitario mujeres, servicio sanitario hombres, salón 407, salón 408 y salón 410.

3.5. Distribución de niveles del edificio T-5

Primer nivel: Gestión de la calidad, Concreto, agregados, aglomerantes y morteros, Química industrial, Metales y productos manufacturados, Tecnología de materiales, Estructuras, Hidráulica, Mecánica de Fluidos.

Segundo nivel: Centro de Información a la Construcción (CICON), Química y microbiología sanitaria, Metrología eléctrica.

Tercer nivel: salones 301, 302, 303 y Laboratorio de Química.

Cabe mencionar que los salones de clases cuentan con asientos fijos instalados.

3.6. Datos de ocupación de los edificios

La ocupación máxima actual del edificio T-3, tomando como referencia el espacio de tiempo más saturado es de 1 776 personas, tomando en cuenta

alumnos, catedráticos y personal administrativo, los datos se obtuvieron del Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala correspondientes al total de alumnos asignados en el primer semestre del 2013, la ocupación detallada por hora se describe en el apéndice número 1.

La ocupación máxima actual del edificio T-5 basándose como referencia el espacio de tiempo más saturado es de 742 personas enumerando alumnos y catedráticos, los datos se obtuvieron del Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, correspondientes al total de alumnos asignados en el primer semestre del año 2013, la ocupación detallada por hora se describe en el apéndice número 2.

4. DIAGNÓSTICO DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMA DE REDUCCIÓN DE DESASTRES NÚMERO 2. NRD2 CONRED

4.1. Estudio de Plan de respuesta a emergencias

La Facultad de Ingeniería como parte de la Universidad de San Carlos de Guatemala, debe de formar parte del Plan Institucional de Respuesta de la casa máxima de estudios superiores del país, para lo cual se debe de elaborar el Plan de Evacuación, donde se detallan los procedimientos a seguir durante una emergencia.

Actualmente la Facultad de Ingeniería no cuenta con un Plan de Evacuación debidamente aprobado por la SE-CONRED, donde se detallan los procedimientos a seguir durante una emergencia.

4.2. Estudio de carga de ocupación

Actualmente los salones de los edificios T-3 y T-5 se encuentran sobrepoblados, en los cuales los salones de clases en horarios específicos supera la capacidad de ocupación máxima que soportan, en los cuales se debe de contemplar una redistribución de estudiantes en los horarios sobrecargados para cumplir con la NRD2 y salvaguardar la vida de todos los estudiantes, personal administrativo y docente.

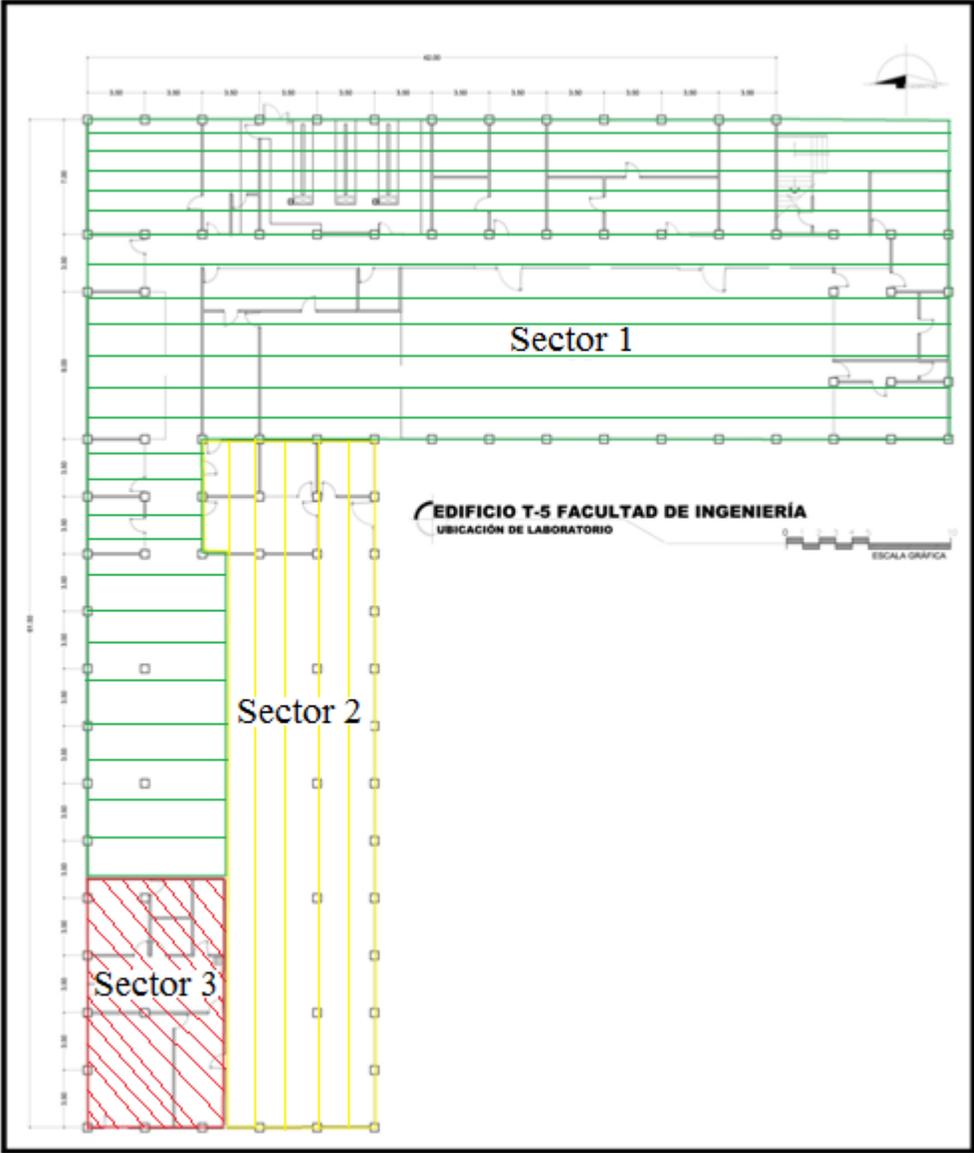
Actualmente los horarios con mayor carga de ocupación máxima en el edificio T-3 son de las 17:00 a 20:00, siendo el horario entre las 18:00 a 19:00 con salones sobrepoblados, como se muestra en el apéndice número 1, basada

en datos proporcionados por Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería, del primer semestre del 2013.

Actualmente los horarios con mayor carga de ocupación máxima en el edificio T-5 son de las 15:00 a 18:00, siendo el horario entre las 16:00 a 17:00 donde se encuentran con mayor carga de ocupación, como se muestra en el apéndice número 2, basada en datos proporcionados por Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería, del primer semestre del 2013.

En el edificio T-5 se puede catalogar que el primer nivel se encuentra dividido en tres sectores, ya que cuenta con salones de laboratorios específicos de las diferentes escuelas de la Facultad de Ingeniería y estos están separados por muros y no se interconectan con el resto del edificio pero se albergan dentro del mismo.

Figura 2. **Planta de distribución del edificio T-5**



Fuente: Sección de Planificación, Facultad de Ingeniería, modificado para el presente trabajo de graduación.

4.3. Estudio de salidas de emergencia

La NRD2 en el artículo 11 indica que la carga de ocupación máxima que soporta un ambiente o edificación no excederá la capacidad de evacuación de las salidas de emergencias.

4.3.1. Número de salidas de emergencia requeridas

De acuerdo a las premisas establecidas en el artículo 13, se realiza el siguiente cálculo para determinar el número de salidas de emergencia requeridas:

- Edificio T-3, el nivel 0 del edificio no cuenta con obstrucciones que impidan la evacuación de sus ocupantes. El nivel 1 que es el que evacua los ductos de gradas del edificio, cuenta con 4 salidas de emergencia pero debido que las salidas se encuentran situadas únicamente en 2 sitios del edificio se catalogan como 2 salidas de emergencia, reduciendo la carga de ocupación máxima a 500 personas en todo el edificio.
- Edificio T-5, debido que está separado por sectores, las salidas se encuentran distribuidas en distintas zonas. En el sector 1 se cuentan con 3 salidas de emergencia por lo que soporta una carga máxima de 1 000 personas, el sector 2 cuenta con 1 salida de emergencia por lo que su carga de ocupación máxima es de 50 personas, y el sector 3 cuenta con 2 salidas de emergencia por lo que la carga de ocupación máxima es de 500 personas.

4.3.2. Ancho de las salidas de emergencia

De acuerdo a las premisas establecidas en el artículo 14 de la NRD2, el ancho requerido en salidas de emergencias para la carga de ocupación que soportan los ambientes según el uso que se les dará, se realiza con la siguiente ecuación:

$$\text{Ancho de Salida} = \text{CO} * 0,76$$

Donde,
CO es la Carga de Ocupación

Según el ancho actual de las salidas de emergencia de los edificios se determina la carga de ocupación que puede soportar cada uno de los edificios, para lo cual se despeja:

$$\text{CO} = \frac{\text{Ancho de Salidas}}{0,76}$$

Donde,
CO es la Carga de Ocupación

Según la ecuación anterior, la carga de ocupación que soporta cada uno de los edificios es la siguiente:

- Edificio T-3 tiene un ancho total de salidas de emergencia de 12,00 m, las cuales soportan una carga de ocupación 1 579 personas pero debido que la cantidad de salidas no soporta más de 500 personas, la carga de ocupación máxima del edificio será la menor.
- Edificio T-5 tiene un ancho total de salidas de emergencia en el sector 1 de 6,15 m, las cuales soportan una carga de 810 personas; para el sector 2 se cuenta con un ancho total de salidas de emergencia de 3,00 m, la cual soporta una carga de 395 personas, pero debido que la cantidad no soporta más de 50 personas, la carga de ocupación máxima de dicho sector será la

menor; para el sector 3 se cuenta con un ancho total de salidas de emergencia de 2,50 m, las cuales soportan una carga de 328 personas.

4.3.3. Distancia a las salidas de emergencia

El artículo 16 de la NRD2 establece que la distancia máxima a recorrer entre cualquier punto del edificio hasta la salida de emergencia en un edificio que no esté equipado con rociadores contra incendios, será de cuarenta y cinco (45) metros, la distancia máxima a recorrer desde el punto más lejano del edificio hacia la salida más próxima es de:

- Edificio T-3, distancia máxima 34,50 m
- Edificio T-5, distancia máxima de cada sector es:
 - Sector 1, distancia máxima 80,00 m
 - Sector 2, distancia máxima 33,00 m
 - Sector 3, distancia máxima 16,00 m

4.3.4. Salidas a través de otros salones

Con relación a lo establecido en el artículo 17 de la NRD2, las salidas a través de otros salones, se pueden considerar siempre y cuando exista una forma de salir que sea evidente, directa y sin obstrucciones.

En el sector 1 del edificio T-5, en el Laboratorio de Físicoquímica, puede ser utilizado como ruta de evacuación y debe permanecer libre de obstrucciones en todo momento, pero debido que se cuenta con material de laboratorio este permanece ocupado por lo que no se considera como una salida a través de otro salón, reduciendo la carga de ocupación máxima del sector 1 a 500 personas.

4.3.5. Puertas

Las puertas en salidas de emergencia deberán ser del tipo de pivote o con bisagras, las cuales deberán abrirse en la dirección del flujo de salida durante la emergencia.

Las condiciones actuales de las puertas son las siguientes:

- Edificio T-3: las puertas de los salones de clases cuentan con abatimiento en dirección del flujo de salida, para el caso de las puertas corredizas de ingreso al edificio, no cumplen con lo establecido en el artículo 18 de la NRD2.
- Edificio T-5: las puertas de los salones de laboratorios cuyo abatimiento sea en contra de la dirección del flujo de salida, no cumplen con lo establecido en el artículo 18 de la NRD2, de igual manera las puertas corredizas del edificio no son las requeridas por dicha norma.

Las puertas deberán ser abiertas desde el interior sin necesitar ningún tipo de llave, conocimiento o esfuerzo especial, contando con herraje de emergencia o dejando la liberación de una sola acción.

4.3.6. Nivel de piso en puertas

Sin importar la carga de ocupación deberá haber piso o descanso a ambos lados de las puertas utilizadas en las salidas de emergencia. Los descansos tendrán un ancho no menor al ancho de las escaleras o el ancho de la puerta, el que sea mayor. Los descansos tendrán una longitud no menor de ciento diez (110) centímetros.

En el primer nivel del edificio T-3, en las salidas de emergencia, no se cuenta con el descanso adecuado en la parte exterior, por lo que se debe de mantener las puertas abiertas en todo momento que se encuentre en uso el edificio.

Para las puertas de salida de emergencia del edificio T-5 no cuentan con descansos en ambos lados, por lo que no se puede utilizar como salida de emergencia.

4.4. Estudio de gradas

Se determinarán las condiciones técnicas mínimas con las cuales deben de contar los ductos de gradas para la evacuación de los estudiantes.

4.4.1. Ancho de gradas

Cualquier grupo de dos o más escalones deberá cumplir con el ancho mínimo de las gradas utilizadas en rutas de evacuación indicado en el artículo 14 de la NRD2, los ductos de gradas se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{Ancho de Gradas} = \text{CO} * 0,76$$

Donde,
CO es la Carga de Ocupación

En caso de que el inmueble ya sea existente, el caso de los edificios T-3 y T-5 de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala se despeja la ecuación para determinar la carga de ocupación máxima que puede evacuar por los ductos de gradas existentes, dando como resultado la siguiente ecuación:

$$CO = \frac{\text{Ancho de Gradadas}}{0,76}$$

Donde,

CO es la Carga de Ocupación

- Edificio T-3: el ancho actual de los ductos de gradadas del edificio es de 6,00 m para evacuar de los niveles superiores hacia el nivel 1, dando una capacidad de evacuación de:
 - Nivel 4: 113 personas
 - Nivel 3: 113 personas
 - Nivel 2: 226 personas
 - Nivel 1: 450 personas

Estas cantidades son resultado del cálculo de porcentajes de carga de ocupación que afectan el nivel 1, al cual llegan los niveles superiores, y se considera solamente cierto porcentaje debido a que durante la evacuación todos los ocupantes se mantienen en constante movimiento.

- Edificio T-5: el edificio cuenta con diferentes dimensiones de ductos de gradadas en el interior, para evacuar de los niveles superiores hacia el nivel inferior, dando una capacidad de evacuación de:
 - Nivel 3: 0 personas
 - Nivel 2: 50 personas

Las cargas de ocupación actual de los niveles superiores es mayor a la descrita anteriormente, pero por el número de ductos de gradadas existentes que cumplen con la normativa, no se puede superar la cantidad de ocupantes según lo indica el artículo 13 de la NRD2.

Los ductos de gradas deberán de mantener la uniformidad en toda la ruta de evacuación hasta que los ocupantes se encuentren fuera del inmueble, manteniendo las dimensiones de las huellas y contrahuellas como lo indica el artículo 23 de NRD2.

4.4.2. Descanso en gradas

Los ductos de gradas deben de contar con descansos en la parte inferior y superior, si se supera 370 centímetros verticales entre descansos colocar un descanso intermedio, los cuales deben de contar con una longitud mínima de 110 centímetros, para lo cual los edificios cuentan con lo siguiente:

- Edificio T-3: cuenta con los descansos adecuados en los ductos de gradas que evacuan a todos sus ocupantes desde el Nivel 4 hasta el Nivel 0, sin embargo cuenta con 2 ductos de gradas adicionales los cuales tienen puertas en la parte superior restringiendo su longitud de descanso.
- Edificio T-5: el ducto de gradas es una ruta de evacuación, porque tiene descanso intermedio e inferior con longitud adecuada, sin embargo el descanso superior tiene una puerta corrediza la cual disminuye la longitud.

4.4.3. Pasamanos en gradas

Los ductos de gradas del edificio T-3, actualmente no cuentan con pasamanos, por lo que los ductos no son apropiados para ser utilizados con rutas de evacuación, esto quiere decir que la carga de ocupación de los niveles superiores queda anulada por ser un lugar no capacitado para salvaguardar las vidas de los ocupantes.

Los ductos de gradas del edificio T-5, que actualmente se encuentran en el interior del edificio, evacuan del nivel 3 al nivel 2 no cuentan con pasamanos por lo que no puede ser utilizado como ruta de evacuación. El que evacua del nivel 2 al nivel 1 solo cuenta con pasamanos en uno de los lados, por lo que tampoco puede utilizarse como ruta de evacuación, con el ducto de gradas externo, este si cuenta con pasamanos en ambos costados pero la altura no es la apropiada por ser un ducto sin muros en ambos lados, la altura mínima de los pasamanos será de ciento seis centímetros (106 cm), porque el ducto de gradas no se puede utilizar como ruta de evacuación.

Todo grupo de 2 o más escalones deberá de contar con pasamanos en ambos lados, si el ducto de gradas sobrepasa el ancho de 2,25 m deberá de contar con un pasamanos intermedio, los pasamanos estarán a una altura mínima de 85 centímetros y contar con una extensión en los extremos no menores de 30 centímetros.

Las dimensiones de los pasamanos no serán menor a 3,8 centímetros ni mayor de 5 centímetros como lo indica el artículo 23 de la NRD2.

Los escalones de los ductos de gradas de ambos edificios, no cuentan con una superficie antideslizante.

4.5. Estudio de rampas

Los edificios T-3 y T-5 no cuentan con rampas de emergencias en el interior para la evacuación de personas con discapacidades, por lo que el inmueble no es adecuado para ser utilizado por este tipo de personas debido que no podrán evacuar de la manera correcta ante una emergencia.

4.6. Estudio de asientos fijos

Para los ambientes que cuentan con asientos fijos instalados, como es el caso de los salones de clases del nivel 2 del edificio T-3, el espaciamiento mínimo que existe entre filas de asientos es de:

- Treinta (30) centímetros para filas con 14 o menos asientos
- Treinta (30) centímetros más 0,76 centímetros por cada asiento adicional después del catorce (14), hasta un máximo de cincuenta y seis (56) centímetros.

Edificio T-3: los asientos fijos de los salones de clases del nivel 2 cuentan con los siguientes espaciamientos:

- Cincuenta y cinco (55) centímetros entre filas
- Filas con ocho (8) asientos
- Pasillos laterales de noventa (90) centímetros

Para el salón de videoconferencias del nivel 0, cuenta con los siguientes espaciamientos.

- Cuarenta y cinco (45) centímetros entre filas
- Filas con cinco (5) asientos
- Pasillo central de un metro con cuatro (1,04) metros

Edificio T-5: los asientos fijos de los salones de clases del nivel 3, cuentan con los siguientes espaciamientos:

- Cincuenta y cinco (55) centímetros entre filas.
- Filas con cinco (5) asientos.
- Pasillos laterales de noventa y tres (93) centímetros.

4.7. Estudio de iluminación

Toda la salida de emergencia de cada edificio incluyendo corredores, ductos de gradas, puertas debe de estar iluminada siempre que el edificio esté ocupado. La intensidad mínima de la iluminación, medida al nivel del piso, será de 10,76 lux.

Actualmente las rutas de evacuación no se encuentran iluminadas en la totalidad, el caso de los ductos de gradas del edificio T-3 no cuenta con luces de emergencia en caso faltare la fuente principal de energía, de igual forma en el edificio T-5 no se cuenta con iluminación adecuada en el sector 1 en el área de laboratorios de hidráulica.

4.8. Estudio de señalización

Todas las salidas de emergencia deben tener la señalización adecuada para orientar a todos los ocupantes fuera del inmueble, actualmente no se cuenta con la señalización adecuada en los edificios T-3 y T-5, debido que no están elaboradas con los materiales descritos en el artículo 28 de la NRD2, y su fijación no cuenta con el anclaje adecuado y no cumplen con los requisitos de instalación descritos en la Guía de Señalización de Ambientes y Equipos de Seguridad.

Actualmente el edificio T-3 cuenta con señalización, pero debido a que el material no es el apropiado, dicha señalización debe de ser remplazada.

Los ambientes que superen la carga de ocupación máxima de 50 ocupantes deben de ser rotulados, lo cual no se implementa en los salones de clases amplios como son el caso de videoconferencias del edificio T-3 y el Laboratorio de CII del sector 1 del edificio T-5.

Los puntos de reunión que se ubican en los estacionamientos de la Facultad de Ingeniería se encuentran debidamente distribuidos y visibles para la reunión de los ocupantes ante una evacuación, pero estos en ocasiones son obstruidos por vehículos, por lo que se debe de realizar una redistribución de los espacios de parqueo.

5. PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA DE REDUCCIÓN DE DESASTRES NÚMERO 2, NRD2 CONRED

5.1. Implementación del Plan de respuestas a emergencias

La Universidad de San Carlos de Guatemala debe de contar con un Plan Institucional de Respuesta, en el cual debe de contemplar todo lo indicado por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), y en el mismo se debe de incluir un Plan de Evacuación de la Facultad de Ingeniería, para la evacuación adecuada de todo el personal administrativo y población estudiantil.

El Plan de Evacuación debe detallar los procedimientos que todos los ocupantes deben de realizar durante una eventualidad de origen natural o provocado y poder brindarles un alto porcentaje de sobrevivencia a los ocupantes.

5.2. Cumplimiento de carga de ocupación

En la determinación de la Carga de Ocupación se debe presumir que todas las partes de un edificio estarán ocupadas al mismo tiempo, entonces suponiendo que todos los salones y laboratorios de los edificios T-3 y T-5 estarán impartiendo clases al mismo tiempo.

La carga de ocupación que pueden albergar los edificios T-3 y T-5, según las medidas de los ambientes y el uso que se le va a dar a los mismos será de:

- Carga de Ocupación del edificio T-3: 2 848 personas
- Carga de Ocupación del edificio T-5: 777 personas

Esta es la Carga de Ocupación Máxima que permite las áreas de los edificios según el uso de cada ambiente, la cual se calculó con base en la tabla Factor de Carga de Ocupación del anexo 1, para áreas que no cuentan con asientos fijos, la carga de ocupación se determinó con la siguiente ecuación:

$$CO = \frac{\text{Area (m}^2\text{)}}{\text{Factor de CO}}$$

Donde,

CO es la Carga de Ocupación

Tabla II. Cálculo de carga de ocupación, edificio T-3

| Nivel 0 | Sector | Uso | Área (m ²) ^a | Factor ^b | C. O. Max ^c |
|----------------------|--|-----------------|-------------------------------------|---------------------|------------------------|
| | Salón 103 | aula | 46.13 | 1.85 | 25 |
| | Salón 104 | aula | 74.27 | 1.85 | 41 |
| | Cubículo de catedráticos | oficina | 11.49 | 9.3 | 2 |
| | Sala Exámenes Privados | oficina | 11.49 | 9.3 | 2 |
| | Área de materiales | oficina | 15.58 | 9.3 | 2 |
| | Depto. Estructuras | oficina | 8.08 | 9.3 | 1 |
| | Dirección | oficina | 11.49 | 9.3 | 2 |
| | Depto. Transportes | oficina | 8.5 | 9.3 | 1 |
| | Depto. Hidráulica | oficina | 10.83 | 9.3 | 2 |
| | Topografía | oficina | 11.49 | 9.3 | 2 |
| | Área Común | salón | 32.94 | 1.39 | 24 |
| | Secretaría | oficina | 10.17 | 9.3 | 2 |
| | S.S. | | 5.52 | 9.3 | 1 |
| | Ceic | sala de reunión | 23.36 | 1.39 | 17 |
| | Lobby | salas de espera | 12.15 | 0.3 | 41 |
| | salón de Videoconferencias | aula | 117.73 | Asientos Fijos | 178 |
| | Conserje | bodega | 23.36 | 4.5 | 6 |
| | Lingüística | oficina | 23.36 | 9.3 | 3 |
| | Bodega | | 23.36 | 45 | 1 |
| | Almacén de Video | taller | 23.36 | 4.5 | 6 |
| | Escuela técnica | oficina | 24.7 | 9.3 | 3 |
| | Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas | oficina | 45.38 | 9.3 | 5 |
| | S.S. | Baños | 22.05 | 9.3 | 3 |
| | Área de Reproducción | taller | 60.1 | 4.5 | 14 |
| | Recepción | salas de espera | 10.75 | 0.3 | 36 |
| | Bodega (AR) | bodega | 17.86 | 4.5 | 4 |
| | Oficina (AR) | oficina | 4.97 | 9.3 | 1 |
| Internet ingeniería | sala de lectura | 22.3 | 4.5 | 5 | |
| Cafetería Ingeniería | comedor | 95.35 | 1.39 | 69 | |
| Cocineta | cocina | 23.94 | 18.5 | 2 | |
| Seguridad | bodega | 22.7 | 4.5 | 6 | |
| Seguridad | bodega | 22.7 | 4.5 | 6 | |
| Pasillos | centro comercial | 289.33 | 2.8 | 104 | |

Continuación de la tabla II.

| | Sector | Uso | Área (m ²) ^a | Factor ^b | C. O. Max ^c | |
|---------|------------------------|------------------------|-------------------------------------|---------------------|------------------------|----|
| Nivel 1 | Salón 105 | aula | 71.6 | 1.85 | 39 | |
| | Salón 107 | S.S | 20.46 | 9.3 | 3 | |
| | Salón 108 | S.S | 71.6 | 9.3 | 8 | |
| | Salón 109 | aula | 95.7 | 1.85 | 52 | |
| | Salón 110 | aula | 95.6 | 1.85 | 52 | |
| | Salón 111 | aula | 71.6 | 1.85 | 39 | |
| | Salón 112 | aula | 71.6 | 1.85 | 39 | |
| | Salón 113 | aula | 47.4 | 1.85 | 26 | |
| | Salón 114 | aula | 72.93 | 1.85 | 40 | |
| | Clínica | oficina | 23.36 | 9.3 | 3 | |
| | Área de Auxiliares | oficina | 23.28 | 9.3 | 3 | |
| | Fotocopias | taller | 22.7 | 4.5 | 6 | |
| | Laboratorio de Computo | taller | 46.13 | 4.5 | 11 | |
| | Vestíbulo AEI | sala de espera | 23.36 | 0.3 | 78 | |
| | Recepción AEI | | 23.36 | 4.5 | 6 | |
| | Área de Sesiones | Salones para reuniones | 11.68 | 1.39 | 9 | |
| | Bodega | taller | 11.68 | 4.5 | 3 | |
| | Periódico | todo lo demás | 11.5 | 9.3 | 2 | |
| | Subhonorable | oficina | 35.22 | 9.3 | 4 | |
| | Pasillos | centro comercial | 292.5 | 2.8 | 105 | |
| Nivel 2 | Salón de computo | Taller | 71.62 | 4.5 | 16 | |
| | Internet Sae Sap | Taller | 70.27 | 4.5 | 16 | |
| | Internet Sae Sap | Taller | 61.92 | 4.5 | 14 | |
| | Oficina Sae Sap | Taller | 47.43 | 9.3 | 6 | |
| | (corea internet) | Taller | 71.62 | 4.5 | 16 | |
| | Salón 207 | S.S. | 20.46 | 9.3 | 3 | |
| | Salón 208 | S.S. | 71.62 | 9.3 | 8 | |
| | Salón 209 | Aula | 71.62 | Asientos Fijos | 72 | |
| | Salón 210 | Aula | 71.62 | | 72 | |
| | Salón 211 | Aula | 47.47 | | 48 | |
| | Salón 212 | Aula | 47.47 | | 48 | |
| | Salón 213 | Aula | 47.47 | | 48 | |
| | Salón 214 | Aula | 47.47 | | 48 | |
| | Salón 215 | Aula | 47.47 | | 48 | |
| | Salón 216 | Aula | 72.93 | | 72 | |
| | Asuntos Estudiantiles | Oficina | 23.36 | | 9.3 | 3 |
| | pasillos | Centros Comerciales | 271.5 | | 2.8 | 97 |

Continuación de la tabla II.

| | Sector | Uso | Área (m ²) ^a | Factor ^b | C. O. Max ^c |
|---------|---|---------------------|-------------------------------------|---------------------|------------------------|
| nivel 3 | Área de auxiliares | Oficina | 35.22 | 9.3 | 4 |
| | Laboratorio de computo | Taller | 71.62 | 4.5 | 16 |
| | Laboratorio de computo | Taller | 70.24 | 4.5 | 16 |
| | Recepción | Áreas de espera | 22.5 | 0.3 | 75 |
| | Área de Servidores | Bodega | 6.75 | 45 | 1 |
| | Salón 303 | Aula | 24.7 | 1.85 | 14 |
| | Salón 304 | Aula | 23.35 | 1.85 | 13 |
| | Salón 305 | Aula | 71.62 | 1.85 | 39 |
| | Salón 306 | S.S. | 20.46 | 9.3 | 3 |
| | Salón 307 | S.S. | 71.62 | 9.3 | 8 |
| | Salón 308 | Aula | 71.62 | 1.85 | 39 |
| | Salón 309 | Aula | 119.82 | 1.85 | 65 |
| | Salón 310 | Aula | 47.45 | 1.85 | 26 |
| | Salón 311 | Aula | 47.45 | 1.85 | 26 |
| | Salón 312 | Aula | 47.45 | 1.85 | 26 |
| | Salón 313 | Aula | 47.45 | 1.85 | 26 |
| | Salón 314 | Aula | 72.93 | 1.85 | 40 |
| | cede | Oficina | 23.36 | 9.3 | 3 |
| | Pasillos | Centros Comerciales | 308.67 | 2.8 | 111 |
| nivel 4 | Salón 400 | Oficina | 26.98 | 9.3 | 3 |
| | Salón 401 | Salón | 142.55 | 1.85 | 78 |
| | Salón 402 | Salón | 19.85 | 1.85 | 11 |
| | Salón 403 | Salón | 95.7 | 1.85 | 52 |
| | Salón 404 | S.S. | 20.45 | 9.3 | 3 |
| | Salón 405 | S.S. | 71.61 | 9.3 | 8 |
| | Salón 406 | Salón | 47.45 | 1.85 | 26 |
| | Salón 407 | Salón | 47.45 | 1.85 | 26 |
| | Salón 408 | Taller | 47.45 | 4.5 | 11 |
| | Salón 409 | Taller | 71.61 | 4.5 | 16 |
| | Salón 410 | Salón | 71.61 | 1.85 | 39 |
| | Salón 411 | Salón | 47.45 | 1.85 | 26 |
| | Salón 412 | Salón | 47.45 | 1.85 | 26 |
| | Salón 413 | Salón | 72.93 | 1.85 | 40 |
| | SAE/SAP | Oficina | 23.36 | 9.3 | 3 |
| | Centro Tecnológico Gobierno de India | Oficina | 32 | 1.85 | 18 |
| | Pasillos | Centros Comerciales | 349.6 | 2.8 | 125 |

^a Área en metros cuadrados de cada ambiente.

^b Factor de Carga de Ocupación de cada ambiente según el uso.

^c Carga de Ocupación Máxima que soporta cada ambiente según el uso.

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. Cálculo de carga de ocupación, edificio T-5

| Nivel 1 | Sector | Uso | Área (m ²) ^a | Factor ^b | C. O. Max ^c |
|---------------------------------------|---|----------------|-------------------------------------|---------------------|------------------------|
| | Salón Auxiliares de Química | aula | 17.29 | 1.85 | 10 |
| | Admón. Sección de Agregados y Concretos | oficina | 11.49 | 9.3 | 2 |
| | Bodega | almacén | 6.88 | 27.88 | 1 |
| | Bodega CII | almacén | 32.32 | 27.88 | 2 |
| | Área Técnica Sección de agregados y concretos | talleres | 25.69 | 4.5 | 6 |
| | Bodega | bodega | 13.31 | 45 | 1 |
| | S.S. Caballeros | todo los demás | 23.35 | 9.3 | 3 |
| | Laboratorio Aglomerantes y Morteros | aula | 23.35 | 1.85 | 13 |
| | Gestión de calidad | aula | 11.49 | 1.85 | 7 |
| | Jefatura de Química Industrial | aula | 11.49 | 1.85 | 7 |
| | Sala de Ensayos | talleres | 257.33 | 4.5 | 58 |
| | Admón. de Metales | aula | 23.42 | 1.85 | 13 |
| | Jefatura Sección Química Industrial | aula | 11.47 | 1.85 | 7 |
| | Jefatura Sección de Metales | aula | 11.49 | 1.85 | 7 |
| | Sección de Química Industrial | aula | 23.42 | 1.85 | 13 |
| | Laboratorio de Química | aula | 71.7 | 1.85 | 39 |
| | Bodega de cristalería | bodega | 3.8 | 45 | 1 |
| | Auxiliares de Laboratorio de Físicoquímica | aula | 23.42 | 1.85 | 13 |
| | Laboratorio de Físicoquímica | aula | 47.47 | 1.85 | 26 |
| Oficina Coordinación de Físicoquímica | oficina | 14.71 | 9.3 | 2 | |
| Laboratorio de Hidráulica | talleres | 54.67 | 4.5 | 13 | |
| Salón de Clases | aula | 78.65 | 1.85 | 43 | |
| Jefatura de Hidráulica | oficina | 11.49 | 9.3 | 2 | |
| Jefatura Mantenimiento | oficina | 11.49 | 9.3 | 2 | |
| Salón Exámenes Privados | oficina | 11.49 | 9.3 | 2 | |
| Dirección Escuela Ingeniería Química | oficina | 11.49 | 9.3 | 2 | |
| Secretaría Ingeniería Química | oficina | 11.49 | 9.3 | 2 | |

Continuación de la tabla III.

| | Sector | Uso | Área (m ²) ^a | Factor ^b | C. O. Max ^c |
|------------------------|--|----------------|-------------------------------------|---------------------|------------------------|
| Nivel 1 | ÁREA de Calidad de la Escuela de Ingeniería | aula | 23.54 | 1.85 | 13 |
| | Jefatura Mecánica de Fluidos | oficina | 11.49 | 9.3 | 2 |
| | Salón de Reuniones | aula | 39.01 | 1.85 | 22 |
| | Salón de Profesores | aula | 16.71 | 1.85 | 10 |
| | Bodega de cristalería | talleres | 12 | 4.5 | 3 |
| | Laboratorio Mecánica de Fluidos | talleres | 165.59 | 4.5 | 37 |
| | Laboratorio Operaciones Unitarias | talleres | 247.12 | 4.5 | 55 |
| | Laboratorio De Investigación de Extracciones Vegetales | talleres | 16.81 | 4.5 | 4 |
| | Cristalería de Reactivos | aula | 5.67 | 1.85 | 4 |
| | Laboratorio De Investigación de Extracciones Vegetales | aula | 27.96 | 1.85 | 16 |
| | Dirección sección de vegetales | oficina | 5.4 | 9.3 | 1 |
| | Coordinación Laboratorio Extracciones Vegetales | aula | 8.38 | 1.85 | 5 |
| | Planta Piloto | talleres | 27.96 | 4.5 | 7 |
| | Planta Piloto | talleres | 20.16 | 4.5 | 5 |
| | bodega | bodega | 12.45 | 45 | 1 |
| Nivel 2 | Oficina CII | oficina | 10.56 | 9.3 | 2 |
| | Oficina CII | oficina | 10.26 | 9.3 | 2 |
| | Secretaría | oficina | 23.2 | 9.3 | 3 |
| | Delegación de Auditoría del CII | oficina | 36.24 | 9.3 | 4 |
| | Salón de Reuniones | salones | 30.05 | 1.39 | 22 |
| | Sección de Tecnología en Sistemas | oficina | 4.43 | 9.3 | 1 |
| | S.S. | todo los demás | 17.01 | 9.3 | 2 |
| | Bodega Cicon | talleres | 5.71 | 4.5 | 2 |
| | Biblioteca Cicon | bibliotecas | 47.13 | 4.5 | 11 |
| | Área de Bibliotecaria | bibliotecas | 35.82 | 4.5 | 8 |
| | Área de Lectura Cicon | bibliotecas | 35.42 | 4.5 | 8 |
| | Jefatura de Microbiología Sanitaria | oficina | 21.5 | 9.3 | 3 |
| | Área de bacteriología | talleres | 47.47 | 4.5 | 11 |
| | Área recepción de muestras | talleres | 16.7 | 4.5 | 4 |
| Extracción de muestras | talleres | 7.4 | 4.5 | 2 | |

Continuación de la tabla III.

| | Sector | Uso | Área (m ²) ^a | Factor ^b | C. O. Max ^c |
|---------|---------------------------------|----------------|-------------------------------------|---------------------|------------------------|
| Nivel 2 | Área de Físicoquímica Sanitaria | talleres | 48.25 | 4.5 | 11 |
| | Comedor de personal | todo los demás | 9.28 | 9.3 | 1 |
| | Sección de Cromatología | talleres | 14.96 | 4.5 | 4 |
| | Autoclave | talleres | 5.68 | 4.5 | 2 |
| | Laboratorio Eris | aula | 41.65 | 1.85 | 23 |
| | Área Experimental | talleres | 23.36 | 4.5 | 6 |
| | Laboratorio Experimental | aula | 38.8 | 1.85 | 21 |
| | Dirección | oficina | 11.86 | 9.3 | 2 |
| S.S. | todo los demás | 12.5 | 9.3 | 2 | |
| Nivel 3 | S.S. | Todo lo demás | 31.43 | 9.3 | 4 |
| | S.S. | Todo lo demás | 31.43 | 9.3 | 4 |
| | Salón 302 | aula | 45.76 | Asientos Fijos | 40 |
| | Salón 303 | aula | 45.76 | | 40 |
| | Salón 304 | aula | 45.76 | | 40 |
| | Laboratorio Microbiología | aula | 31.43 | 1.85 | 17 |
| | Laboratorio Química | aula | 64.8 | 1.85 | 36 |

^a Área en metros cuadrados de cada ambiente.

^b Factor de Carga de Ocupación de cada ambiente según el uso.

^c Carga de Ocupación Máxima que soporta cada ambiente según el uso.

Fuente: elaboración propia.

5.3. Cumplimiento de salidas de emergencia

La NRD2 en el artículo 11 indica que la carga de ocupación máxima no excederá la capacidad de las salidas de emergencias, para el cumplimiento en la cantidad de ellas se debe de reducir la carga de ocupación, o ampliarlas para evacuar a una mayor carga de ocupación.

Ya que los ambientes de los edificios soportan más carga de ocupación que la que soportan las salidas de emergencia y no se desea reducir la carga de ocupación de dichos edificios se debe proceder a la elaboración de nuevas salidas de emergencia para poder aumentar la carga de ocupación.

5.3.1. Número de salidas de emergencia requeridas

De acuerdo a las premisas establecidas en el artículo 13 se realiza el siguiente cálculo para determinar el número de salidas de emergencia requeridas:

- Edificio T-3, carga de ocupación máxima que puede evacuar según la cantidad de salidas de emergencia es de; 500 personas, debido a que solo cuenta con 2 salidas en todos los niveles de dicho edificio.

Para aumentar la carga de ocupación máxima que puede evacuar el edificio T-3, según el uso de los diferentes ambientes, se deben elaborar un nuevos ductos de gradas, un mínimo de 2 para poder evacuar de forma segura a un número mayor de 1 000 personas, que actualmente ocupan el edificio, los ductos nuevos deben de cumplir con las premisas de gradas según el artículo 23 de la NRD2.

Se propusieron las dos nuevas ubicaciones para las salidas de emergencias, las cuales se detallan en el apéndice No. 1

- Edificio T-5, carga de ocupación máxima que puede evacuar según la cantidad de salidas de emergencia es diferente para los sectores del mismo, para el tercer nivel; 0 personas debido que las salidas del mismo no cumplen con el ancho adecuado, para el segundo nivel; 50 personas debido

que solo cuenta con una salida de emergencia que cumple con los requerimientos de la NRD2, el primer nivel por estar separado por sectores, se puede contemplar una carga de ocupación máxima de 500 personas en el sector 1, debido que cuenta con 2 salidas de emergencia adecuadas, para el sector 2 una carga de ocupación máxima de 50 personas debido que cuenta solo con una salida, y para el sector 3 una carga de ocupación máxima de 0 personas debido que no cuenta con salidas adecuadas.

Para aumentar la carga de ocupación máxima que puede evacuar de forma segura el edificio T-5, para el tercer nivel se debe de ampliar la salida existente y el mejoramiento del ducto de gradas exterior para cumplir con lo establecido en el artículo 23 de la NRD2, el mismo ducto afecta el segundo nivel y al realizar los cambios se podrá aumentar la carga de ocupación del mismo, para el sector 2 del primer nivel se debe de implementar una nueva salida para evacuar a más de 50 personas, para el sector 3 se debe de elaborar gradas en la puerta principal y el mejoramiento de la rampa de emergencia para evacuar más de 50 personas.

5.3.2. Ancho de las salidas de emergencia

De acuerdo a las premisas establecidas en el artículo 14 de la –NRD2-, el ancho requerido en salidas de emergencias para la carga de ocupación que soportan los ambientes según el uso que se les dará, se realiza el cálculo con la siguiente ecuación:

$$\text{Ancho de Salida} = CO * 0,76$$

Donde,

CO es la Carga de Ocupación

Según el uso de cada ambiente de los edificios se requiere un ancho mínimo de salidas de emergencia por edificio de:

- Edificio T-3 requiere 21,60 m de salidas de emergencias, dividido en partes aproximadamente iguales entre cuatro o más salidas de emergencia, para evacuar a la carga de ocupación que soporta el inmueble según el uso que se le va a dar, actualmente se cuenta con 12,00 m en el nivel 1 del edificio, se necesitan implementar en los nuevos ductos un ancho mínimo de 9,60 m.
- Edificio T-5 requiere 6,50 m de salidas de emergencias, dividido en partes aproximadamente iguales dentro todas las salidas de emergencia, para evacuar a la carga de ocupación que soporta el inmueble según el uso que se le va a dar.

5.3.3. Distancia a las salidas de emergencia

El artículo 16 de la NRD2 establece que la distancia máxima a recorrer entre cualquier punto del edificio hasta la salida de emergencia en un edificio que no esté equipado con rociadores contra incendios, será de cuarenta y cinco (45) metros, la distancia máxima a recorrer desde el punto más lejano del edificio hacia la salida más próxima es de:

- Edificio T-3, distancia máxima 34,50 m

La distancia entre salidas es la adecuada en dicho edificio, sin embargo, cuando se elaboren los nuevos ductos de gradas estos reducirán la distancia y se podrá elevar la probabilidad de cualquier ocupante de evacuar adecuadamente.

- Edificio T-5, distancia máxima 80,00 m

Para el cumplir con el apartado, en el sector 1 del primer nivel del edificio T-5, se debe elaborar una salida de emergencia en el laboratorio de Mecánica de Fluidos el cual puede evacuar hacia el parqueo del sector Oeste de la Facultad de Ingeniería, dicha ubicación de la puerta de emergencia necesaria se detalla en los planos del apéndice.

5.3.4. Salidas a través de otros salones

Con relación a lo establecido en el artículo 17 de la NRD2, las salidas a través de otros salones, se pueden considerar siempre y cuando exista una forma de salir que sea evidente, directa y sin obstrucciones.

Estos se deben de contemplar en el momento de la elaboración de nuevos ductos de gradas en el edificio T-3, debido que se deben de construir en el sector norte del mismo, por lo que se deberá de pasar a través de un salón de clases y no se podrá colocar escritorios o cualquier otro material que pueda obstruir el paso de la ruta de evacuación.

De igual manera la modificación del ducto de gradas externos del edificio T-5, el cual se debe de salir a través de la Biblioteca del CICON, el cual debe de tener un espacio evidente y sin obstrucciones, esto quiere decir no colocar mesas de lectura en la ruta de evacuación que atravesara dicho ambiente.

5.3.5. Puertas

Las puertas en salidas de emergencia deberán ser del tipo de pivote o con bisagras, las cuales deberán abrirse en la dirección del flujo de salida durante la emergencia.

Las condiciones que se deben de cumplir en las puertas son las siguientes:

- Edificio T-3: para las puertas de los salones de clases, se debe modificar el tipo de herraje y que este se pueda liberar de una sola acción y debido que cuentan con ventanas, estas deben de protegerse con una película para mantener la consistencia, el abatimiento es el adecuado en la dirección del flujo de salida y se recomienda que el abatimiento sea de 180° para no obstruir el paso en los pasillos al momento de la apertura de las mismas.

Para el caso de las puertas corredizas de ingreso al edificio, estas se deben reemplazar o se deben mantener abiertas siempre que el edificio se encuentre con ocupantes en el interior.

En el caso de la elaboración de nuevas salidas de emergencia, las mismas deben de contar con puertas las cuales se debe de abrir de una sola acción.

- Edificio T-5: las puertas de los salones de laboratorios cuyo abatimiento sea en contra de la dirección del flujo de salida, se debe de invertir y las mismas deben de abrirse de una sola acción, de igual manera las puertas corredizas del edificio se deben de reemplazar o se deben de mantener abiertas siempre que el edificio se encuentre con ocupantes.

Debido al historial de sucesos acontecidos con las tradiciones y con el comité de Huelga de todos los Dolores de la Facultad de Ingeniería, es recomendable que no se dejen puertas corredizas, dichas puertas pueden ser cerradas por estas personas cuando se encuentren ocupantes en el interior, poniendo en riesgo las vidas humanas.

Las puertas deberán ser abiertas desde el interior sin necesitar ningún tipo de llave, conocimiento o esfuerzo especial, contando con herraje de emergencia o dejando la liberación de una sola acción.

5.3.6. Nivel de piso en puertas

Sin importar la carga de ocupación deberá haber piso o descanso a ambos lados de las puertas utilizadas en las salidas de emergencia. Los descansos tendrán un ancho no menor al ancho de las escaleras o el ancho de la puerta, el que sea mayor. Los descansos tendrán una longitud no menor de ciento diez (110) centímetros.

Para las puertas de salidas de emergencia del edificio T-3, las cuales cuentan con puertas corredizas, en las cuales no se cuenta con descansos adecuados, se debe remover dicho tipo de puerta, debido que no cumple con el tipo de puerta adecuada y las mismas no permiten tener un descanso adecuado en la parte exterior.

Para los ductos de gradas que se elaboren, las puertas de salidas de emergencias, se les debe de implementar descansos en ambas partes con una longitud mínima de ciento diez (110) centímetros.

De igual forma para las puertas de salida de emergencia del edificio T-5, y especialmente para la que se encuentra en el segundo nivel, que es una puerta corrediza que no aplica en el cumplimiento de la NRD2 y de la misma manera no permite los descansos exteriores con una longitud mínima de ciento diez (110) centímetros.

Para el ducto de gradas exterior del edificio T-5, que posee descansos en la parte exterior, en el tercer nivel no se cuenta con la longitud adecuada de descanso exterior, por lo que se debe de extender o modificar esa parte del ducto de gradas para poder cumplir con la NRD2.

5.4. Cumplimiento en gradas

Para el cumplimiento de los ductos de gradas se deben de tomar en cuenta los requisitos mínimos.

5.4.1. Ancho de gradas

Actualmente los ductos de gradas no cuentan con el ancho suficiente para poder evacuar a la carga de ocupación máxima.

Para el cumplimiento en el ancho de los ductos de gradas del edificio T-3 se debe implementar los nuevos ductos de gradas propuestos con un ancho mínimo de 9,60 m en el nivel 1 de dicho edificio.

Para el edificio T-5 el ducto de gradas interno que evacua a los ocupantes del tercer nivel se debe de ampliar a un ancho mínimo de 1,10 m debido que en dicho nivel se cuenta con más de 50 personas y que se cuenta con un ducto

externo que evacua a todos los niveles no se requieren más cambios en el edificio.

5.4.2. Descanso en gradas

Los ductos de gradas deben tener descansos en la parte inferior y superior, si se supera 370 centímetros verticales entre descansos colocar un descanso intermedio, los cuales deben de contar con una longitud mínima de 110 centímetros, para lo cual los edificios cuentan con lo siguiente:

- Edificio T-3: cuenta con los descansos adecuados en los ductos de gradas que evacuan a todos los ocupantes desde el nivel 4 hasta el nivel 1, sin embargo cuenta con 2 ductos de gradas adicionales que evacuan del nivel 1 hacia el nivel 0, los cuales tienen puertas en la parte superior, restringiendo la longitud del descanso superior, por lo que se debe de modificar la ubicación de dichas puertas o retirarlas.
- Edificio T-5: el ducto de gradas adecuado para evacuar del nivel 3 hacia el nivel 2. Cuenta con descanso intermedio e inferior sin embargo el descanso superior no cumple con la longitud mínima, por lo que se debe de modificar el mismo, el ducto de gradas del nivel 2 hacia el nivel 1 cuenta con descanso intermedio e inferior con longitud adecuada, sin embargo el descanso superior tiene una puerta corrediza la cual disminuye la longitud, para lo cual se debe de modificar la ubicación de la puerta o mantenerla abierta cuando el edificio se encuentre con ocupantes en el interior.

5.4.3. Pasamanos en gradas

Para el edificio T-3 se debe implementar pasamanos tanto en ambos lados como en el centro del ducto, esto debido a que el ancho efectivo es de 3,00 m

y como lo indica el artículo 23 de la NRD2 se debe de colocar un pasamanos intermedio por cada 2,25 m de ancho de las gradas, la altura a la que se deben de colocar los pasamanos, puede ser entre ochenta y cinco centímetros a noventa y siete centímetros ya que cuenta con muros en ambos lados.

Para el edificio T-5 se deben implementar pasamanos en ambos lados, para el ducto interior que evacua del tercer nivel los pasamanos podrán tener una altura entre ochenta y cinco centímetros y noventa y siete centímetros debido que cuenta con muros en ambos lados, para el ducto de gradas interno que evacua del segundo nivel y el ducto de gradas exterior, la altura mínima a la cual se pueden colocar los pasamanos es de ciento seis centímetros, debido que no se cuenta con muros en ambos lados.

Los mismos se deben de colocar a una separación de los muros, de cinco centímetros (5 cm) para que cualquier persona se pueda sujetar de ellos y sin lastimarse con los muros, se deben de extender una longitud de treinta centímetros (30 cm) como mínimo del último escalón en cada uno de los extremos, esto debido a que el pasamanos es la única guía para una persona en caso de que faltare la iluminación en el ducto de gradas y guiarla hacia el nivel más seguro.

Las dimensiones de los pasamanos a colocar no deberán ser menor a 3,8 centímetros ni mayor de 5 centímetros, con la finalidad de que la mano de los ocupantes pueda sujetarse de ellos sin dificultad.

Todos los escalones de los grupos de gradas deberán ser con una superficie antideslizante.

5.5. Estudio de rampas

Los edificios T-3 y T-5 no cuentan con rampas de emergencias en el interior para la evacuación de personas con capacidades especiales, por lo que el inmueble no tiene la capacidad de evacuar de forma segura ante una emergencia a este tipo de personas.

5.6. Estudio de asientos fijos

Para los ambientes que cuentan con asientos fijos instalados, la carga de ocupación máxima que soportan será la cantidad de asientos fijos, por lo que no se debe de exceder dicha carga.

Todos los ambientes que cuentan con asientos fijos cumplen con lo requerido en la NRD2, por lo que no es necesario modificaciones en dichos ambientes, solo se sugiere no sobrecargar dichos ambientes ingresando escritorios o sillas dentro de cada uno de ellos.

5.7. Estudio de iluminación

Toda la salida de emergencia de cada edificio incluyendo corredores, ductos de gradas, puertas debe de estar iluminada siempre que el edificio esté ocupado. La intensidad mínima de la iluminación medida al nivel del piso será de 10,76 lux.

Los ductos de gradas del edificio T-3 se les debe de instalar luces de emergencia, las cuales se activarán automáticamente en el caso que falle la fuente principal de energía y mantener iluminados los ductos de gradas durante una evacuación.

De igual forma se deben de colocar luces de emergencia en los pasillos de todos los niveles del edificio T-3, ya que son los más concurridos del edificio.

Los pasillos del nivel 1 en el sector 1 del edificio T-5 se debe instalar de igual manera luces de emergencia, las cuales se activarán automáticamente en el caso que falle la fuente principal de energía, ya que son pasillos donde la luz natural no ingresa con facilidad.

Para los ductos de gradas internos del edificio T-5 se deben instalar de igual manera luces de emergencia, también en el caso de que se habilite la salida de emergencia que pasa a través del salón de lectura de la Biblioteca del CICON que evacua hacia el ducto de gradas externas.

5.8. Estudio de señalización

Las señales que se deben de implementar en toda la ruta de evacuación para los edificios T-3 y T-5 son las siguientes:

- Carga de Ocupación Máxima; instalar en todos los salones de clases, para no sobrepasar la carga de ocupación máxima que soporta cada uno de ellos.
- Salida de Emergencia; acomodar indicando la ubicación de cuáles serán las salidas a utilizar durante la evacuación, de cada uno de los edificios.
- Vía de Evacuación; establecer a lo largo de toda la ruta de evacuación, para que todos los ocupantes tengan conocimiento de la misma.
- Zona Segura; alojar en un ambiente libre de amenazas o con baja probabilidad de riesgos, para la convergencia de los puntos de reunión.
- Punto de Reunión; colocar en la parte externa de los edificios para la reunión de las personas que desalojan las instalaciones.

- Localización de Extintores; acomodar en la parte superior de los extintores, esto para que toda persona dentro del inmueble tenga conocimiento de la ubicación de los mismos.

Los símbolos de las mismas quedan detallados en la tabla VI.

Los colores a utilizar en la señalización serán identificados de acuerdo al sistema RGB internacional, con 8 bits por canal para un total de 24 bits utilizando la notación hexadecimal, los colores del sistema RGB internacional se detallan en la tabla VII.

Las dimensiones que se deben de tomar para la elaboración de la señalización dependerá a la distancia que las mismas sean ubicadas, con la finalidad que cualquier persona dentro del inmueble puede observarlas desde una distancia prudente, las mismas se detallan en la tabla VIII.

La señalización se debe de instalar en paredes de mampostería, de forma segura y bien conectada, por medio de anclajes metálicos.

El material a utilizar para la elaboración de la señalización, debe de ser de metal o de otro material aprobado que no sea combustible, que soporte altas temperaturas, con la finalidad que la señalización cumpla el objetivo de informar a los ocupantes ante una emergencia.

CONCLUSIONES

1. Con la concientización del personal administrativo de la Facultad de Ingeniería se han logrado algunos cambios efectuados en el edificio T-5, cumpliendo con las especificaciones indicadas en la NRD2.
2. Es necesaria la implementación de las Normativas de Reducción de Desastres establecidas por la SE-CONRED, para tener una casa de estudios digna y segura para todos sus ocupantes y lograr un mejor proceso de enseñanza aprendizaje.
3. A través de la evaluación realizada a los edificios T-3 y T-5 de la Facultad de Ingeniería se logró identificar las deficiencias que presentan actualmente dichos edificios para una evacuación segura, dichas deficiencias son:
 - La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala no cuenta con un plan de respuesta a emergencias elaborado, y tampoco autorizado por la Secretaria Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres.
 - De acuerdo a la cantidad y la capacidad de las salidas de emergencia existentes, estas no son suficientes para evacuar la carga de ocupación actual de los edificios.
 - El ancho de los corredores existentes del T-5 es apropiado para evacuar a la carga de ocupación máxima, sin embargo estos presentan obstrucciones tales como macetas, roperos y otros objetos que impiden la libre locomoción de los ocupantes.

- Las gradas del edificio T-3 no cuentan con pasamanos, y las gradas del edificio T-5 no cuentan con superficie antideslizante ni con pasamanos, lo cual está establecido en el artículo 23 de la NRD2.
 - No existen rampas dentro de las rutas de evacuación de los edificios T-3 y T-5.
 - No se cuenta con la señalización adecuada para guiar a los ocupantes hacia un área segura.
4. Actualmente los edificios T-3 y T-5 carecen de accesibilidad para personas con capacidades especial, de igual forma carecen de rutas de evacuación adecuadas para este selecto grupo de personas.
5. Debido al diseño con el cual están elaborados los edificios T-3 y T-5 se dificulta la elaboración de rampas de emergencias adecuadas para la evacuación de personas con capacidades especiales, ya que la norma exige un porcentaje de pendiente muy bajo para contarlas como seguras, las cuales abarcarían un amplio sector tanto interna como externamente de dichos edificios.

RECOMENDACIONES

1. Teniendo en cuenta que los edificios T-3 y T-5 se encuentran continuamente en uso se recomienda la aplicación de los cambios anteriormente establecidos para poder evacuar a todos los ocupantes ante un desastre de origen natural o provocado.
2. Ordenar y reorganizar los horarios de las clases impartidas en los diferentes salones, con la finalidad de distribuir de una mejor manera a todos los estudiantes y no saturar un solo salón de clases.
3. Para los salones de clases del edificio T-3 se debe implementar de asientos fijos en todos los niveles, como los actualmente instalados en el nivel 2 de dicho edificio, con la finalidad de tener una mayor carga de ocupación en los salones.
4. Es necesario anclar los casilleros y estanterías que se encuentran en los pasillos, con la finalidad de que los mismos no causen una obstrucción en el momento de una evacuación.
5. Ordenar y reorganizar los espacios en los estacionamientos, con la finalidad de no ser una obstrucción para las rutas de evacuación, las cuales cuentan con puntos de reunión distribuidos en los alrededores de los estacionamientos.
6. Realizar el análisis estructural de los edificios, de acuerdo a la Norma de Reducción de Desastres Número 1.

BIBLIOGRAFÍA

1. Consejo Nacional de Reducción de Desastres. *Acuerdo Numero 04-2011 Norma de Reducción de Desastres Numero Dos: Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público*. Guatemala: CONRED, 2011. 8 p.
2. _____.Decreto Legislativo 109-96, *Ley de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres de Origen Natural o Provocado*. Guatemala: CONRED, 10 p.
3. _____.Guía de Señalización. *Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres*. Guatemala: CONRED, 2009 Dirección de Respuesta, 49 p.
4. _____.*Plan institucional de respuesta*. Guatemala: CONRED, Dirección de Respuesta, 18 p.

APÉNDICES

Tabla I. Horarios de Carga de Ocupación Máxima del edificio T-3

| Horarios Salón | 07:00 | 08:00 | 09:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 |
|------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|
| 105 | 46 | 47 | 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28 | 57 | 57 | 77 | 35 | 37 | 37 | |
| 109 | 118 | 118 | 54 | 92 | 78 | 102 | 0 | 60 | 57 | 76 | 54 | 90 | 76 | 72 | |
| 110 | 55 | 54 | 58 | 42 | 107 | 107 | 83 | 0 | 94 | 49 | 71 | 57 | 65 | 61 | |
| 111 | 86 | 28 | 0 | 0 | 46 | 46 | 79 | 0 | 88 | 62 | 47 | 39 | 43 | 28 | |
| 112 | 27 | 39 | 27 | 39 | 39 | 0 | 0 | 35 | 37 | 40 | 21 | 33 | 63 | 63 | |
| 113 | 56 | 43 | 0 | 0 | 53 | 53 | 26 | 43 | 49 | 16 | 57 | 25 | 32 | 18 | |
| 114 | 54 | 71 | 121 | 68 | 104 | 0 | 108 | 74 | 36 | 71 | 116 | 64 | 64 | 52 | |
| Total del nivel | 442 | 400 | 301 | 241 | 427 | 308 | 296 | 240 | 418 | 371 | 443 | 343 | 380 | 331 | |
| 205 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 | 0 | 0 | |
| 209 | 45 | 45 | 53 | 53 | 66 | 52 | 0 | 55 | 53 | 53 | 40 | 52 | 117 | 34 | |
| 210 | 60 | 60 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 113 | 113 | 30 | 54 | 83 | 45 | 0 | |
| 211 | 22 | 22 | 45 | 0 | 0 | 3 | 0 | 7 | 7 | 34 | 34 | 21 | 52 | 8 | |
| 212 | 88 | 88 | 0 | 0 | 59 | 14 | 0 | 0 | 39 | 47 | 47 | 32 | 53 | 28 | |
| 213 | 29 | 29 | 13 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 23 | 43 | 60 | 32 | 18 | |
| 214 | 60 | 24 | 0 | 0 | 21 | 22 | 21 | 21 | 0 | 45 | 49 | 48 | 17 | 52 | |
| 215 | 24 | 24 | 39 | 39 | 39 | 3 | 0 | 34 | 23 | 44 | 33 | 82 | 37 | 37 | |
| 216 | 29 | 29 | 39 | 58 | 41 | 0 | 0 | 63 | 22 | 54 | 40 | 50 | 96 | 103 | |
| Total del nivel | 357 | 321 | 189 | 163 | 226 | 134 | 21 | 293 | 284 | 330 | 340 | 428 | 449 | 280 | |
| 302 | 22 | 37 | 0 | 41 | 0 | 41 | 13 | 0 | 0 | 51 | 30 | 69 | 22 | 0 | |
| 303 | 44 | 44 | 25 | 0 | 0 | 42 | 0 | 16 | 20 | 56 | 41 | 38 | 62 | 0 | |
| 304 | 28 | 28 | 4 | 4 | 27 | 13 | 0 | 0 | 0 | 40 | 40 | 52 | 23 | 22 | |
| 305 | 58 | 58 | 72 | 0 | 95 | 95 | 47 | 71 | 43 | 74 | 81 | 87 | 13 | 56 | |
| 309 | 62 | 54 | 46 | 115 | 40 | 112 | 112 | 72 | 60 | 19 | 31 | 63 | 71 | 74 | |
| 310 | 61 | 61 | 80 | 89 | 88 | 75 | 179 | 179 | 54 | 55 | 42 | 65 | 45 | 50 | |
| 311 | 0 | 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 44 | 44 | 0 | 13 | 54 | 54 | 50 | 0 | |
| 312 | 29 | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31 | 60 | 41 | 41 | |
| 313 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 21 | 0 | 28 | 0 | 49 | 49 | 29 | 23 | 35 | |
| 314 | 8 | 38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 73 | 73 | 46 | 39 | 15 | 50 | 50 | |
| 315 | 0 | 58 | 35 | 46 | 70 | 51 | 89 | 38 | 20 | 34 | 38 | 51 | 50 | 50 | |
| total del nivel | 312 | 462 | 262 | 295 | 322 | 450 | 484 | 521 | 270 | 437 | 476 | 583 | 450 | 378 | |
| 401 | 0 | 0 | 197 | 82 | 156 | 68 | 97 | 132 | 86 | 43 | 107 | 65 | 102 | 0 | |
| 402 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 403 | 48 | 57 | 105 | 102 | 62 | 135 | 135 | 41 | 80 | 80 | 0 | 53 | 30 | 0 | |
| 407 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | 33 | 14 | 33 | 50 | 23 | 0 | |
| 410 | 44 | 56 | 0 | 0 | 40 | 12 | 119 | 0 | 8 | 46 | 44 | 39 | 39 | 0 | |
| 411 | 58 | 58 | 0 | 0 | 0 | 43 | 43 | 0 | 0 | 57 | 73 | 73 | 51 | 0 | |
| 412 | 11 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 12 | 14 | 0 | 8 | 42 | 42 | |
| 413 | 19 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28 | 28 | 63 | 46 | 45 | 0 | |
| 414 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 22 | 0 | 43 | 43 | 31 | 88 | 53 | 0 | |
| Total del nivel | 180 | 201 | 302 | 184 | 258 | 280 | 416 | 206 | 290 | 325 | 351 | 422 | 385 | 42 | |

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. Horarios de Carga de Ocupación del edificio T-3

| Horario Salón | 07:00 | 08:00 | 09:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 302 | 22 | 37 | 0 | 41 | 0 | 41 | 13 | 0 | 6 | 51 | 30 | 69 | 22 | 0 | |
| 303 | 44 | 44 | 25 | 0 | 0 | 42 | 14 | 16 | 13 | 56 | 41 | 38 | 62 | 62 | |
| 304 | 28 | 28 | 0 | 0 | 0 | 27 | 0 | 0 | 0 | 40 | 40 | 28 | 22 | 22 | |
| LAB-F-Q | 18 | 18 | 18 | 18 | 4 | 4 | 5 | 5 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 0 | |
| LAB-OP-UNI | 22 | 22 | 22 | 22 | 0 | 17 | 17 | 17 | 17 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | |
| Total del 3er Nivel | 134 | 149 | 65 | 81 | 4 | 131 | 49 | 38 | 53 | 184 | 148 | 172 | 143 | 104 | |

Fuente: elaboración propia.

Con los niveles 1 y 2 del edificio T-5, por ser sector de visitas constantes, no se puede fijar un horario de la mayor carga de ocupación por lo que se tomó en cuenta que todos sus ambientes se encuentran en uso en el horario más saturado del nivel 3 de dicho edificio.

Figura 1. **Visualización de abatimiento de puerta de salones de clases**



Fuente: segundo nivel, edificio T-3.

Figura 2. **Visualización de puerta principal de ingreso al edificio T-3**



Fuente: primer nivel, edificio T-3.

Figura 3. Ducto de gradas del edificio T-3



Fuente: nivel cero, edificio T-3.

Figura 4. Ducto de gradas externo del edificio T-5



Fuente: edificio T-5.

Figura 5. **Ducto de gradas interno del edificio T-5**



Fuente: tercer nivel, edificio T-5.

Figura 6. **Ducto de gradas de ingreso del edificio T-5**



Fuente: primer nivel, edificio T-5.

Figura 7. **Asientos fijos, salones de clases del nivel 2 del edificio T-3.**



Fuente: salón 214, segundo nivel, edificio T-3.

Figura 8. **Señalización de salida de emergencia del edificio T-3**



Fuente: cuarto nivel, edificio T-3

Figura 9. **Señalización de evacuación del edificio T-3**



Fuente: segundo nivel, edificio T-3.

Figura 10. **Señalización de Punto de reunión, en los estacionamientos de la Facultad de Ingeniería.**



Fuente: parqueo, entre edificio T-5 y T-7.

ANEXOS

Tabla I. **Factor de Carga de Ocupación**

| Uso | Mínimo de dos salidas de emergencia, sin contar elevadores, se requieren cuando el número de ocupantes es por lo menos | Factor de Carga de Ocupación (metros cuadrados) |
|---|--|---|
| Hangares de aviación (sin área para reparaciones) | 10 | 45 |
| Salones para subastas | 30 | 0.65 |
| Auditorios, iglesias, capillas, pistas de baile, estadios, graderíos | 50 | 0.65 |
| Salones para reuniones y conferencias, comedores, restaurantes, bares, salones de exhibiciones, gimnasios, escenarios | 50 | 1.39 |
| Orfanatos y hogares de ancianos | 6 | 7.43 |
| Áreas de espera | 50 | 0.30 |
| Aulas | 50 | 1.85 |
| Juzgados | 50 | 3.70 |
| Dormitorios | 10 | 4.5 |
| Complejos habitacionales | 10 | 28 |
| Salones para hacer ejercicios | 50 | 4.5 |
| Estacionamientos | 30 | 18.5 |
| Hospitales, sanatorios, centros de salud | 10 | 7.43 |
| Hoteles y apartamentos | 10 | 18.5 |
| Cocinas comerciales | 30 | 18.5 |
| Salas de lectura de bibliotecas | 50 | 4.5 |

Continuación de tabla I.⁶

| Uso | Mínimo de dos salidas de emergencia, sin contar elevadores, se requieren cuando el número de ocupantes es por lo menos | Factor de Carga de Ocupación (metros cuadrados) |
|--|--|---|
| Fábricas | 30 | 18.5 |
| Centros comerciales | 50 | 2.8 |
| Guarderías | 7 | 3.25 |
| Oficinas | 30 | 9.30 |
| Talleres en colegios e institutos vocacionales | 50 | 4.5 |
| Pistas de patinaje | 50 | 4.5 en la pista y 1.4 en las otras áreas |
| Salones para almacenar útiles | 30 | 27.88 |
| Tiendas y salas de ventas | 50 | 2.78 |
| Piscinas | 50 | 4.5 en la piscina y 1.4 en las otras áreas |
| Bodegas | 30 | 45 |
| Todos los demás | 50 | 9.30 |

⁶ Acuerdo Numero 04-2011 Norma de Reducción de Desastres Numero Dos: Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público

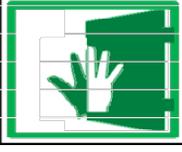
Tabla II. **Símbolos de señales aprobadas**

| SEÑAL | SIGNIFICADO |
|---|---------------------------|
|  | RUTA DE EVACUACIÓN |
|  | |
|  | |
|  | |
|  | |
|  | |
|  | |

Continuación de tabla II.

| SEÑAL | SIGNIFICADO |
|---|--|
|  | <p>RUTA DE EVACUACIÓN PARA PERSONAS CON CAPACIDADES ESPECIALES</p> |
|  | |
|  | |
|  | |
|  | |
|  | |
|  | <p>SALIDA DE EMERGENCIA</p> |
|  | <p>SALIDA DE EMERGENCIA</p> |

Continuación de tabla II.⁷

| SEÑAL | SIGNIFICADO |
|---|-----------------------------|
|  | SEÑALIZACIÓN DE ZONA SEGURA |
|  | PUNTO DE REUNIÓN |
|  | CUIDADO AL BAJAR |
|  | EMPUJAR PARA ABRIR |
|  | LOCALIZACIÓN DEL EXTINTOR |
|  | RED HÚMEDA |

⁷ Acuerdo Numero 04-2011 Norma de Reducción de Desastres Numero Dos: Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público

Tabla III. **Codificación Internacional de Colores para rotulación de Emergencia⁸**

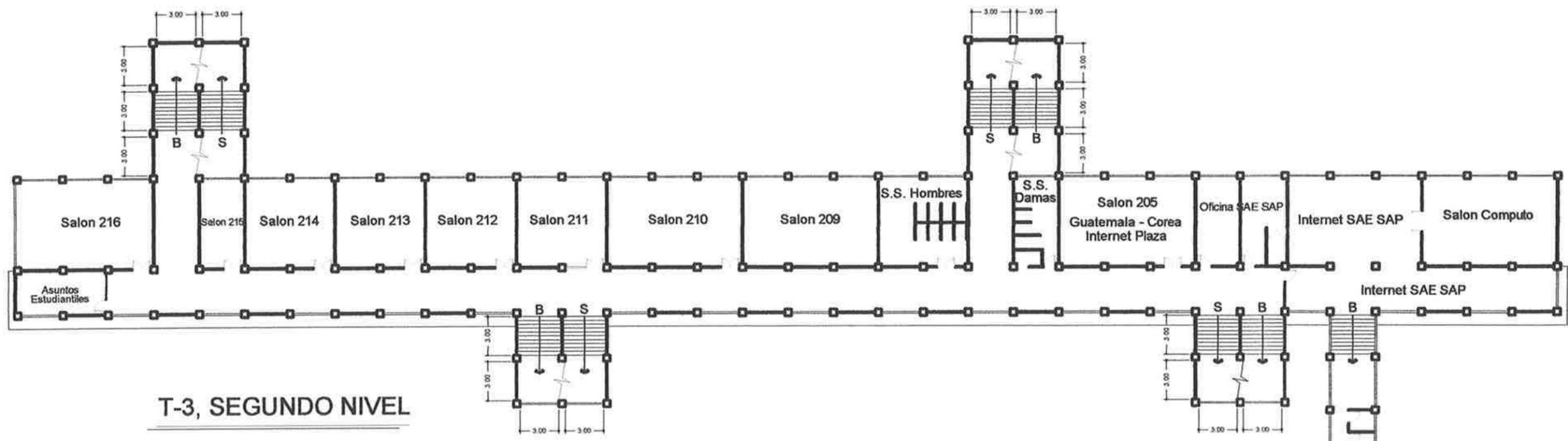
| COLOR DE SEGURIDAD | SIGNIFICADO | INDICACIONES Y PRECISIONES |
|--|---|--|
| ROJO Cod. FF0000 | Paro | Detener la marcha en algún lugar |
| | Prohibición | Señalamientos para prohibir acciones específicas. |
| | Material, equipo y sistemas para combate de incendios | Ubicación y localización de los materiales y equipos para el combate de incendios. |
| AMARILLO Cod. FFFF33 | Advertencia de peligro | Atención, precaución, verificación e identificación situaciones peligrosas. |
| | Delimitación de áreas | Limites de áreas restringidas o de usos específicos. |
| | Advertencia de peligro por radiaciones ionizantes | Señalamiento para indicar la presencia de material radiactivo. |
| Verde Cod. 009900 | Condición segura | Identificación y señalamientos para indicar salidas de emergencia, rutas de evacuación, zonas de seguridad y primeros auxilios, lugares de reunión, regaderas de emergencia, lavajos, entre otros. |
| AZUL Cod. 000099 | Obligación, información | Señalamientos para realizar acciones específicas. Brindar información para las personas |

⁸ Acuerdo Numero 04-2011 Norma de Reducción de Desastres Numero Dos: Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público

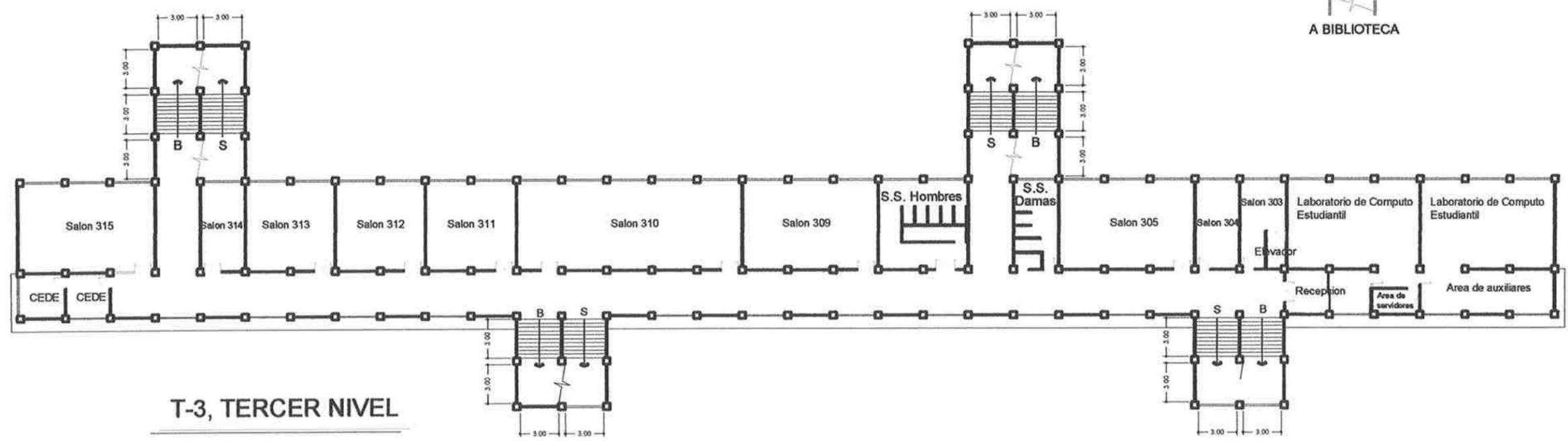
Tabla IV. Dimensiones de rótulos de señalización⁹

| DISTANCIA DE VISUALIZACIÓN (L) (metros) | SUPERFICIE MÍNIMA [S ≥ L ² / 2000] (cm ²) | DIMENSIÓN MÍNIMA SEGÚN FORMA GEOMÉTRICA DE LA SEÑAL | | | | |
|---|---|---|-------------------------------|---------------------------------|--|--------|
| | | CUADRADO (por lado) (cm) | CIRCULO (diámetro) (cm) | TRIANGULO (por lado) (cm) | RECTÁNGULO (base 1.5: altura 1) (cm) | |
| | | | | | BASE | ALTURA |
| 5 | 125,0 | 11,2 | 12,6 | 17,0 | 13,7 | 9,1 |
| 10 | 500,0 | 22,4 | 25,2 | 34,0 | 27,4 | 18,3 |
| 15 | 1 125,0 | 33,5 | 37,8 | 51,0 | 41,1 | 27,4 |
| 20 | 2 000,0 | 44,7 | 50,5 | 68,0 | 54,8 | 36,5 |
| 25 | 3 125,0 | 55,9 | 63,1 | 85,0 | 68,5 | 45,6 |
| 30 | 4 500,0 | 67,1 | 75,7 | 101,9 | 82,2 | 54,8 |
| 35 | 6 125,0 | 78,3 | 88,3 | 118,9 | 95,9 | 63,9 |
| 40 | 8 000,0 | 89,4 | 100,9 | 135,9 | 109,5 | 73,0 |
| 45 | 10 125,0 | 100,6 | 113,5 | 152,9 | 123,2 | 82,2 |
| 50 | 12 500,0 | 111,8 | 126,2 | 169,9 | 136,9 | 91,3 |

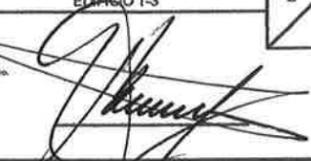
⁹ Acuerdo Numero 04-2011 Norma de Reducción de Desastres Numero Dos: Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público

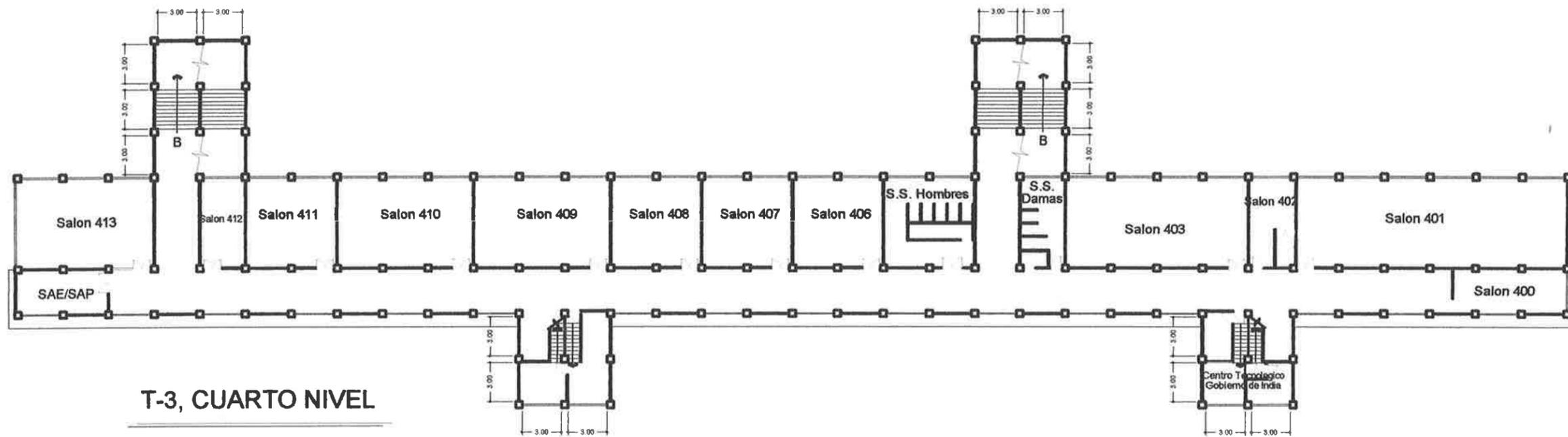


T-3, SEGUNDO NIVEL



T-3, TERCER NIVEL

| | | |
|---|---|----------------------|
| PROYECTO: EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MÉTODO DE APLICACIÓN DE LA NORMA DE REDUCCIÓN DE DESASTRES No. 2-8002 CONSIDERANDO EDIFICIOS T-3 Y T-6 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. | | |
| REDISEÑO: PLANIFICACION FUSAC | CONTENIDO: PLANTA DEL NIVEL 2 Y NIVEL 3 EDIFICIO T-3 | HOJA 2 / 3 |
| CALCULO: PLANIFICACION FUSAC |  Yo So. | |
| DIBUJO: PLANIFICACION FUSAC | | |
| ESCALA: INDICADA | | |
| FECHA: ENERO 2014 | | |



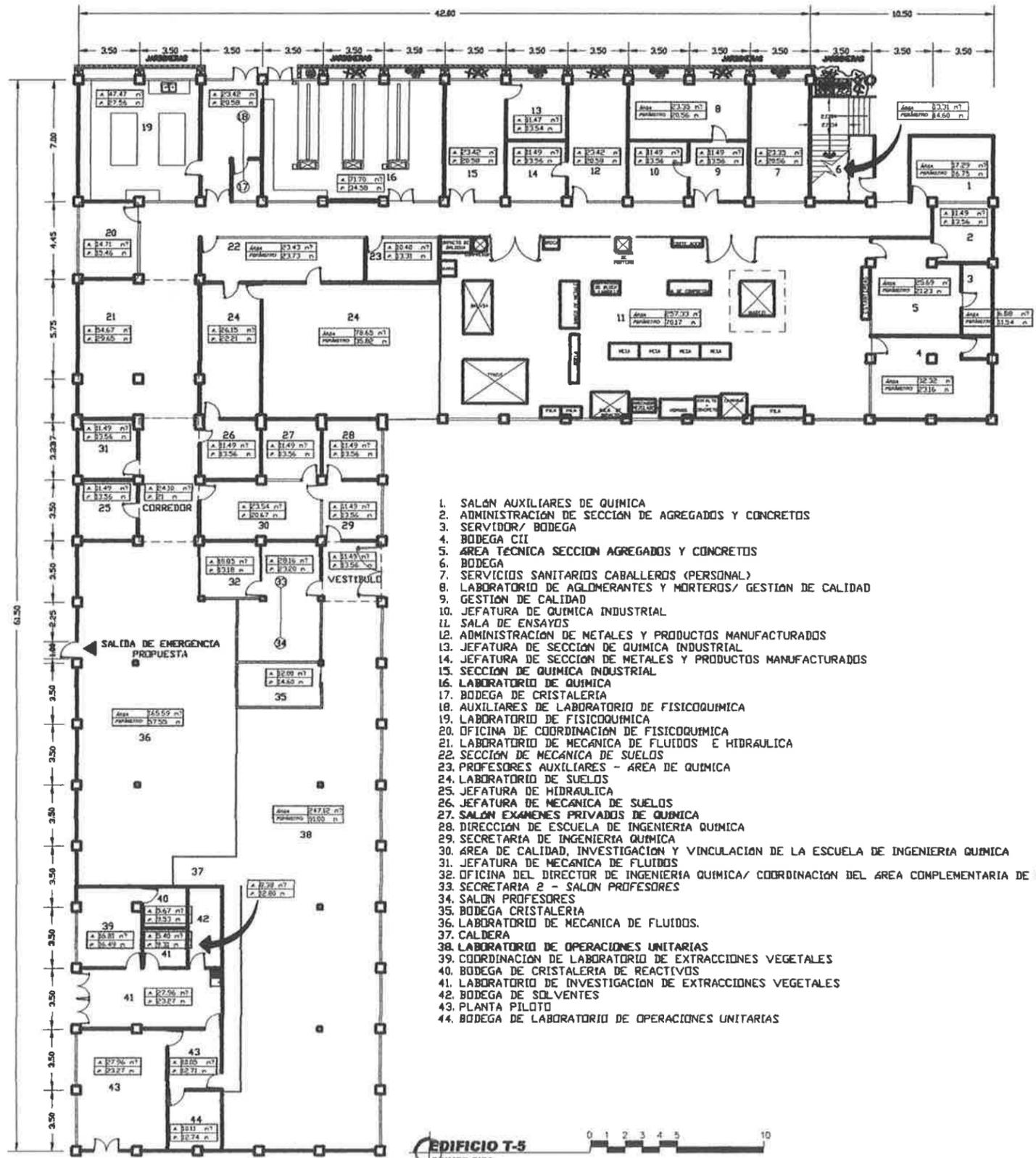
T-3, CUARTO NIVEL



T-3, QUINTO NIVEL

Esc. 1/250

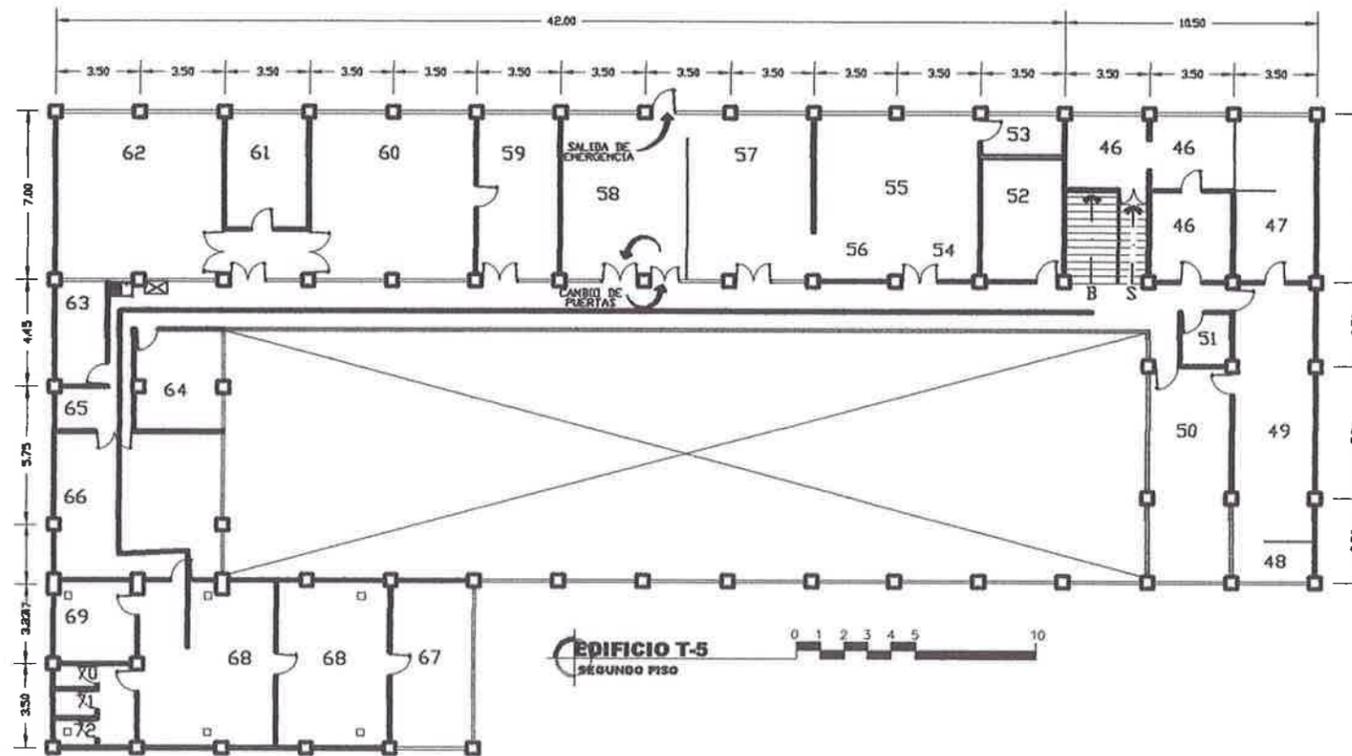
| | | |
|--|--|----------------------|
| PROYECTO: EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MÉTODO DE APLICACIÓN DE LA NORMA DE REDUCCIÓN DE DESASTRES N. 2-8032 COMED. PARA LOS EDIFICIOS T-3 Y T-5 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA | | HOJA 3 / 3 |
| REDISEÑO: PLANIFICACION FISAC | CONTENIDO: PLANTA DEL NIVEL 4 Y NIVEL 5 EDIFICIO T-3 | |
| CALCULO: PLANIFICACION FISAC | V.B. <i>[Signature]</i> | |
| DIBUJO: PLANIFICACION FISAC | | |
| ESCALA: INDICADA | | |
| FECHA: ENERO 2,014 | | |



1. SALÓN AUXILIARES DE QUIMICA
2. ADMINISTRACIÓN DE SECCIÓN DE AGREGADOS Y CONCRETOS
3. SERVIDOR/ BODEGA
4. BODEGA CII
5. AREA TÉCNICA SECCION AGREGADOS Y CONCRETOS
6. BODEGA
7. SERVICIOS SANITARIOS CABALLEROS (PERSONAL)
8. LABORATORIO DE AGLOMERANTES Y MORTEROS/ GESTIÓN DE CALIDAD
9. GESTIÓN DE CALIDAD
10. JEFATURA DE QUIMICA INDUSTRIAL
11. SALA DE ENSAYOS
12. ADMINISTRACIÓN DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
13. JEFATURA DE SECCIÓN DE QUIMICA INDUSTRIAL
14. JEFATURA DE SECCIÓN DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS
15. SECCIÓN DE QUIMICA INDUSTRIAL
16. LABORATORIO DE QUIMICA
17. BODEGA DE CRISTALERIA
18. AUXILIARES DE LABORATORIO DE FISICOQUIMICA
19. LABORATORIO DE FISICOQUIMICA
20. OFICINA DE COORDINACIÓN DE FISICOQUIMICA
21. LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS E HIDRAULICA
22. SECCIÓN DE MECANICA DE SUELOS
23. PROFESORES AUXILIARES - AREA DE QUIMICA
24. LABORATORIO DE SUELOS
25. JEFATURA DE HIDRAULICA
26. JEFATURA DE MECANICA DE SUELOS
27. SALÓN EXAMENES PRIVADOS DE QUIMICA
28. DIRECCIÓN DE ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
29. SECRETARIA DE INGENIERIA QUIMICA
30. AREA DE CALIDAD, INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
31. JEFATURA DE MECANICA DE FLUIDOS
32. OFICINA DEL DIRECTOR DE INGENIERIA QUIMICA/ COORDINACIÓN DEL AREA COMPLEMENTARIA DE EIO
33. SECRETARIA 2 - SALON PROFESORES
34. SALON PROFESORES
35. BODEGA CRISTALERIA
36. LABORATORIO DE MECANICA DE FLUIDOS.
37. CALDERA
38. LABORATORIO DE OPERACIONES UNITARIAS
39. COORDINACIÓN DE LABORATORIO DE EXTRACCIONES VEGETALES
40. BODEGA DE CRISTALERIA DE REACTIVOS
41. LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE EXTRACCIONES VEGETALES
42. BODEGA DE SOLVENTES
43. PLANTA PILOTO
44. BODEGA DE LABORATORIO DE OPERACIONES UNITARIAS

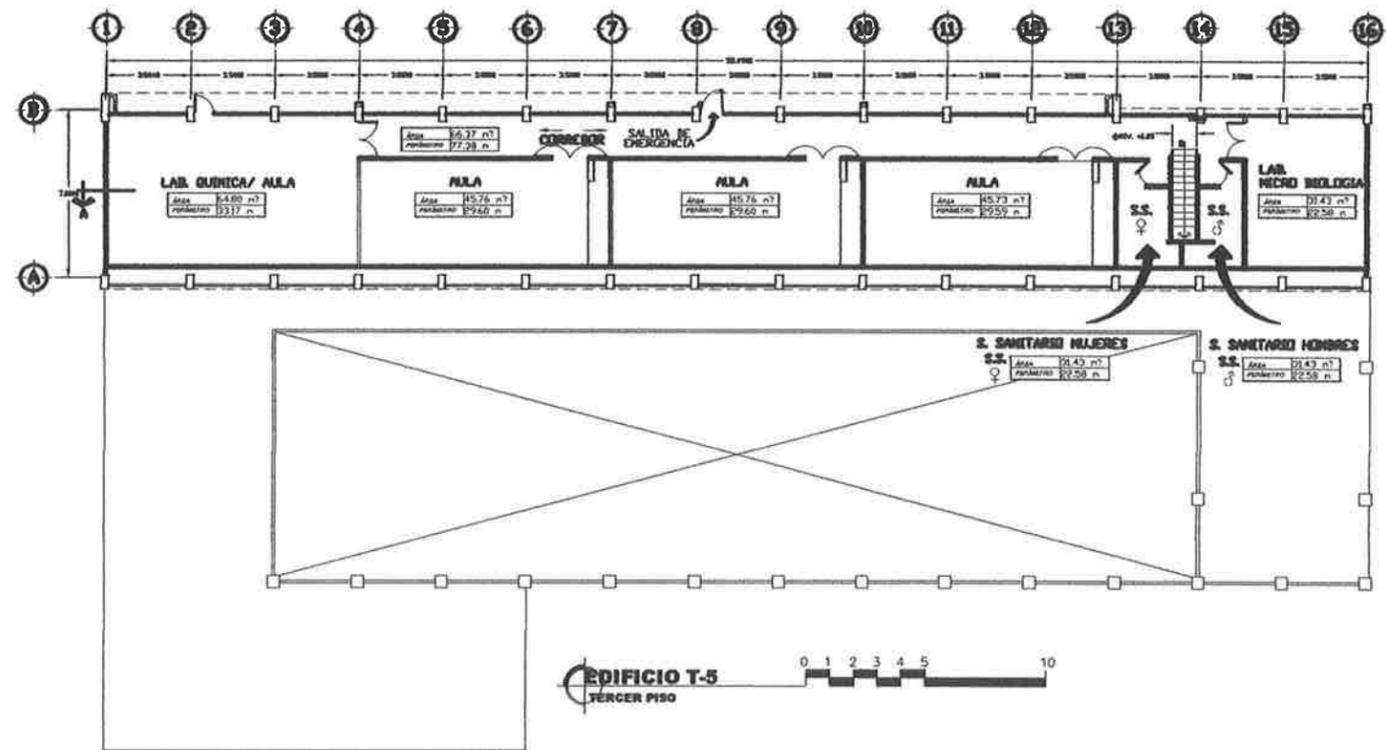
EDIFICIO T-5
PRIMER PISO

| | | |
|--|--|-------------------------|
| PROYECTO: EVALUACIÓN DE RIESGOS Y NIVELES DE APLICACIÓN DE LA NORMA DE SEGURIDAD DE EQUIPOS EN C-1000 CONCRETO PARA LOS CURSOS 1-0 Y 1-0 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA | | |
| REDISEÑO: PLANIFICACIÓN FISIC | CONTENIDO: PLANTA DEL NIVEL 1 EDIFICIO T-5 | HOLJA: 1 3 |
| CALCULO: PLANIFICACIÓN FISIC | Ver. de:  | |
| DEBUIXO: PLANIFICACIÓN FISIC | | |
| ESCALA: BOCABA | | |
| FECHA: Mayo 2014 | | |



- 46.LABORATORIO DE METROLOGIA INDUSTRIAL
- 47.AGENCIA DE TESORERIA
- 48.DELEGACION DE AUDITORIA DEL CCI
- 49.SECRETARIA
- 50.DIRECCION CENTRO DE INVESTIGACION DE INGENIERIA
- 51.SECCION DE TECNOLOGIA EN SISTEMAS (ING. GRAMAJO)
- 52.SERVICIO SANITARIO DE CABALLEROS
- 53.BODEGA CICON
- 54.AREA DE REPRODUCCION DE CICON
- 55.BIBLIOTECA DE CICON
- 56.DIRECCION DE CICON
- 57.AREA DE BIBLIOTECARIAS Y SECRETARIA
- 58.AREA DE LECTURA
- 59.JEFATURA DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA
- 60.AREA DE BACTERIOLOGIA
- 61.AREA ADMINISTRATIVA Y RECEPCION DE MUESTRAS
- 62.AREA DE FISICOQUIMICA SANITARIA
- 63.COMEDOR DE PERSONAL
- 64.SECCION DE CROMATOLOGIA
- 65.AUTOCLAVE
- 66.AULA /LABORATORIO (ERIS)
- 67.TERRAZA/ AREA EXPERIMENTAL
- 68.LABORATORIO EXPERIMENTAL
- 69.BODEGA DE EQUIPO Y CRISTALERIA
- 70.DUCHA
- 71.SERVICIO SANITARIO DAMAS
- 72.SERVICIO SANITARIO CABALLEROS

| | | |
|--|---|----------------------|
| PROYECTO: EVALUACION DE RIESGO Y NIVEL DE APLICACION DE LA NORMA DE SEGURIDAD DE EQUIPOS EN EL AREA CIBERNETICA PARA LOS EQUIPOS T-0 Y T-5 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA | | |
| REDISEÑO: PLANIFICACION FRAC | CONTENIDO: PLANTA DEL NIVEL 2 EDIFICIO T-5 | HOJA 2 / 3 |
| CALCULO: PLANIFICACION FRAC | | |
| DISEÑO: PLANIFICACION FRAC | | |
| ESCALA: DIBUCADA | | |
| FECHA: ENERO 2014 | | |



| | | |
|---|--|----------------|
| PROYECTO: EVALUACION DE RIESGO Y MEDIO DE APLICACION DE LA MEDIDA DE REDUCCION DE DEMANDAS No. 6 -MDS CONSER- PARA LAS EMPRESAS T-6 Y T-6 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA | | |
| REDISEÑO: PLANIFICACION FIBRAC | CONTENIDO: PLANTA DEL NIVEL 3 EDIFICIO T-5 | HOJA 3 3 |
| CALCULO: PLANIFICACION FIBRAC | | |
| DISEÑO: PLANIFICACION FIBRAC | | |
| ESCALA: DIMENCION | | |
| FECHA: ENERO 2014 | | |