



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

**EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL POST-RIESGO DEL EDIFICIO T-9 DE  
LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA**

**Gabriela de los Ángeles Recinos Peralta**  
Asesorado por el Ing. Civil Juan Carlos Linares Cruz

Guatemala, septiembre de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL POST-RIESGO DEL EDIFICIO T-9 DE  
LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**GABRIELA DE LOS ÁNGELES RECINOS PERALTA**  
ASESORADO POR EL ING. CIVIL JUAN CARLOS LINARES CRUZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA CIVIL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a.i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	Inga. Karla Giovanna Pérez Loarca
EXAMINADOR	Ing. Luis Eduardo Portillo España
EXAMINADOR	Ing. Jorge Alejandro Arévalo Valdez
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 LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL POST-RIESGO DEL EDIFICIO T-9 DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 12 de mayo de 2020.

  
**Gabriela de los Ángeles Recinos Peralta**



Guatemala, 22 de mayo de 2023  
EIC-JP-003-1S-2023/jcl

Ingeniero  
Francisco Javier Quiñonez de la Cruz  
Coordinador de la Unidad de Investigación  
Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

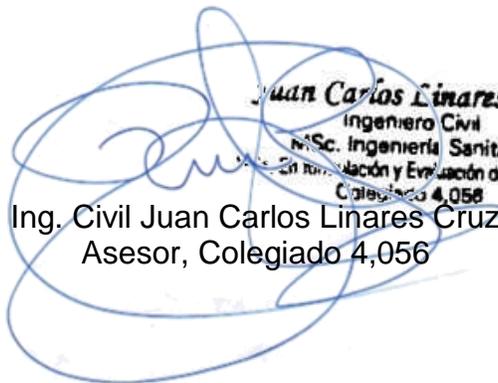
Ingeniero Quiñonez:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL POST-RIESGO DEL EDIFICIO T-9 DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Gabriela de los Ángeles Recinos Peralta, quien contó con la asesoría del Ingeniero Juan Carlos Linares Cruz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Juan Carlos Linares Cruz  
Ingeniero Civil  
MSc. Ingeniería Sanitaria  
Especialidad en Regulación y Evaluación de Proyectos  
Colegiado 4,056  
Ing. Civil Juan Carlos Linares Cruz  
Asesor, Colegiado 4,056

Cc: Estudiante Gabriela de los Ángeles Recinos Peralta  
Archivo





Guatemala, 24 de julio de 2023

Ingeniero  
Armando Fuentes Roca  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

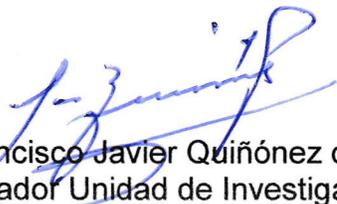
Estimado señor director:

Tengo el agrado de dirigirme a usted para informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado **“EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL POST-RIESGO DEL EDIFICIO T-9 DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA”**, desarrollado por la estudiante universitaria **Gabriela de los Ángeles Recinos Peralta**, quien contó con la asesoría del MSc. Ing. Juan Carlos Linares Cruz.

Considero que el trabajo realizado por la estudiante Recinos Peralta, satisface los objetivos para los que fue planteado, por lo que recomiendo su aprobación.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Civil Francisco Javier Quiñonez de la Cruz  
Coordinador Unidad de Investigación



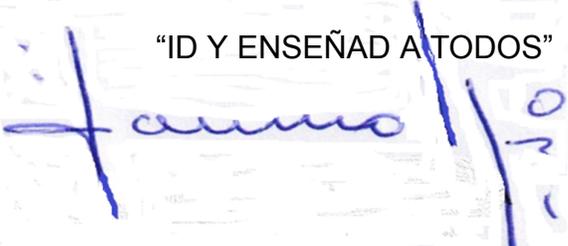
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA





LNG.DIRECTOR.190.EIC.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL POST-RIESGO DEL EDIFICIO T-9 DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA**, presentado por: **Gabriela de los Ángeles Recinos Peralta**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”  


Ing. Armando Fuentes Roca  
Director  
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala, septiembre de 2023



LNG.DECANATO.OI.647.2023

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 LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL POST-RIESGO DEL EDIFICIO T-9 DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA**, presentado por: **Gabriela de los Ángeles Recinos Peralta**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
DECANO a.i.  
Facultad de Ingeniería

Ing. José Francisco Gómez Rivera

Decano a.i.

Guatemala, septiembre de 2023

JFGR/gaac

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por guiarme hacia el camino correcto y darme sabiduría para alcanzar esta meta.
<b>Mis padres</b>	José Recinos y Mirssa Peralta, por su amor incondicional, apoyo y sacrificios, por darme un ejemplo de vida.
<b>Mis hermanos</b>	Fátima y Javier Recinos, por motivarme a querer ser mejor cada día y ser mi inspiración y orgullo.
<b>Mi tía</b>	Alejandra Baldetti, por ser como una segunda madre, por apoyarme y creer en mí siempre.
<b>Mi abuela</b>	Carmen Iglesias, por su sabiduría y apoyo en todo momento.
<b>Mis amigos</b>	Especialmente a Rodrigo Solís, por los buenos momentos y experiencias compartidas tanto dentro como fuera de la universidad.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por abrirme las puertas y ser mi casa de estudios, dándome la oportunidad de crecer académica y profesionalmente.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por proporcionarme los conocimientos necesarios para desarrollarme en el mundo laboral.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	Por haber formado parte de mi crecimiento personal y profesional, por el cariño y el apoyo a lo largo de todo este proceso.
<b>Mi asesor</b>	Ing. Juan Carlos Linares, por su conocimiento, apoyo y paciencia en la elaboración de este trabajo de graduación.



1.2.	Análisis de vulnerabilidad.....	7
1.2.1.	Vulnerabilidad en el ámbito social.....	7
1.2.2.	Vulnerabilidad en el ámbito económico.....	7
1.2.3.	Vulnerabilidad por exposición.....	8
1.2.3.1.	Componente bioclimático.....	8
1.2.3.2.	Componente de geología.....	8
1.2.3.3.	Componente de ecosistema.....	8
1.2.3.4.	Componente de medio construido.....	9
1.2.3.5.	Componente de contaminación.....	9
1.2.4.	Vulnerabilidad por fragilidad.....	9
1.2.4.1.	Componente estructural y factores de vulnerabilidad.....	9
1.2.4.1.1.	Plantas complejas.....	10
1.2.4.1.2.	Escalonamientos.....	12
1.2.4.1.3.	Concentraciones de masa.....	13
1.2.4.1.4.	Columnas débiles.....	13
1.2.4.1.5.	Pisos débiles.....	14
1.2.4.1.6.	Falta de redundancia....	15
1.2.4.1.7.	Torsión.....	16
1.2.4.2.	Componente de materiales de construcción.....	18
1.2.4.3.	Componente de adaptación del proyecto.....	19
1.2.4.4.	Componente de seguridad no estructural.....	19
1.2.5.	Vulnerabilidad por resiliencia.....	20
1.2.5.1.	Componente de mantenimiento y recuperación de la infraestructura.....	20

	1.2.5.2.	Componente de organización para la emergencia .....	20
	1.2.5.3.	Entidad guatemalteca .....	21
1.3.		Tipos de daños .....	22
	1.3.1.	Daños estructurales.....	22
	1.3.2.	Daños no estructurales.....	23
1.4.		Enfoque de gestión de riesgo .....	23
	1.4.1.	Gestión de riesgo después de la construcción del proyecto, infraestructura existente.....	24
	1.4.1.1.	Sistema de mantenimiento y recuperación.....	24
2.		NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES DE LA REDUCCIÓN DE DESASTRES Y EVALUACIÓN DE DAÑOS .....	27
2.1.		CONRED.....	27
	2.1.1.	Norma de reducción de desastres No. 1 –NRD1-. Normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la república de Guatemala .....	27
	2.1.2.	La norma de reducción de desastres No. 2 –NRD2-. Normas mínimas de seguridad en edificaciones e instalaciones de uso público .....	27
	2.1.3.	La norma de reducción de desastres No. 3 –NRD3-. Especificaciones técnicas para materiales de construcción .....	28
	2.1.4.	Guía didáctica básica de Evaluación de Daños y Necesidades –EDAN-.....	28
	2.1.5.	Guía técnica del proceso de evaluación rápida de daños en vivienda.....	29

2.2.	SEGEPLAN .....	30
2.2.1.	Guía Análisis de gestión del riesgo en proyectos de inversión pública –AGRIP- .....	30
2.3.	AGÍES .....	31
2.3.1.	Norma AGÍES NSE 6-2018 Evaluación y rehabilitación de obras existentes .....	31
2.4.	OMS/OPS .....	32
2.4.1.	Guía del evaluador de hospitales seguros .....	32
3.	METODOLOGÍA .....	35
3.1.	Enfoque y tipo de investigación .....	35
3.1.1.	Enfoque de la investigación.....	35
3.1.2.	Alcance de la investigación .....	35
3.1.3.	Método .....	35
3.1.3.1.	Etapas .....	36
3.1.3.1.1.	Primera etapa: recopilación de normas .....	36
3.1.3.1.2.	Segunda etapa: recopilación de datos y creación de instrumento o modelo matemático.....	36
3.1.3.1.3.	Tercera etapa: proceso de recopilación de información.....	37
3.1.3.1.4.	Cuarta etapa: análisis de datos .....	37

	3.1.3.1.5.	Quinta etapa: análisis y presentación de resultados.....	38
	3.1.3.2.	Unidad de muestreo .....	38
	3.1.4.	Muestra.....	38
	3.1.5.	Técnicas e instrumentos.....	38
4.		PROCESO DE EVALUACIÓN .....	39
4.1.		Recopilación de normas (Primera etapa) .....	39
4.2.		Recopilación de datos y creación de instrumento o modelo matemático (Segunda etapa).....	39
	4.2.1.	Inspección preliminar.....	40
	4.2.2.	Modelo matemático .....	40
4.3.		Aplicación de lista de verificación y proceso de recopilación de información (Tercera etapa).....	44
4.4.		Análisis de datos de la evaluación (Cuarta etapa).....	45
4.5.		Análisis y presentación de resultados (Quinta etapa).....	45
4.6.		Descripción del formulario de evaluación .....	46
	4.6.1.	Formulario 1. Información general sobre la edificación.....	46
	4.6.2.	Formulario 2. Lista de verificación .....	46
5.		RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN.....	49
5.1.		Recopilación de normas (Primera etapa) .....	49
5.2.		Recopilación de datos y creación de instrumento o modelo matemático (Segunda etapa).....	50
5.3.		Aplicación de lista de verificación y proceso de recopilación de información (Tercera etapa).....	50
5.4.		Análisis de datos de la evaluación (Cuarta etapa).....	51

5.5. Análisis y presentación de resultados (Quinta etapa) .....	52
CONCLUSIONES.....	55
RECOMENDACIONES .....	57
REFERENCIAS .....	59
APÉNDICES.....	63
ANEXOS.....	89

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Formas de planta.....	11
<b>Figura 2.</b>	Formas irregulares en altura.....	12
<b>Figura 3.</b>	Edificios con irregularidades de tipo piso flexible.....	15
<b>Figura 4.</b>	Torsión en edificios.....	17
<b>Figura 5.</b>	Torsión por muros excéntricos.....	18
<b>Figura 6.</b>	Referencia de modelo matemático .....	41
<b>Figura 7.</b>	Ponderación horizontal .....	42
<b>Figura 8.</b>	Gráfico de probabilidad de seguridad estructural .....	53
<b>Figura 9.</b>	Gráfico de probabilidad de seguridad no-estructural .....	53
<b>Figura 10.</b>	Gráfico de probabilidad de seguridad funcional.....	54

### TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Ponderación vertical .....	42
<b>Tabla 2.</b>	Clasificación del establecimiento según índice de seguridad .....	43
<b>Tabla 3.</b>	Probabilidades de seguridad según categorías por peso horizontal.....	51
<b>Tabla 4.</b>	Probabilidades de seguridad según categorías por peso vertical.....	52
<b>Tabla 5.</b>	Índice de seguridad, vulnerabilidad y clasificación final del edificio.....	52



## GLOSARIO

<b>Amenaza</b>	Factor externo de riesgo representado por la potencial ocurrencia de un fenómeno o suceso de origen natural, generado por la actividad humana o ambos.
<b>Columna</b>	Elemento estructural vertical de soporte con sección circular o rectangular. Elemento vertical que recibe la carga según la dirección de sus ejes longitudinales.
<b>Desastre</b>	La interacción entre un fenómeno geofísico extremo y una condición vulnerable, traducido en pérdidas económicas y humanas.
<b>Edificación</b>	Construcción cuya función principal es alojar personas, animales o cosas.
<b>Evaluación</b>	Proceso para determinar los cambios generados en un proyecto, a partir de la comparación entre el estado actual y el estado previsto en su planificación.
<b>Falla</b>	Discontinuidad que a lo largo del proceso le han ocurrido movimiento en sentido paralelo a la superficie de fractura.

<b>Fragilidad</b>	Probabilidad condicional de la falla de una estructura o componente dado un valor específico de la intensidad de la sollicitación.
<b>Mantenimiento</b>	Acciones que tienen como objeto preservar un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida.
<b>Mitigación</b>	Conjunto de acciones orientadas a reducir la probabilidad de daños que pueden resultar de la interacción de la amenaza y la vulnerabilidad.
<b>Norma</b>	Principio que se impone o se adopta para dirigir la conducta o la correcta realización de una acción o el correcto desarrollo de una actividad.
<b>Redundancia</b>	Capacidad de redistribuir sobre los elementos que soporta menos, las cargas de los elementos que las soportan a mayor demanda.
<b>Resiliencia</b>	Capacidad de una estructura para absorber impactos desastrosos que pudieran afectar la funcionalidad del proyecto para después volver a su estado original.
<b>Riesgo</b>	Probabilidad de que ocurran daños en un período de tiempo dado, con magnitud, intensidad y duración en función de la interacción entre la amenaza y la vulnerabilidad.

**Sismo**

Movimiento brusco de la corteza terrestre, capaz de cambiar por completo el paisaje de una región.

**Vulnerabilidad**

Factor interno de riesgo de un sujeto, objeto o sistema expuestos a una amenaza, que corresponde al grado de predisposición o susceptibilidad de ser dañados por esa amenaza.



## RESUMEN

Los edificios de la Universidad de San Carlos de Guatemala, han sido expuestos a una gran variedad de eventos sísmicos durante el paso de los años y estos pueden presentar daños que perjudiquen la vida útil restante de la estructura, la cual en un futuro pueda necesitar una reparación estética, estructural, un reforzamiento o incluso una reestructuración de la misma.

En el presente trabajo se utilizó como objeto de estudio el edificio T-9 de la Facultad de Agronomía de la Ciudad Universitaria, para una evaluación estructural post-sismo, y que por cierre de la Universidad de San Carlos de Guatemala debido a motivos de pandemia (COVID 19), y asuntos políticos, la información final de la evaluación fue tomada de un edificio análogo (el edificio T-3 de la Facultad de Ingeniería) y de planos arquitectónicos acotados de la unidad de muestreo. Se adaptaron guías de evaluación basadas en normativas nacionales e internacionales y se procedió a llenar y completar los formularios e indicadores de seguridad para finalmente clasificar la estructura según su nivel de seguridad.

Según la clasificación final del edificio, se establecieron los procedimientos necesarios que se deben de implementar para mejoras del mismo, como también se realizaron las recomendaciones necesarias para el resguardo de las personas, en el caso que el edificio presentara inseguridad.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Evaluar la seguridad estructural post-riesgo del edificio T-9 de la Facultad de Agronomía de la Ciudad Universitaria.

### **Específicos**

1. Adaptar las guías nacionales e internacionales, para fortalecer la evaluación con una guía que incluya todos los aspectos a identificar en el edificio, a través de indicadores de seguridad.
2. Analizar todos los daños post-riesgo de un sismo en el edificio, en base a indicadores de seguridad.
3. Clasificar el edificio según la seguridad estructural que éste represente y las recomendaciones relacionadas.



## INTRODUCCIÓN

Guatemala es catalogada como un país altamente sísmico, debido a que se encuentra en una zona de fallas que atraviesa la placa del Caribe y la placa norteamericana, esta zona está conformada por la falla de Motagua y la falla de Chixoy-Polochic. También posee una alineación en la parte sur del territorio, que se puede comparar con el alineamiento subterráneo en donde la placa de Cocos se funde dentro de la corteza terrestre; volviendo a Guatemala más propensa a presenciar sismos.

Durante los eventos sísmicos se generan movimientos o perturbaciones cuyos efectos se ven reflejados en la infraestructura, especialmente en aquellas que presentan deficiencias en su diseño estructural, proceso constructivo o en la calidad de los materiales; provocando daños en las edificaciones que puedan perjudicar su funcionamiento y por ende a los usuarios.

La importancia de la seguridad de las personas en usos de las infraestructuras se ve reflejada en la vulnerabilidad que estas presentan durante los eventos sísmicos, situación en donde las buenas prácticas de ingeniería son indispensables. La Ingeniería Civil no se enfoca únicamente en el estudio y diseño previo a la construcción de edificaciones, también se encarga de evaluar el comportamiento de las mismas durante su operación y resultado frente a los diversos fenómenos naturales; así mismo, de la toma de decisiones adecuadas para la reducción de riesgo.

Una evaluación de daños post-riesgo a una edificación, siendo este derivador de un sismo, examina la estructura de manera visual y analítica,

determinando los daños significativos y condiciones actuales que esta presenta luego de ser sometida a eventos sísmicos, con la finalidad de clasificar el edificio según su nivel de seguridad estimado.

En el trabajo de investigación realizado, se presenta una evaluación de la seguridad estructural post-riesgo, específicamente derivado del sismo en el edificio T-9 de la Facultad de Agronomía de la Ciudad Universitaria, tomando como referencia el edificio análogo T-3 de la Facultad de Ingeniería y planos arquitectónicos acotados de la unidad de muestreo, por medio de indicadores de seguridad y formularios de evaluación.

De dicho trabajo se obtuvo, una guía adaptada según normativas nacionales e internacionales, que incluye todos los aspectos a identificar en edificaciones a través de indicadores de seguridad; un registro del estado actual del edificio y de los daños post-riesgo en base a indicadores de seguridad y formularios de evaluación; y la clasificación final del edificio T-9 de la Facultad de Agronomía.

# **1. AMENAZAS**

En todo el mundo los grandes desastres son frecuentes, causando la pérdida de vidas y bienes materiales los que son incalculables, especialmente en donde la vulnerabilidad de las comunidades es sumamente alta y la preparación de la población para afrontarlo es deficiente. Los eventos pueden ser generados de forma natural o bien provocados por el ser humano (SECONRED, 2004).

## **1.1. Tipos de amenazas**

Guatemala está clasificada a nivel mundial como uno de los países más propensos a ser afectados por los desastres, por lo tanto, es importante identificar sus amenazas (SECONRED, 2004).

### **1.1.1. Hidro-meteorológicas**

Se refiere a la ciencia que estudia las aguas y los fenómenos atmosféricos (SECONRED, 2004).

#### **1.1.1.1. Huracanes**

Manifestaciones violentas del clima cuyos síntomas son lluvias intensas, vientos fuertes y posteriormente precipitación lenta.

Se dan cuando una masa de aire caliente proveniente del océano se mezcla con una corriente fría que baja del polo norte, ocasionando una respuesta

violenta de precipitación y los otros fenómenos ya mencionados (SECONRED, 2004).

#### **1.1.1.1. Efectos principales**

- Colapsos de suelo como zonas con deslizamientos, derrumbes, entre otros.
- Gran destrucción de viviendas por la velocidad del aire y los objetos que este trae a gran velocidad, destrucción de los servicios básicos y cultivos por lluvia o aire.
- Con alarmas oportunas se pueden dar evacuaciones, pero si no físicamente puede causar desde heridas hasta la muerte por golpes, ahogamiento entre otras.
- Inundaciones repentinas de las poblaciones, cultivos y lugares en los que se encuentre el ganado (SECONRED, 2004).

#### **1.1.1.2. Inundaciones**

Crecida del nivel de agua en un río, lago, región marina costera o en otros lugares sometidos a lluvias intensas con dificultades de absorción o escurrimiento, que causa daños a las personas y afecta bienes y servicios. Surgen como consecuencia de precipitaciones en forma acelerada y constante sobre las cuencas de las montañas, y viene a dar una respuesta de evacuación excesiva de agua de las diferentes partes de las cuencas hacia los lechos de los ríos, lagos y otros, ello hace que el mismo no se de abasto para toda esta agua

y proceda a desplazarse ocasionando las famosas inundaciones que se dan año con año en Guatemala, en especial en la costa sur.

Otro factor que causa severas inundaciones son las entradas de huracanes o tormentas a tierra firme, que viene a dejar cantidades excesivas de agua pluvial (SECONRED, 2004).

#### **1.1.1.2.1. Efectos principales**

- Inutilización temporal o definitiva de viviendas y enseres, contaminación de agua y alimentos, ahogamientos, electrocución.
- Pérdida de cultivos y ganado e inutilización temporal de la tierra (SECONRED, 2004).

#### **1.1.2. Geológicas**

Comprende todo lo derivado de la estructura y alteraciones de la tierra (SECONRED, 2004).

##### **1.1.2.1. Vulcanismo**

Fenómeno que tiene su origen en el interior de la tierra, debido a la generación de materiales fundidos (magmas) que ascienden hasta la superficie en forma violenta constituyendo en una erupción volcánica. El vulcanismo es algo muy asociado con la actividad propia de subducción y basta ver los volcanes que se manifiestan físicamente (SECONRED, 2004).

#### **1.1.2.1.1. Características principales**

Estruendos y movimientos fuertes, lluvia de cenizas, flujos piroclásticos, flujo de lodo, flujo de lava, gases, en algunos casos grandes deslizamientos de material en las laderas del cono, llegando hasta los poblados (SECONRED, 2004).

#### **1.1.2.1.2. Efectos principales**

Daños a viviendas y servicios básicos, así como daños al ser humano, como heridas, fracturas, quemaduras y muertes (SECONRED, 2004).

#### **1.1.2.2. Colapso de suelos**

Se le denomina así al fenómeno por el cual una porción pequeña o grande de suelo y subsuelo se traslada a otro punto por efecto de la gravedad (SECONRED, 2004).

#### **1.1.2.2.1. Tipos de colapsos**

- Deslizamientos: se caracterizan por el derrape de suelo en una buena cantidad y dejar una forma de medialuna, el derrape puede ser súbito o lento.
- Derrumbes: desplome de rocas y franjas de suelo.
- Hundimiento: se caracteriza especialmente a que la base del subsuelo que se ve erosionada sede, ya sea por lluvias intensas o falta de la misma (SECONRED, 2004).

#### **1.1.2.2. Causas de los colapsos**

- **Desencadenantes:** lluvias copiosas, remoción o debilitamiento del soporte lateral por pérdida de la vegetación, deforestación, erosión, excavaciones, construcciones y sobrecarga del terreno producida por el peso de agua, hielo, nieve o granizo, la acumulación de rocas o material volcánico.
- **Filtración del agua en su interior:** cuando la parte interior del suelo y subsuelo se ven erosionadas por efectos del agua, ya sea de lluvia o de drenaje, dando origen a cavernas subterráneas.
- **Por efectos de fallas:** cuando una falla se va activando paulatinamente o de forma rápida, va produciendo un debilitamiento que se identifica como un hundimiento.
- **Por compactación:** cuando debido al mal trabajo de una carretera u otro tipo de infraestructura el subsuelo comienza a compactarse por efecto del sobrepeso o uso excesivo dando origen a los hundimientos (SECONRED, 2004).

#### **1.1.3. Sísmicas**

El globo terráqueo está dividido en varios fragmentos o bloques gigantescos que se unen y reparan como un gran rompecabezas. A estos grandes bloques se le conocen como placas tectónicas. Tres placas tectónicas atraviesan al país y lo conforman la placa de Cocos, la de Norte América y la del Caribe.

Los sismos pueden medirse en magnitud, esta mide la energía liberada en el foco por medio de cálculos de las ondas sísmicas registradas por un aparato llamado sismógrafo. Intensidad, mide el grado de los efectos destructivos en el lugar donde se evalúa (SECONRED, 2004).

#### **1.1.3.1. Características principales**

- Vibración en la tierra y lo que se encuentra sobre ella como viviendas, los edificios, árboles, carros, entre otros.
- Licuefacción, se presenta en suelos arenosos saturados con agua, usualmente ubicados cerca de ríos, mares o en terrenos donde existieron lagos y lagunas, esto hace que la tierra pierda la capacidad portante, es decir, sostener las estructuras que se han construido (SECONRED, 2004).

#### **1.1.3.2. Efectos principales**

- Colapsos de suelos como deslizamientos, hundimientos, licuefacción, derrumbes, entre otros.
- Derrames de productos líquidos/químicos u otros que pueden provocar incendios, contaminación o envenenamiento.
- Inundaciones por ruptura de tuberías, presas de agua que seden ante la fuerza, deslizamientos y represamientos de cauces con posteriores avalanchas.
- Interrupción de servicios básicos o colapsos de los mismos.

- En las personas daños físicos como heridas, fracturas, quemaduras, muertes. En muchos casos soterramientos (SECONRED, 2004).

## **1.2. Análisis de vulnerabilidad**

El análisis de vulnerabilidad consiste en analizar y calificar la exposición del sitio, identificando las condiciones que le afectan, así como identificar criterios técnicos de fragilidad y resiliencia que se deben de considerar en el diseño, propuesta y operación del proyecto que se pretende instalar en el sitio analizado, o bien en un proyecto cuya ejecución haya finalizado según metodología AGRIP de SEGEPLAN, como es el caso del edificio T-9 de la Facultad de Agronomía (SEGEPLAN, 2013).

### **1.2.1. Vulnerabilidad en el ámbito social**

Se produce un grado deficiente de organización y cohesión interna de la sociedad bajo riesgo, que limita su capacidad de prevenir, mitigar o responder a situaciones de desastres, asimismo su capital social es insuficiente para lograr alianzas que permitan su recuperación (CONRED, 2012).

### **1.2.2. Vulnerabilidad en el ámbito económico**

Se observa una relación indirecta entre los ingresos económicos en los niveles nacional, regional, local o poblacional y el impacto de los fenómenos físicos. Es decir, la pobreza aumenta el riesgo de desastre (vulnerabilidad de los sectores más necesitados, altos índices de desempleo, insuficiencia de ingresos, explotación, inestabilidad laboral), y dificulta el proceso de recuperación y reconstrucción (CONRED, 2012).

### **1.2.3. Vulnerabilidad por exposición**

Consiste en calificar la exposición del sitio en donde se encuentra instalado el proyecto, y este se encuentra estrechamente relacionado con su ubicación en el territorio y con el tipo de proyecto (SEGEPLAN, 2013).

Los componentes a considerar son los siguientes:

#### **1.2.3.1. Componente bioclimático**

Entre las variables involucradas se encuentra el confort higrotérmico, que se refiere a la ausencia de malestar térmico; la orientación o posición del edificio, la frecuencia y duración del viento, el tipo de precipitación que llega a la superficie, ruido y la calidad del aire (SEGEPLAN, 2013).

#### **1.2.3.2. Componente de geología**

Entre las variables involucradas se encuentra el nivel de sismicidad que frecuenta el lugar en donde se encuentra el edificio, nivel de erosión del suelo, deslizamiento de la tierra, vulcanismo, rangos de pendientes en el terreno, el uso y la calidad del suelo y la formación geológica proveniente del mismo (SEGEPLAN, 2013).

#### **1.2.3.3. Componente de ecosistema**

Entre las variables involucradas se encuentra la existencia de suelos agrícolas, características y condiciones del terreno respecto al movimiento de flujos de agua superficial y subterránea, existencia de lagos y sedimentación (SEGEPLAN, 2013).

#### **1.2.3.4. Componente de medio construido**

Entre las variables involucradas se encuentra el espacio que cubre la influencia del edificio, la accesibilidad al proyecto y a servicios, la existencia de un plan de desarrollo urbano-rural, la presencia de fuentes contaminantes por uso del suelo, normativas para el crecimiento urbano y rural, facilidades de tratamiento de desechos y la dimensionalidad del proyecto, haciendo referencia a la concordancia entre la extensión del terreno y el tamaño del proyecto (SEGEPLAN, 2013).

#### **1.2.3.5. Componente de contaminación**

Entre las variables involucradas se encuentra la presencia de desechos sólidos y líquidos, así como de industrias contaminantes y líneas de alta tensión; riesgo por explosiones e incendios (SEGEPLAN, 2013).

#### **1.2.4. Vulnerabilidad por fragilidad**

La fragilidad del proyecto a sufrir daños está estrechamente vinculada con el componente físico estructural; es decir, con las deficiencias y debilidades de las estructuras para absorber los efectos de las amenazas (SEGEPLAN, 2013).

##### **1.2.4.1. Componente estructural y factores de vulnerabilidad**

Una de las mayores causas de daños en edificaciones ha sido en el uso de esquemas de configuración arquitectónico-estructural nocivos (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

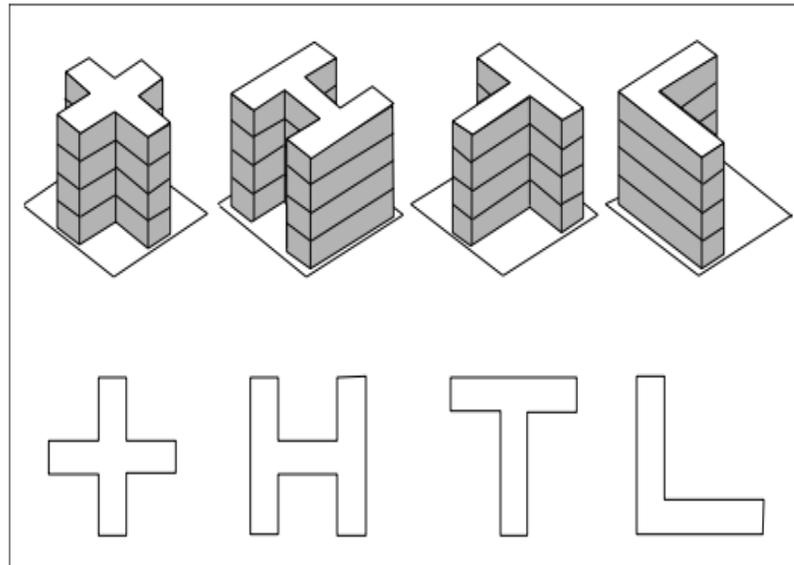
#### **1.2.4.1.1. Plantas complejas**

Se define como planta compleja a aquella en la cual la línea de unión de dos de sus puntos suficientemente alejados hace su recorrido en buena parte fuera de la planta. Esto se da cuando la planta está compuesta de alas de tamaño significativo orientadas en diferentes direcciones (formas en H, U, L, entre otros).

En las plantas irregulares las alas pueden asimilarse a un voladizo empotrado en el cuerpo restante del edificio, sitio en el cual sufriría menores deformaciones laterales que en el resto del ala (figura 1). Por esta razón, aparecen grandes esfuerzos en la zona de transición, y producen con frecuencia daños en los elementos no estructurales, en la estructura vertical y aun en el diafragma de la planta (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

## Figura 1.

### *Formas de planta*



*Nota.* Ejemplos de las variedades de plantas en edificaciones. Adaptado de Organización Panamericana de la Salud (2000). *Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud.*

([https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj6vebz49L9AhV0SDABHUQqDqYQFnoEAcQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.disaster-info.net%2Fsafehospitals\\_refdocs%2Fdocuments%2Fspanish%2FFundamentosParaLaMitigacion.pdf&usg=AOvVaw1NuXdpJmI46PrOBOwzy\\_Tm](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj6vebz49L9AhV0SDABHUQqDqYQFnoEAcQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.disaster-info.net%2Fsafehospitals_refdocs%2Fdocuments%2Fspanish%2FFundamentosParaLaMitigacion.pdf&usg=AOvVaw1NuXdpJmI46PrOBOwzy_Tm)), consultado el 15 de mayo de 2022. De dominio público.

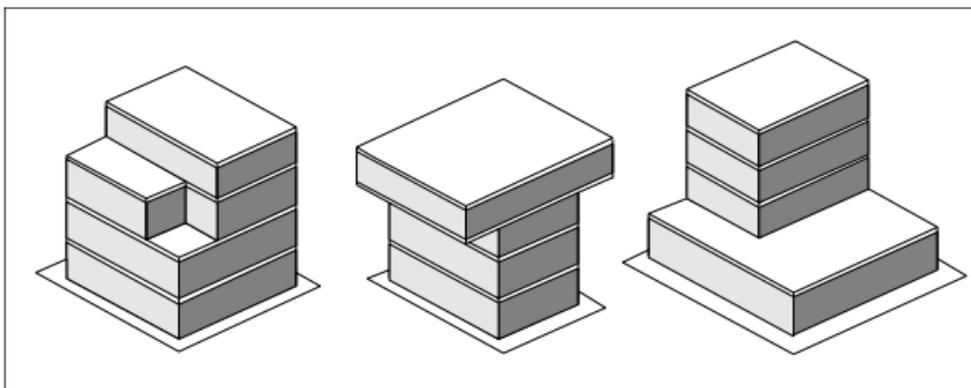
Para este caso, la solución corrientemente adoptada consiste en la introducción de juntas de dilatación sísmica. Estas juntas permiten que cada bloque tenga su propio movimiento sin estar atado al resto del edificio, con lo cual se rompe el esquema de trabajo en voladizo de cada ala. Las juntas, obviamente, deben tener el ancho suficiente para permitir el movimiento de cada bloque sin golpearse (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

### 1.2.4.1.2. Escalonamientos

Los escalonamientos en los volúmenes del edificio se presentan habitualmente por exigencias urbanísticas de iluminación, proporción, entre otros. Sin embargo, desde el punto de vista sísmico, son causa de cambios bruscos de rigidez y de masa; por lo tanto, traen consigo la concentración de fuerzas que producen daño en los pisos aledaños a la zona del cambio brusco (figura 2). En términos generales, debe buscarse que las transiciones sean lo más suave posible con el fin de evitar dicha concentración (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

#### Figura 2.

*Formas irregulares en altura*



*Nota.* Ejemplos de variedad de formas irregulares en edificaciones. Adaptado de Organización Panamericana de la Salud (2000). *Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud.*

([https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj6vebz49L9AhV0SDABHUQqDqYQFnoECACQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.disaster-info.net%2Fsafehospitals\\_refdocs%2Fdocuments%2Fspanish%2FFundamentosParaLaMitigacion.pdf&usq=AOvVaw1NuXdpJml46PrOBOwzy\\_Tm](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj6vebz49L9AhV0SDABHUQqDqYQFnoECACQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.disaster-info.net%2Fsafehospitals_refdocs%2Fdocuments%2Fspanish%2FFundamentosParaLaMitigacion.pdf&usq=AOvVaw1NuXdpJml46PrOBOwzy_Tm)), Consultado el 15 de mayo de 2022. De dominio público.

#### **1.2.4.1.3. Concentraciones de masa**

El problema en cuestión es ocasionado por altas concentraciones de la masa en algún nivel determinado del edificio que se puede deber a la disposición en él de elementos pesados, tales como equipos, tanques, bodegas, archivos, entre otros. El problema es mayor en la medida en que dicho nivel pesado se ubica a mayor altura, debido a que las aceleraciones sísmicas de respuesta aumentan también hacia arriba, con ello se tiene una mayor fuerza sísmica de respuesta allí y por ende una mayor posibilidad de volcamiento del equipo (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Por lo anterior, en el diseño arquitectónico es recomendable disponer los espacios que representen pesos inusuales en sótanos o en construcciones aisladas aledañas al cuerpo principal del edificio. En casos en los que por razones topográficas se deba tener almacenamientos de agua elevados, debe preferirse construir torres independientes para ese fin, en lugar de adosarlas al edificio principal (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

#### **1.2.4.1.4. Columnas débiles**

Las columnas dentro de una estructura tienen la vital importancia de ser los elementos que transmiten las cargas a las cimentaciones y mantienen en pie a la estructura, razón por la cual cualquier daño en este tipo de elementos puede provocar una redistribución de cargas entre los elementos de la estructura y traer consigo el colapso parcial o total de una edificación (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

Por lo anterior, el diseño sísmico de pórticos (estructuras formadas preferentemente por vigas y columnas), busca que el daño producido por sismos

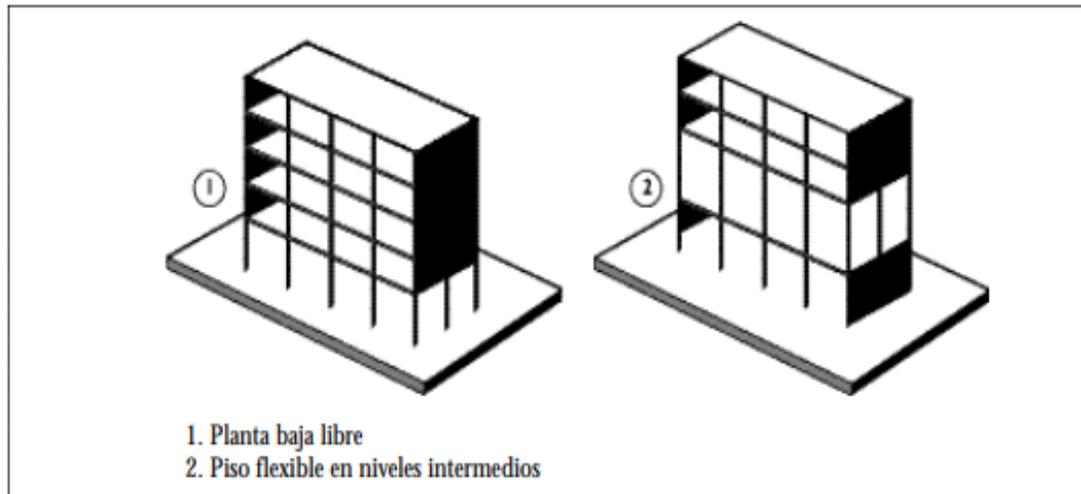
intensos se produzca en vigas y no en columnas, debido al mayor riesgo de colapso del edificio por el de daño en columnas. Sin embargo, muchos edificios diseñados según códigos de sismo resistencia han fallado por esta causa (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

#### **1.2.4.1.5. Pisos débiles**

Varios tipos de esquemas arquitectónicos y estructurales conducen a la formación de los llamados pisos débiles o suaves, es decir, pisos que son más vulnerables al daño sísmico que los restantes, debido a que tienen menor rigidez, menor resistencia o ambas cosas. La presencia de pisos suaves se puede atribuir a la diferencia de altura entre pisos o a la interrupción de elementos estructurales verticales en el piso (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

### Figura 3.

*Edificios con irregularidades de tipo piso flexible*



*Nota.* Ejemplos de edificaciones con pisos flexibles. Adaptado de Organización Panamericana de la Salud (2000). *Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud.* ([https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj6vebz49L9AhV0SDABHUQqDqYQFnoECACQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.disaster-info.net%2Fsafehospitals\\_refdocs%2Fdocuments%2Fspanish%2FFundamentosParaLaMitigacion.pdf&usq=AOvVaw1NuXdpJmI46PrOBOwzy\\_Tm](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj6vebz49L9AhV0SDABHUQqDqYQFnoECACQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.disaster-info.net%2Fsafehospitals_refdocs%2Fdocuments%2Fspanish%2FFundamentosParaLaMitigacion.pdf&usq=AOvVaw1NuXdpJmI46PrOBOwzy_Tm)), consultado el 15 de mayo de 2022. De dominio público.

#### 1.2.4.1.6. Falta de redundancia

El diseño de la estructura debe buscar que la resistencia a las fuerzas sísmicas dependa de un número importante de elementos, puesto que cuando se cuenta con un número reducido de elementos (poca redundancia), la falla de alguno de ellos puede tener como consecuencia el colapso parcial o total durante el sismo. En este sentido, debe buscarse que la resistencia a las fuerzas sísmicas se distribuya entre el mayor número de elementos estructurales posibles (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

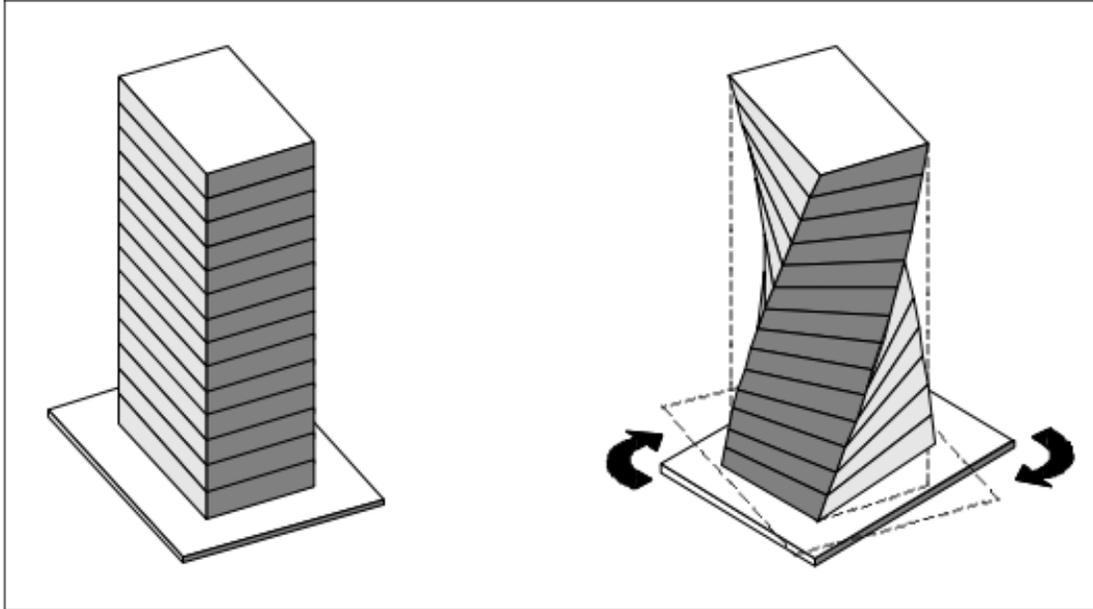
#### **1.2.4.1.7. Torsión**

La torsión ha sido causa de importantes daños de edificios sometidos a sismos intensos, que van desde la distorsión a veces visible de la estructura (y por tanto su pérdida de imagen y confiabilidad), hasta el colapso estructural (figura 4). La torsión se produce por la excentricidad existente entre el centro de masa y el centro de rigidez.

Algunos de los casos que pueden dar lugar a dicha situación en planta es cuando se presenta la posición de elementos rígidos de manera asimétrica con respecto al centro de gravedad del piso, por la colocación de grandes masas en forma asimétrica con respecto a la rigidez y la combinación de las dos situaciones anteriores (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

#### Figura 4.

##### *Torsión en edificios*



*Nota.* Ejemplo del efecto de torsión en edificaciones. Adaptado de Organización Panamericana de la Salud (2000). *Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud.* ([https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj6vebz49L9AhV0SDABHUQqDqYQFnoECACQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.disaster-info.net%2Fsafehospitals\\_refdocs%2Fdocuments%2Fspanish%2FFundamentosParaLaMitigacion.pdf&usq=AOvVaw1NuXdpJmI46PrOBowzy\\_Tm](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj6vebz49L9AhV0SDABHUQqDqYQFnoECACQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.disaster-info.net%2Fsafehospitals_refdocs%2Fdocuments%2Fspanish%2FFundamentosParaLaMitigacion.pdf&usq=AOvVaw1NuXdpJmI46PrOBowzy_Tm)), consultado el 15 de mayo de 2022. De dominio público.

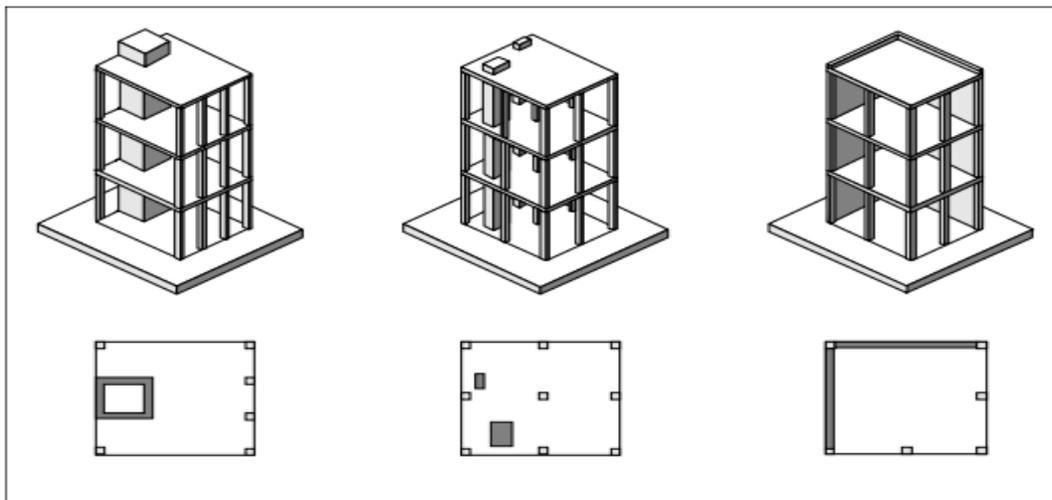
Las torsiones deben ser consideradas inevitables, debido a la naturaleza del fenómeno y a las características de la estructura. Por esta razón, se sugiere proveer a los edificios de rigidez, mediante la cual se busca reducir la posibilidad de giro en planta (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

A efectos del control de la torsión, debe estudiarse con cuidado el planteamiento de la estructura en planta y en altura, así como la presencia y la

necesidad de aislamiento de los muros divisorios no estructurales que puedan intervenir estructuralmente en el momento de un sismo. Finalmente, el objetivo debe ser proveer a la estructura con la mayor simetría posible de la rigidez con respecto a la masa (Organización Panamericana de la Salud, 2000).

### Figura 5.

*Torsión por muros excéntricos*



*Nota.* Ejemplos de posible torsión en edificaciones. Adaptado de Organización Panamericana de la Salud (2000). *Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud.* ([https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj6vebz49L9AhV0SDABHUQqDqYQFnoEAcQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.disaster-info.net%2Fsafehospitals\\_refdocs%2Fdocuments%2Fspanish%2FFundamentosParaLaMitigacion.pdf&usq=AOvVaw1NuXdpJml46PrOBOwzy\\_Tm](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj6vebz49L9AhV0SDABHUQqDqYQFnoEAcQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.disaster-info.net%2Fsafehospitals_refdocs%2Fdocuments%2Fspanish%2FFundamentosParaLaMitigacion.pdf&usq=AOvVaw1NuXdpJml46PrOBOwzy_Tm)), consultado el 15 de mayo de 2022. De dominio público.

#### 1.2.4.2. Componente de materiales de construcción

Las variables por considerar comprenden la disponibilidad de materiales, así como la renovabilidad, calidad y durabilidad de los mismos. Que los

materiales puedan adaptarse a las condiciones climáticas de su entorno, y que cuenten con una facilidad de sustitución o reparación, al igual que su impacto en las tareas de reparación y mantenimiento (SEGEPLAN, 2013).

#### **1.2.4.3. Componente de adaptación del proyecto**

Las variables por considerar comprenden la adaptación del proyecto al medio natural y a la cultura local, a establecer que la disposición, tamaño de ambiente y circulación son adecuadas al número de personas que se atenderán. Contar con condiciones adecuadas para climas cálidos y fríos según sea requerido (SEGEPLAN, 2013).

#### **1.2.4.4. Componente de seguridad no estructural**

Este estudio busca determinar la susceptibilidad a daños que presentan los elementos no estructurales, que pueden verse afectados por sismos moderados y por tanto más frecuentes durante la vida del edificio. Por lo tanto, los aspectos vitales de un edificio, aquellos que se relacionan directamente con su propósito y función, son los que más fácilmente se ven afectados o destruidos por los sismos. Igualmente, es más fácil y menos costoso readaptarlos y prevenir su destrucción o daño (SEGEPLAN, 2013).

Las variables por considerar comprenden la seguridad de las instalaciones eléctricas, ubicación y seguridad apropiada de cilindros de gas propano, abatimiento y ancho adecuado de las puertas, condiciones de seguridad de ventanales, muros de cerramiento, techos y cubiertas. Terminaciones de los pisos y el correcto anclaje de elementos ornamentales; además de contemplar las medidas de protección contra incendios. Garantizar la capacidad funcional de las áreas de circulación horizontal y la evacuación por medio del uso de gradas

y rampas. Considerar el ancho de los corredores en función de los usuarios, el ancho y dimensionamiento de las gradas, incluyendo la ubicación de los respectivos módulos (SEGEPLAN, 2013).

### **1.2.5. Vulnerabilidad por resiliencia**

El análisis de resiliencia está estrechamente vinculado con el mantenimiento y recuperación de la estructura, la organización social para las emergencias, y la capacitación e investigación (SEGEPLAN, 2013).

Los componentes para considerar son los siguientes:

#### **1.2.5.1. Componente de mantenimiento y recuperación de la infraestructura**

Las variables por considerar involucran los planes para el mantenimiento continuo de la infraestructura del proyecto, para que este se mantenga en óptimas condiciones; el mantenimiento preventivo donde se busca evitar el deterioro con el paso del tiempo y planes para el mantenimiento correctivo, con el fin de restituir a la condición óptima de la infraestructura luego de haber sufrido deterioros. Se debe tomar en cuenta la propuesta de adquirir seguros ante catástrofes (SEGEPLAN, 2013).

#### **1.2.5.2. Componente de organización para la emergencia**

Comprende las acciones necesarias para organizar y mantener la existencia y operatividad de un comité ante emergencias, donde haya puntos de reunión accesibles, protegidos y seguros (SEGEPLAN, 2013).

### **1.2.5.3. Entidad guatemalteca**

La organización destinada a coordinar, planificar, desarrollar y ejecutar todas las acciones destinadas a reducir los efectos que causen los desastres naturales o antropogénicos para el Estado de Guatemala, es la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres CONRED. Es una entidad encargada de prevenir, mitigar, atender y participar en la rehabilitación y reconstrucción de los daños derivados de la presencia de los desastres, para lo cual, dispone de un conjunto de normas correspondientes.

Las normas para la reducción de desastres tienen como principal objetivo ser un mecanismo de preservación de la vida, seguridad e integridad de las personas estableciendo requisitos mínimos que deben cumplir las edificaciones e instalaciones a las que tienen acceso los distintos usuarios (CONRED, 2019).

Entre las principales normas se encuentran:

- Norma de reducción de desastres No. 1 –NRD1-. Normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la república de Guatemala.
- La norma de reducción de desastres No. 2 –NRD2-. Normas mínimas de seguridad en edificaciones e instalaciones de uso público.
- La norma de reducción de desastres No. 3 –NRD3-. Especificaciones técnicas para materiales de construcción (CONRED, 2023).

### **1.3. Tipos de daños**

Las estructuras sujetas a movimientos sísmicos pueden sufrir daños en los elementos que las componen conocidos como daños estructurales, o bien, ocasionar daños en elementos no estructurales, tales como elementos arquitectónicos, sistemas eléctricos y mecánicos e instalaciones sanitarias, entre otros (Moir, 2015).

#### **1.3.1. Daños estructurales**

Son los que afectan la estabilidad y la resistencia de la estructura; pueden ser menores, moderados y mayores.

- Daños menores: son daños que no implican debilitamiento significativo del elemento; generalmente no necesitan reparación. Por ejemplo: pequeñas fisuras, cortas y muy delgadas.
- Daños moderados: son daños, significativos que han afectado la resistencia o la estabilidad del elemento si se dan en forma aislada en algún elemento la estructura total puede no ser peligrosa en cambio si ocurre en forma generalizada, la estructura debe repararse globalmente.
- Daños mayores o severos: si el sistema estructural de una edificación ha sufrido daños mayores, la estructura se debe clasificar como insegura. Entre los daños mayores se pueden mencionar el colapso parcial o total de la estructura, edificaciones inclinadas o con asentamientos, paredes severamente agrietadas o desplomadas, vigas o columnas falladas, pisos separados de su soporte vertical, juntas y conexiones que muestren fallas significativas, cimientos fracturados y cosas semejantes (Moir, 2015).

### **1.3.2. Daños no estructurales**

Son daños que sufren los elementos que no forman parte del sistema estructural de la edificación, pero que si representan un riesgo para los ocupantes y áreas aledañas. La edificación puede ser clasificada como insegura. Los daños no estructurales se pueden dar en elementos arquitectónicos, sistemas eléctricos y sistemas mecánicos, entre otros.

Dentro de los daños a elementos arquitectónicos, se pueden encontrar daños en muros no estructurales, interiores (tabiques), y exteriores severamente agrietados o colapsados parcialmente, cubos de escaleras y ascensores separados o agrietados, cielos falsos con peligro de caerse, tableros de concreto desplomados o agrietados, elemento que se ha corrido en su soporte vertical o se ha caído totalmente (Moir, 2015).

En los sistemas eléctricos, se pueden encontrar daños en la fijación de ductos y sistemas de iluminación, que presenten riesgo de caerse, sistemas eléctricos de emergencia y comunicación dañados, entre otros. En los sistemas mecánicos se pueden encontrar ascensores dañados o atrapados entre dos pisos, calderas y hornos dañados, tuberías caídas o separadas de su soporte, entre otros (Moir, 2015).

### **1.4. Enfoque de gestión de riesgo**

La gestión del riesgo consiste en la planificación y aplicación de medidas orientadas a impedir o reducir los efectos adversos de los fenómenos peligrosos sobre la población, los bienes, los servicios, y el ambiente.

Los pasos y actividades necesarios para incorporar la gestión del riesgo pueden ser, tanto para proyectos de infraestructura nuevos como para aquellos con infraestructura existente (ampliaciones o mejoras), como es el caso del edificio T-9 de la Facultad de Agronomía de la Ciudad Universitaria (SEGEPLAN, 2013).

#### **1.4.1. Gestión de riesgo después de la construcción del proyecto, infraestructura existente**

El análisis está estrechamente vinculado con el mantenimiento y recuperación de la infraestructura cuando ha sido dañada por diversas amenazas, la organización social para las emergencias y la capacitación e investigación, por lo que los formuladores del proyecto, deberán considerar en general la inclusión de todas las variables en el diseño, propuesta y operación del proyecto para su mejora (SEGEPLAN, 2013).

##### **1.4.1.1. Sistema de mantenimiento y recuperación**

- Planes para el mantenimiento preventivo de la infraestructura del proyecto: considerar que el proyecto cuente con acciones planificadas y presupuesto para evitar que la infraestructura y el mobiliario se deterioren por el paso del tiempo, las condiciones climáticas y por el uso mismo.
- Planes para el mantenimiento correctivo de la infraestructura del proyecto: considerar que el proyecto cuente con acciones planificadas y presupuesto para restituir a su condición óptima la infraestructura y el mobiliario, después que éstos hayan sufrido deterioro. Ejemplos de estas acciones son reparaciones en hundimientos, desplomes, rajaduras y quebraduras a 45 grados de los muros.

- Tiempo para la reparación o reconstrucción de la infraestructura: considerar que la institución responsable del proyecto tenga un estimado del tiempo que le llevaría reconstruir la infraestructura, en caso ésta fuera dañada o destruida por amenazas naturales, socio-naturales o antrópicas (SEGEPLAN, 2013).



## **2. NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES DE LA REDUCCIÓN DE DESASTRES Y EVALUACIÓN DE DAÑOS**

### **2.1. CONRED**

En el medio guatemalteco existen tres normas vigentes aprobadas por el Consejo Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED).

#### **2.1.1. Norma de reducción de desastres No. 1 –NRD1-. Normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la república de Guatemala**

Establece los criterios técnicos mínimos que deben implementarse en el diseño de obras nuevas, la remodelación o reparación de obras existentes, y la evaluación de obras, a efecto de prevenir daños a la integridad de las personas y a la infraestructura indispensable para el desenvolvimiento socioeconómico de la población; la aplicación de la misma es de cumplimiento obligatorio en obras clasificadas dentro de la misma norma como esenciales e importantes. Esta norma se encuentra vigente desde el 07 de mayo de 2021 (CONRED, 2021).

#### **2.1.2. La norma de reducción de desastres No. 2 –NRD2-. Normas mínimas de seguridad en edificaciones e instalaciones de uso público**

Establece 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 la integridad física de los guatemaltecos y guatemaltecas.

La norma es aplicable a todas las edificaciones e instalaciones de uso público que actualmente funcionen como tales, y para aquellas que se desarrollen en el futuro. Se consideran de uso público las edificaciones que permiten el acceso con o sin restricciones de personal –empleados, contratistas y subcontratistas, entre otros-, tal como usuarios –clientes, consumidores, beneficiarios, compradores, interesados, entre otros. Esta norma se encuentra vigente desde febrero de 2014 (CONRED, 2014).

**2.1.3. La norma de reducción de desastres No. 3 –NRD3-  
Especificaciones técnicas para materiales de  
construcción**

Establece las especificaciones técnicas con las cuales deben cumplir los materiales de construcción que se utilicen en edificaciones, instalaciones y obras de uso público nuevas, de igual forma las que sufran remodelaciones o rehabilitaciones de construcción gubernamental y privada.

También se cuenta con un conjunto de guías orientadas a la evaluación de daños y reducción de desastres en edificaciones. Esta norma se encuentra vigente desde febrero de 2019 (CONRED, 2019).

**2.1.4. Guía didáctica básica de Evaluación de Daños y  
Necesidades –EDAN-**

Es un documento de apoyo técnico pedagógico, cuyo objetivo es aplicar los principios correspondientes para informar apropiadamente sobre la condición

de una comunidad después de un desastre, analizar las necesidades y determinar las que por sus propios medios no pueden solventar, a manera de tomar decisiones precisas y acertadas. La información temática gira alrededor del uso correcto del formulario de recolección de la información, el cual ha sido diseñado en base a los requerimientos institucionales de la Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres SECONRED. Esta guía se encuentra vigente desde agosto de 2004 (SECONRED, 2004).

#### **2.1.5. Guía técnica del proceso de evaluación rápida de daños en vivienda**

Este documento no se limita únicamente a establecer el uso correcto de la boleta de evaluación rápida de daños en vivienda, sino que, además, establece las acciones previas y posteriores a las acciones de emergencia que deberán ejecutar los diferentes actores involucrados en los procesos de evaluación y recuperación post desastres, convirtiéndose así, en un instrumento que permite definir y ordenar las acciones pertinentes para iniciar una recuperación temprana.

Se define como proceso de evaluación de daños porque resulta necesario contar en los diferentes niveles territoriales con una planificación y organización previamente establecida, que permita generar información confiable de los daños provocados por un evento adverso, y que, finalmente, ésta sirva para implementar los procesos de recuperación post desastres. Esta guía se encuentra vigente desde 06 de julio de 2015 (CONRED, 2015).

## **2.2. SEGEPLAN**

La gestión de riesgo se incorpora desde el Sistema Nacional de Planificación del Desarrollo, buscando lograr una efectiva reducción de los impactos negativos producidos por eventos adversos (SEGEPLAN, 2013).

### **2.2.1. Guía Análisis de gestión del riesgo en proyectos de inversión pública –AGRIP-**

Esta guía es una herramienta que busca contribuir en los procesos de formulación de proyectos de inversión pública, principalmente, los que forman capital fijo, como un mecanismo que incorpora la variable riesgo en las diferentes fases del ciclo del proyecto, buscando no generar nuevos riesgos o reducir los riesgos existentes.

Con este instrumento, se pretende identificar aquellos factores de riesgo que inciden en el proyecto en sus tres fases del ciclo de proyecto (preinversión, inversión y O&M), lo cual es un proceso que se complementa con la evaluación de impacto ambiental, mismo que se refiere fundamentalmente al grado de afectación que causará el proyecto al ambiente.

La guía contiene un primer paso, que consiste en identificar las amenazas naturales, socio-naturales o antrópicas presentes en la zona, así mismo analiza las amenazas que podrían afectar el proyecto de inversión pública propuesto, en cuanto a su frecuencia e intensidad. El segundo paso, consiste en analizar y calificar la vulnerabilidad por exposición del sitio, identificando las condiciones que le afectan, tomar criterios técnicos de fragilidad y resiliencia que se deben de considerar en el diseño, propuesta y operación del proyecto que se pretende instalar en el sitio analizado. Adicionalmente se trata de mantener la relación con

las diferentes amenazas identificadas, priorizadas y agrupadas según metodología.

El tercer paso de la guía, está diseñado para orientar a formuladores y evaluadores de los proyectos, que le permite al formulador, identificar e incorporar medidas de mitigación/prevención pertinentes y necesarias para la reducción del riesgo, las cuales deberán contar con planos constructivos, presupuesto y especificaciones técnicas; mismas que servirán de base para su posterior monitoreo; a fin de salvaguardar la infraestructura, los bienes que lo conformarán y la vida del personal, usuarios o beneficiarios del proyecto. Para el evaluador, le ofrecerá los criterios técnicos que le permiten verificar la calidad de la inversión propuesta. Esta guía se encuentra vigente desde enero de 2013 (SEGEPLAN, 2013).

### **2.3. AGÍES**

La AGÍES es la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, y dentro de la variedad de Normas de Seguridad Estructural (NSE), se puede encontrar:

#### **2.3.1. Norma AGÍES NSE 6-2018 Evaluación y rehabilitación de obras existentes**

La norma AGIES NSE 6 – 2018 Evaluación y Rehabilitación de Obras Existentes, es una edición actualizada de la norma AGIES NSE 6 – 2010 Requisitos para Obra Existente: Disminución de Riesgos, Evaluación y Rehabilitación, la cual se desarrolló con el objetivo de proporcionar lineamientos y procedimientos para evaluación y rehabilitación de obras existentes previo o posterior a un evento sísmico de magnitud significativa.

Como resultado se obtiene una reestructuración completa desarrollando su contenido en tres partes esenciales: evaluación post-sismo; evaluación pre-sismo, también llamada evaluación de riesgo sísmico; y rehabilitación.

Se encuentran los requerimientos y procedimientos para realizar la evaluación post-sismo, los lineamientos comunes requeridos para realizar la evaluación pre-sismo, utilizada para la determinación del riesgo sísmico, y para rehabilitación; se estipulan las generalidades para evaluación pre-sismo y rehabilitación, respectivamente, además de los requisitos para evaluación de elementos no estructurales. Esta norma se encuentra vigente desde agosto de 2018 (AGÍES, 2018).

## **2.4. OMS/OPS**

Gracias a la contribución del Grupo Asesor en Mitigación de Desastres de la OPS/OMS (GAMiD), y a los aportes de diversos expertos nacionales, se elaboró un método rápido y de bajo costo para la evaluación rápida de la seguridad de los hospitales frente a los desastres (Organización Panamericana de la Salud, 2008).

### **2.4.1. Guía del evaluador de hospitales seguros**

La Guía del evaluador de hospitales seguros, explica en detalle cada uno de los pasos para la aplicación de la lista de verificación que conduce a la obtención del índice de seguridad hospitalaria (como edificación), y se constituye en el documento de consulta básico para los evaluadores de seguridad frente a desastres.

La evaluación proporciona una información útil sobre los puntos fuertes y débiles observados durante la aplicación de la lista de verificación y, una vez realizado el análisis de los hallazgos por parte del equipo evaluador, los resultados de la evaluación al edificio se presentan al cuerpo directivo y al personal del hospital, que tendrá a cargo la realización de las acciones necesarias para mejorar los niveles de seguridad del establecimiento frente a los desastres, dentro de los tiempos recomendados a la edificación.

La determinación del índice de seguridad hospitalaria permite contar con una estimación general y aproximada de la situación de seguridad del edificio de salud evaluado, tomando en cuenta su entorno y la red de servicios de salud en la que se encuentra. En términos comparativos, es como tomar una fotografía borrosa del edificio como hospital, pero que proporciona los elementos básicos necesarios para identificar las características del establecimiento y confirmar o descartar la presencia de riesgos inminentes.

Está diseñado para orientar la decisión y monitorear la evolución de la vulnerabilidad de las instalaciones del edificio al entorno salud en el tiempo, pero no constituye un valor definitivo de la capacidad del establecimiento de salud, pues para ello se requieren estudios detallados a la edificación de vulnerabilidad que incluyan los cuatro componentes: estudios de amenazas, de vulnerabilidad estructural, de vulnerabilidad no estructural y de vulnerabilidad organizativo-funcional. Esta guía se encuentra vigente desde 2008 (Organización Panamericana de la Salud, 2008).



## **3. METODOLOGÍA**

### **3.1. Enfoque y tipo de investigación**

Se define a grandes rasgos el procedimiento del trabajo de investigación para recopilar, analizar e interpretar datos.

#### **3.1.1. Enfoque de la investigación**

El enfoque de la investigación es de carácter cuantitativo basándose en la matriz de indicadores de seguridad, que por medio de un patrón numérico arroja una ponderación final que clasifica el edificio T-9 de la Facultad de Agronomía según su nivel de seguridad.

#### **3.1.2. Alcance de la investigación**

El alcance de la investigación es de carácter descriptivo, pretende describir las características estructurales del edificio T-9 de la Facultad de Agronomía y así establecer la situación actual en la que se encuentra.

#### **3.1.3. Método**

El método para la recolección de información fue una inspección visual al edificio T-9 de la Facultad de Agronomía.

### **3.1.3.1. Etapas**

Entre los pasos para la recolección de la información se encuentran cinco etapas que se describen en los siguientes subtítulos:

#### **3.1.3.1.1. Primera etapa: recopilación de normas**

Esta etapa se basa en la investigación y recopilación de información por medio de las diferentes organizaciones internacionales y normativas nacionales encargadas de la evaluación de daños y reducción de riesgos en edificaciones, entre ellas se encuentran:

- CONRED
- SEGEPLAN
- AGÍES
- OMS/OPS

Entre la información a recopilar se encuentran los formularios de evaluación e indicadores de seguridad utilizados en diferentes estructuras, para luego adaptarlos a la edificación en estudio.

#### **3.1.3.1.2. Segunda etapa: recopilación de datos y creación de instrumento o modelo matemático**

Recopilada la información necesaria para realizar el estudio, se procede a crear un instrumento o modelo matemático con las metodologías o normativas

nacionales e internacionales, fortaleciendo la metodología que se aplicará en el estudio, utilizando indicadores de seguridad importantes y vinculantes para la evaluación del edificio.

#### **3.1.3.1.3. Tercera etapa: proceso de recopilación de información**

Con los instrumentos o modelo matemático desarrollados, se iniciará la recopilación de la información llenando los formularios e indicadores de seguridad en el edificio en estudio.

#### **3.1.3.1.4. Cuarta etapa: análisis de datos**

Al finalizar la tercera etapa, se procede al análisis de la información recolectada en donde se estudian los resultados de los indicadores y formularios utilizados para la evaluación. Se realizan las tablas analíticas correspondientes de las áreas verificadas y clasificadas del edificio. Los datos a obtener son:

- Puntuación en base a los indicadores de seguridad de las áreas verificadas y clasificadas.
- Matriz de indicadores de seguridad, utilizando software Excel.

#### **3.1.3.1.5. Quinta etapa: análisis y presentación de resultados**

Se procederá al análisis de los datos obtenidos y a la presentación de los datos recolectados y los resultados obtenidos de dicho análisis, de los cuales se basará el trabajo de investigación.

#### **3.1.3.2. Unidad de muestreo**

Universidad de San Carlos de Guatemala, Edificio T-9 de la Facultad de Agronomía de la Ciudad Universitaria.

#### **3.1.4. Muestra**

Para la investigación se implementará la muestra no probabilística, muestreo por conveniencia, siendo el edificio que tiene un tiempo de servicio mayor o igual a 30 años, presentando características específicas que permitirán su evaluación por medio de los indicadores de seguridad.

#### **3.1.5. Técnicas e instrumentos**

Se utilizará un instrumento o modelo matemático a través de una matriz de indicadores de seguridad adaptada en base a normativas nacionales e internacionales.

## **4. PROCESO DE EVALUACIÓN**

### **4.1. Recopilación de normas (Primera etapa)**

Consiste en investigar y recopilar las normas nacionales e internacionales relacionadas a la evaluación estructural de edificaciones y a la reducción de riesgos. En ellas se debe identificar los factores críticos a considerar en la evaluación, las autoridades involucradas en cada etapa del proceso, la información que se necesita recolectar, aspectos estructurales, no estructurales y funcionales a tomar en cuenta y cómo estos influyen en el resultado final, al igual que material de apoyo que será de utilidad durante la evaluación, como lo son formularios de evaluación e indicadores de seguridad, esquemas, entre otros.

Es necesario considerar que el material de apoyo en normas, está generado para edificaciones de diversos usos y ocupaciones, por lo tanto, se debe analizar si todos los indicadores en los formularios de evaluación aplican para la unidad de muestreo, de no ser así, se procede a adaptarlos en la manera de lo posible para que estos puedan generar valor en la evaluación y no alterar el resultado final (Organización Panamericana de la Salud, 2008).

### **4.2. Recopilación de datos y creación de instrumento o modelo matemático (Segunda etapa)**

Consta de la evaluación visual del edificio en estudio y la generación del instrumento matemático para análisis de la información recopilada.

#### **4.2.1. Inspección preliminar**

Provee la información rápida sobre el diseño arquitectónico y el tipo de construcción de la ciudad, el impacto general que podrían causar las amenazas y las zonas de probable afectación. Se deben apreciar, también, las vías de acceso principales y alternas al establecimiento.

El reconocimiento preliminar debe recolectar también documentación pertinente y aprovechar diferentes fuentes de información. Toda esta información será unificada en el reporte final.

Luego, se debe examinar el exterior de la edificación, llenar los formularios con la identificación de la edificación y la estructura, evaluar la calidad de construcción, las irregularidades y otros aspectos preexistentes. Antes de entrar al edificio, se debe observar el estado general, fachadas, balcones, salientes, entre otros. Se debe observar, también, el estado de las edificaciones vecinas y establecer si las áreas para evacuación son seguras.

Se debe observar el terreno alrededor de la edificación con la finalidad de identificar fallas o anomalías del terreno, o taludes cercanos. Se debe identificar si existen espejos de agua (mar, ríos, lagunas o lagos, entre otros), cercanos a la edificación, que puedan elevar el nivel freático (Organización Panamericana de la Salud, 2008).

#### **4.2.2. Modelo matemático**

Utilizando el software Excel, se realiza una hoja de cálculo que contiene una serie de fórmulas que asignan valores específicos a cada aspecto a evaluar,

de acuerdo con el rango de seguridad asignado y su importancia relativa respecto a la seguridad integral de la edificación frente a desastres.

Las variables se agrupan en secciones y un grupo de secciones constituye un componente. El valor de cada variable se multiplica por su peso relativo dentro de la sección. La suma de los valores resultantes de todas las variables de una sección da el 100 % de la sección.

Cada sección tiene un peso ponderado asignado en relación con las demás secciones del mismo componente, de tal forma que la suma del peso ponderado de las secciones da el 100 % del componente respectivo.

Mediante este procedimiento, se logran resultados individuales por sección y por componente, para facilitar la identificación de las áreas críticas.

**Figura 6.**

*Referencia de modelo matemático*

2	Aspectos relacionados con la seguridad estructural							
2.1	Seguridad debida a antecedentes del establecimiento	Grado de Seguridad						
1	¿El edificio ha sufrido daños estructurales debido a fenómenos naturales?	Bajo	Medio	Alto				
a	Verificar si existe dictamen estructural que indique que el grado de seguridad ha sido comprometido. SI NO HAN OCURRIDO FENOMENOS NATURALES EN LA ZONA DONDE ESTA EL EDIFICIO NO MARQUE NADA. DEJE ESTA LINEA EN BLANCO, SIN CONTESTAR. B= Daños mayores; M= Daños moderados; A= Daños menores.			1	25	0	0	25
2	¿El edificio ha sido reparado o construido utilizando estándares actuales apropiados?			1	50	0	0	50
a	Corroborar si el inmueble ha sido reparado, en que fecha y si se realizó con base a la normalidad de establecimientos seguros. B= No se aplicaron los estándares; M=Estándares parcialmente aplicados; A=Estándares aplicados completamente.			1	25	0	0	25
3	¿El edificio ha sido remodelado o adaptado afectando el comportamiento de la estructura?			1				
a	Verificar si se han realizado modificaciones usando normas para edificaciones seguras. B= Remodelaciones o adaptaciones mayores; M= Remodelaciones o adaptaciones moderadas; A= Remodelaciones o adaptaciones menores o no han sido necesarias.			1				
						0	0	100

*Nota.* Modelo matemático aplicado en variables a, sección 2.1 del componente 2. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

El componente de seguridad estructural tiene un peso correspondiente al 50 % del índice, el componente no estructural tiene un peso del 30 % y el componente de capacidad funcional, el 20 % restante. La suma de los resultados ponderados de los tres módulos da como resultado el valor total de la seguridad del edificio expresada en función del porcentaje de probabilidad de funcionamiento en casos de desastre.

**Tabla 1.**

*Ponderación vertical*

Ponderación vertical	
<b>Estructural</b>	<b>0.5</b>
<b>No-estructural</b>	<b>0.3</b>
<b>Funcional</b>	<b>0.2</b>

*Nota.* Pesos ponderados de los componentes estructural, no estructural y funcional. Elaboración propia, empleando Microsoft Word.

**Figura 7.**

*Ponderación horizontal*

Ponderación horizontal		Factores de Seguridad
Alta probabilidad de no funcionar	1	0.27
Probablemente funcione	2	0.70
Alta probabilidad de funcionar	4	1.51

Extremo horizontal inferior

Extremo horizontal superior

*Nota.* Pesos ponderados según la probabilidad de funcionar. Elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Dado que cada variable tiene tres niveles de seguridad: alto, medio y bajo, y con el fin de reducir la distorsión al momento de evaluar, se asignan valores constantes a cada nivel de seguridad y mediante fórmulas adicionales se establece el índice de seguridad, cuyo valor máximo es 1 y mínimo es 0.

**Tabla 2.**

*Clasificación del establecimiento según índice de seguridad*

<b>Índice de seguridad</b>	<b>Categoría</b>
<b>0 - 0.35</b>	<b>C</b>
<b>0.36 – 0.65</b>	<b>B</b>
<b>0.66 - 1</b>	<b>A</b>

*Nota.* índice de seguridad y categoría para la clasificación del establecimiento. Elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Los cálculos y ponderaciones se realizan teniendo en cuenta que es muy difícil que un edificio quede perfectamente operativo, por lo que una institución raramente puede recibir un resultado de 1 en el índice de seguridad.

Para evitar sesgos debido a las cifras concordadas de los pesos usados en las ponderaciones del modelo, se acordó usar un rango que toma en cuenta ambos extremos de la escala horizontal de peso. En este caso, el nivel mínimo de la seguridad es 1 y la máxima puntuación es 4. El uso de un rango también le permite al evaluador apreciar gráficamente ambos índices y cómo estos se relacionan entre sí. El índice se obtiene restando al factor de seguridad el extremo horizontal inferior, y este resultado dividirlo dentro del rango.

Los resultados de la lista de verificación son ingresados como valor numérico (1), en las celdas correspondientes, y con ello se logra obtener

automáticamente el índice de seguridad total y específico para los componentes: estructural, no estructural y organizativo funcional (Organización Panamericana de la Salud, 2008).

#### **4.3. Aplicación de lista de verificación y proceso de recopilación de información (Tercera etapa)**

Se pretende que la evaluación sea interactiva y dinámica, y que en ella participen los miembros del comité estudiantil, integrantes del equipo evaluador y las personas interesadas (autoridades, entre otros), si así lo requirieran.

La evaluación de elementos agrupados por módulos permite no sólo una visión general de la institución respecto a su nivel de seguridad en caso de desastres sino, también el cálculo del índice ponderado con base en la importancia de los módulos evaluados en el total. Así, alguna deficiencia en el módulo estructural no es igual a una deficiencia en el módulo no estructural o en el funcional.

Cada módulo puede evaluarse por separado o de manera conjunta, teniendo en cuenta que un factor clave es la integración de los módulos para la obtención de una medición única.

Se espera que la evaluación en sí, dentro de la institución, tenga una duración máxima de ocho horas. Sin embargo, dentro de la agenda debe preverse tiempo adicional para los encuentros de coordinación del equipo de evaluadores con las autoridades del sector, de la institución a la que pertenece el establecimiento y la junta directiva.

Se espera obtener de la evaluación la máxima cantidad de información posible, por lo que se recomienda utilizar cámaras fotográficas y, previa autorización de las autoridades de la institución, video cámaras y grabadoras de audio; sin deteriorar la confianza del entrevistado (Organización Panamericana de la Salud, 2008).

#### **4.4. Análisis de datos de la evaluación (Cuarta etapa)**

Una vez finalizada la evaluación in situ y contando con la lista de indicadores completa, se procede a introducir dicha información al instrumento o modelo matemático, verificando que no haya algún error al momento de ingresarla.

Posteriormente, se analizan los valores ponderados para cada variable y cada sección, al igual que de cada componente: estructural, no estructural y funcional, arrojados automáticamente por el software; obteniendo así, el índice de seguridad.

Contando con dicho índice de seguridad, se procede a analizar el resultado y clasificarlo de acuerdo a categorías por el rango del índice de seguridad en el que se encuentre el edificio, a manera de conocer la situación actual del mismo y comenzar a identificar las áreas de mejora y recomendaciones pertinentes (Organización Panamericana de la Salud, 2008).

#### **4.5. Análisis y presentación de resultados (Quinta etapa)**

Contando con los resultados obtenidos con el instrumento o modelo matemático, se procede a presentarlos de forma tabulada y gráfica, esto con la finalidad de poder visualizarlos de una forma más práctica, teniendo la facilidad

de identificar los componentes que presentan mayor o menor seguridad y que afectan la estabilidad general de la edificación (Organización Panamericana de la Salud, 2008)

#### **4.6. Descripción del formulario de evaluación**

En dichos formularios se aloja toda la información relevante acerca del edificio como objeto de estudio.

##### **4.6.1. Formulario 1. Información general sobre la edificación**

Es el formulario donde constan los datos generales y la capacidad de la edificación evaluada.

- Datos generales: nombre, dirección, datos de contacto, croquis del establecimiento y de su entorno, cantidad de habitantes y otros.
- Capacidad de expansión en casos de desastre. Este formulario debe ser completado, previamente, por el Comité Evaluador. En lo posible debe ir acompañado de un croquis del entorno de la edificación y de la distribución de ambientes y servicios, con su respectiva leyenda (Organización Panamericana de la Salud, 2008).

##### **4.6.2. Formulario 2. Lista de verificación**

Es el documento usado para determinar el diagnóstico preliminar de seguridad frente a desastres. Contiene varios aspectos o variables de evaluación, cada uno con tres niveles de seguridad: alto, medio y bajo.

Está dividido en cuatro componentes o módulos:

- Ubicación geográfica de la edificación
- Seguridad estructural
- Seguridad no estructural
- Seguridad con base en funcionalidad de la estructura (Organización Panamericana de la Salud, 2008).



## 5. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

### 5.1. Recopilación de normas (Primera etapa)

Se indagó en varias fuentes de información y se tomó como referencia las bibliografías y trabajos de investigación elaborados por la normativa de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), como guía para identificar los factores críticos a considerar en la evaluación de edificaciones, principalmente porque es la entidad encargada de prevenir, mitigar, atender y participar en la rehabilitación y reconstrucción de los daños derivados de la presencia de los desastres; a nivel nacional, regional y mundial.

Por otra parte, la Organización Panamericana de la Salud (OPS), que es una entidad internacional comprometida con proteger el bienestar y la salud de la población, ha adoptado políticas nacionales de reducción de riesgos, para lo cual, elaboró una *Guía del evaluador de hospitales seguros*. Esta guía fue la que se tomó como base para la evaluación de este trabajo de graduación, utilizando las listas de verificación y formularios de evaluación.

Dicha guía está orientada a la evaluación de hospitales seguros, y para aplicarla al edificio T-9 de la Facultad de Agronomía de la Ciudad Universitaria, se adaptaron ciertos indicadores de seguridad de los listados de evaluación para que estos fueran medidos en términos de una edificación como centro de estudios, al cual corresponde la unidad de muestreo. De manera que estos generen valor en la evaluación y no alterara el resultado final.

## **5.2. Recopilación de datos y creación de instrumento o modelo matemático (Segunda etapa)**

Se pretendía realizar una evaluación de campo al edificio T-9 de la Facultad de Agronomía de la Ciudad Universitaria para obtener la información sobre el diseño arquitectónico y el tipo de construcción, inspeccionar de manera general el exterior y zonas aledañas a la edificación.

Debido a la situación causada por la pandemia (COVID-19), y posteriormente asuntos políticos relacionados a la Universidad de San Carlos de Guatemala, dicha casa de estudios se vio obligada a cerrar sus instalaciones por tiempo indefinido, por lo tanto, la realización de la visita técnica no se llevó a cabo.

El modelo matemático aplicado en el software Excel y con el que se realizó la evaluación del presente trabajo de graduación, corresponde a un material de apoyo proporcionado por parte de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), en diplomados de Hospitales Seguros.

## **5.3. Aplicación de lista de verificación y proceso de recopilación de información (Tercera etapa)**

La información correspondiente a los indicadores de seguridad de las listas de verificación, fue completada de acuerdo a un edificio análogo al objeto de estudio, el edificio T-3 de la Facultad de Ingeniería de la Ciudad Universitaria, ya que este es el más conocido al ser estudiante de la Facultad de Ingeniería. (Ver apéndices 1 y 2).

También se utilizó como referencia las plantas arquitectónicas del edificio T-9 de la Facultad de Agronomía. (Ver anexos), con las cuales se pudo obtener medidas generales del edificio, distribución de ambientes e índices de ocupación.

#### 5.4. Análisis de datos de la evaluación (Cuarta etapa)

Luego de completar los formularios de evaluación el modelo matemático arroja los valores de probabilidad para cada categoría en los indicadores de seguridad, estableciendo el grado de seguridad de los componentes estructural, no estructural y funcional.

Los valores obtenidos se incluyen en las tablas 1 y 2.

**Tabla 3.**

*Probabilidades de seguridad según categorías por peso horizontal*

<b>Categoría</b>	<b>Alta probabilidad de no funcionar (porcentaje)</b>	<b>Probablemente funcione (porcentaje)</b>	<b>Alta probabilidad de funcionar (porcentaje)</b>	<b>Total (porcentaje)</b>
<b><i>Estructural</i></b>	11.25	52.50	36.25	100
<b><i>No-estructural</i></b>	16.77	20.65	62.58	100
<b><i>Funcional</i></b>	83.32	12.52	4.16	100

*Nota.* Probabilidades de seguridad ante eventos de riesgo aplicando modelo matemático. Elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

**Tabla 4.***Probabilidades de seguridad según categorías por peso vertical*

<b>Categoría</b>	<b>Alta probabilidad de no funcionar (porcentaje)</b>	<b>Probablemente funcione (porcentaje)</b>	<b>Alta probabilidad de funcionar (porcentaje)</b>	<b>Total (porcentaje)</b>
<b>Estructural</b>	5.63	26.25	18.13	50.00
<b>No-estructural</b>	5.03	6.20	18.77	30.00
<b>Funcional</b>	16.66	2.50	0.83	20.00
<b>Total</b>	27.32	34.95	37.73	100.00

*Nota.* Probabilidades de seguridad ante eventos de riesgo aplicando modelo matemático. Elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

### 5.5. Análisis y presentación de resultados (Quinta etapa)

Luego de completar los formularios de evaluación, el modelo matemático arroja los siguientes resultados que se presentan en la tabla 3 y figuras 10-12.

**Tabla 5.***Índice de seguridad, vulnerabilidad y clasificación final del edificio*

<b>Índice de seguridad</b>	<b>Índice de vulnerabilidad</b>
0.49	0.51
<b>Categoría B</b>	
Rango de índice de seguridad	0.36 – 0.65

*Nota.* Clasificación final del edificio aplicando modelo matemático. Elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

**Figura 8.**

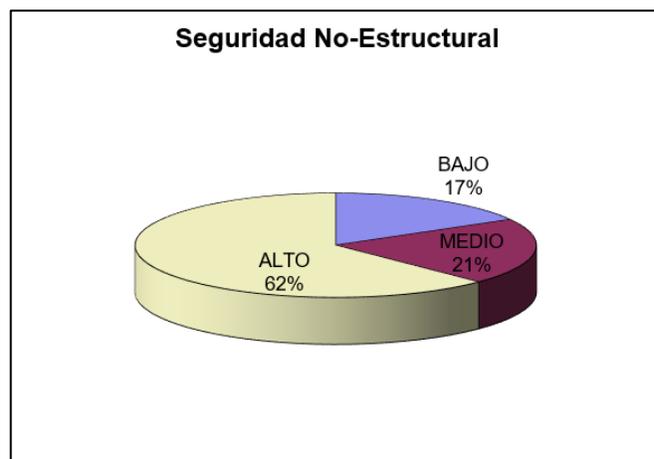
*Gráfico de probabilidad de seguridad estructural*



*Nota.* La probabilidad se presenta en porcentajes. Elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

**Figura 9.**

*Gráfico de probabilidad de seguridad no-estructural*



*Nota.* Grado de seguridad dada en porcentajes. Elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

**Figura 10.**

*Gráfico de probabilidad de seguridad funcional*



*Nota.* Se presenta la información en porcentajes. Elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

## CONCLUSIONES

1. Contar con una guía de evaluación adaptada a normas nacionales e internacionales permite que los indicadores de seguridad se adecúen al tipo de edificación y fortalezca la evaluación, logrando abarcar todos los aspectos estructurales, no estructurales y funcionales que se requieren. Además, se logró identificar que, a pesar de haber indicadores con mayor peso ponderado asignado, es indispensable contar con la totalidad de ellos, ya que todos influyen en la seguridad general del edificio y en la clasificación final del mismo.
2. Acorde a los resultados de la evaluación post-riesgo al edificio T-9 de la Facultad de Agronomía, se estableció que las categorías de seguridad estructural y no estructural presentan altas probabilidades de funcionar a la hora de presentarse frente a un situación de riesgo por fenómenos naturales; sin embargo, la categoría de seguridad funcional requiere de medidas que potencialmente eleven su probabilidad de funcionar, por lo que es necesario priorizar el nivel de preparación para emergencias y plan de resguardo en edificaciones.
3. De acuerdo con el rango del índice de seguridad del edificio, se logró identificar que la clasificación final del mismo es una categoría de seguridad intermedia, por lo tanto, el cálculo del índice de seguridad no es solo un instrumento técnico de medición, sino que se transforma en una nueva manera de gestionar el desastre desde la prevención y la mitigación.



## RECOMENDACIONES

1. Promover a que los ingenieros evaluadores empleen una guía, actualizada y adaptada según la necesidad de la unidad de muestreo, aplicable a los futuros proyectos de edificaciones para el resguardo frente a eventos de riesgo como método preventivo y de mitigación.
2. Implementar de manera obligatoria propuestas de mejoras a edificaciones con más de 30 años (rehabilitaciones o reparaciones), como lo es el caso del edificio T-9 de la Facultad de Agronomía, a manera de mantener y reforzar el resguardo de las personas en caso de la presencia de cualquier evento sísmico u amenaza.
3. Impulsar la organización y coordinación de grupos especializados en el resguardo y la gestión de riesgo para todas las edificaciones en la Universidad de San Carlos de Guatemala, y que estos se mantengan en constante capacitación y cuenten con los medios físicos y económicos para prevenir y enfrentar situaciones de riesgo.
4. Reforzar la evaluación del edificio de concreto T-9 de la Facultad de Agronomía con métodos exhaustivos, para evaluar las condiciones estructurales y la calidad de las obras existentes, como lo son los ensayos no destructivos, especialmente, la aplicación del martillo esclerométrico.



## REFERENCIAS

- Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGÍES. (2018). *Norma AGÍES NSE 6-2018 Evaluación y rehabilitación de obras existentes*. <https://www.agies.org/wp-content/uploads/2018/08/NSE-6-2018-Edici%C3%B3n-Beta-Evaluaci%C3%B3n-y-rehabilitaci%C3%B3n-de-obras-existent.pdf>
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED (2012). *La vulnerabilidad asociada a los desastres Un marco conceptual para Guatemala*. [https://conred.gob.gt/documentos/MARCO\\_CONCEPTUAL\\_DELAS\\_VULNERABILIDADES.pdf](https://conred.gob.gt/documentos/MARCO_CONCEPTUAL_DELAS_VULNERABILIDADES.pdf)
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED (2014). *Norma de reducción de desastres No.2 –NRD2- Normas mínimas de seguridad en edificaciones e instalaciones de uso público*. <https://conred.gob.gt/nrd-2/>
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED (2015). *Guía técnica del proceso de evaluación rápida de daños en vivienda*. <https://dipecholac.net/docs/herramientas-proyecto-dipecho/guatemala/6-GUIA-TECNICA-DEL-PROCESO-DE-EVALUACION-RAPIDA-DE-DANOS-EN-VIVIENDA.pdf>

Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED (2019). *Norma para reducción de desastres Uno –NRD1-. (Acuerdo número 02-2019).* [https://conred.gob.gt/normas/NRD1/acuerdo02-2019\\_NRD1.pdf](https://conred.gob.gt/normas/NRD1/acuerdo02-2019_NRD1.pdf)

Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED (2019). *Norma de reducción de desastres No.3 –NRD3- Especificaciones técnicas para materiales de construcción.* <https://conred.gob.gt/nrd-3/>

Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED (2021). *Norma de reducción de desastres No.1 –NRD1- Normas de seguridad estructural para la República de Guatemala.* <https://conred.gob.gt/nrd-1/>

Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED (2023). *Normas para la reducción de desastres.* <https://conred.gob.gt/normas-reduccion-desastres/>

Moir, J. (2015). *Evaluación de costos de daños estructurales en viviendas populares vulnerables a sismos.* [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/1610/1/Julio%20David%20Moir%20Tello.pdf>

Organización Panamericana de la Salud (2000). *Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud.* [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj6vebz49L9AhV0SDABHUQqDqYQFnoEAcQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.disasterinfo.net%2Fsafehospitals\\_refdocs%2Fdocuments%2Fspanish%2FFundamentosParaLaMitigacion.pdf&usg=AOvVaw1NuXdpJmI46PrOBowzy\\_Tm](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj6vebz49L9AhV0SDABHUQqDqYQFnoEAcQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.disasterinfo.net%2Fsafehospitals_refdocs%2Fdocuments%2Fspanish%2FFundamentosParaLaMitigacion.pdf&usg=AOvVaw1NuXdpJmI46PrOBowzy_Tm)

Organización Panamericana de la Salud (2008). *Índice de seguridad hospitalaria: guía del evaluador de hospitales seguros*. <http://www.planeamientohospitalario.info/contenido/referencia/ish-guia.pdf>

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, SEGEPLAN (2013). *Análisis de gestión del riesgo en proyectos de inversión pública – AGRIP* [https://www.preventionweb.net/files/An%C3%A1lisis\\_de\\_Riesgo\\_en\\_Proyectos\\_de\\_Inversi%C3%B3n\\_P%C3%ABblica\(4\).pdf](https://www.preventionweb.net/files/An%C3%A1lisis_de_Riesgo_en_Proyectos_de_Inversi%C3%B3n_P%C3%ABblica(4).pdf)

Secretaría Ejecutiva de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres –SECONRED- (2004). *Guía didáctica básica de evaluación de daños y necesidades EDAN*. [https://conred.gob.gt/documentos/guias/Guia\\_didactica\\_basica\\_EDAN.pdf](https://conred.gob.gt/documentos/guias/Guia_didactica_basica_EDAN.pdf)



## APÉNDICES

### Apéndice 1.

#### Formulario de evaluación 1

##### FICHA GENERAL DEL EDIFICIO

1. **Nombre del establecimiento:** Edificio T-9, Facultad de Agronomía
2. **Dirección:** Ciudad Universitaria, Ciudad de Guatemala
3. **Teléfono:** (502) 24188000 ext. 1765
4. **Página web y dirección electrónica:** [info@fausac.gt](mailto:info@fausac.gt)
5. **Número total de aulas:** 17
6. **Índice de ocupación de aulas en situaciones normales:** Las mayoría de las aulas se mantienen ocupadas durante las jornadas de clase matutina y vespertina.
7. **Descripción de la institución (aspectos generales, institución a la que pertenece, tipo de establecimiento, ubicación de la red de servicios de salud, tipo de estructura, cobertura de la población, área de influencia, personal asistencial, administrativo, etc.):** El edificio T-9 de la Facultad de Agronomía perteneciente a la Universidad de San Carlos de Guatemala, es un establecimiento para uso educativo cuya estructura está conformada por elementos de concreto, consta de 3 niveles y puede albergar alrededor de 2,400 personas en horarios hábiles y al 100% de su capacidad, incluyendo estudiantes, personal administrativo, entre otros.
8. **Distribución física:** Se adjuntan planos arquitectónicos de la distribución de la estructura. El edificio cuenta con aulas, área de cafetería, oficinas, servicios sanitarios y un jardín central.

Continuación del apéndice 1.

**9. Capacidad de personal:**

Departamento o servicio	Número de personas aproximado Año 2020	Capacidad adicional aproximada Año 2020	Observaciones
Aulas (17)	120 c/u	20 personas/aula	La capacidad final de cada ambiente, dependerá de la forma en que se distribuyan y organicen los espacios.
Aula Magna	190	15 personas	
Asociación de Estudiantes	20	5 personas	
Cafetería	70	10 personas	
Oficinas y otros (16)	5 c/u	2 personas	

**10. Ambientes susceptibles de aumentar la capacidad operativa**

Indique las características de las áreas y ambientes transformables que podrían ser utilizados para aumentar la capacidad del edificio en caso de emergencia o desastre. Especifique la superficie, los servicios disponibles y cualquier otra información que pueda ser útil para evaluar su aptitud para la asistencia médica de emergencia.

Ambiente	Área m2	Agua		Luz		Teléfono		Obs.
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Aulas	121.50		X	X			X	
Aula Magna	186.30		X	X			X	
Asociación de Estudiantes	56.70	x		X		X		
Cafetería	97.20	X		X		x		
Oficinas y otros	48.60	X		X		X		

*Nota.* Ficha general del edificio según planos acotados de Edificio T-9. Elaboración propia.

## Apéndice 2.

### Formulario de evaluación 2

No.	1. Aspectos relacionados con la UBICACIÓN GEOGRÁFICA del edificio (Marcar con X donde corresponda)	Nivel de amenaza			
		No existe amenaza	Nivel de amenaza		
1.1	Amenazas. Consultar mapas de amenazas que especifiquen las amenazas sobre la seguridad del inmueble.		Bajo	Medio	Alto
1.1.1	<b>Fenómenos geológicos</b>				
a	<b>Sismos.</b> De acuerdo al análisis geológico del suelo, marcar el grado de amenaza en que se encuentra el edificio.				X
b	<b>Erupciones volcánicas.</b> De acuerdo con el mapa de amenazas de la región, cercanía y actividad volcánica, identificar el nivel de amenaza al que está expuesto el edificio con relación a las rutas de flujo de lava, piroclastos y ceniza.		X		
c	<b>Deslizamientos.</b> Referirse al mapa de amenazas para identificar el nivel de amenaza para el edificio por deslizamientos ocasionados por suelos inestables (entre otras causas).		X		
d	<b>Tsunamis.</b> De acuerdo al mapa de amenazas identificar el nivel de amenaza para el edificio con relación a antecedentes de tsunamis originados por actividad sísmica o volcánica de origen submarino.	X			
e	<b>Otros (especificar).</b> De acuerdo al mapa de amenazas identifique si existe alguna no incluida en las anteriores, especifique y señale el nivel de amenaza para el edificio.				
1.1.2	<b>Fenómenos hidrometeorológicos</b>				
a	<b>Huracanes.</b> De acuerdo al mapa de vientos identifique el nivel de seguridad con respecto a huracanes. Es conveniente tomar en cuenta la historia de esos eventos al marcar el nivel de amenaza.				X
b	<b>Lluvias torrenciales.</b> Valore el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el edificio en relación a inundaciones causadas por lluvias intensas con base en la historia de esos eventos.			X	
c	<b>Penetraciones del mar o río.</b> Valore el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el edificio en relación a eventos previos que causaron o no inundación en o cerca del edificio por penetración de mar o desborde de ríos.	X			
d	<b>Deslizamientos.</b> De acuerdo al mapa geológico, marcar el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el edificio con relación a deslizamientos ocasionados por saturación del suelo.		X		
e	<b>Otros (especificar).</b> De acuerdo al mapa de amenazas identifique si existe alguna amenaza hidrometeorológica no incluida en las anteriores, especifique y señale el nivel de amenaza correspondiente.				

Continuación del apéndice 2.

No.	1. Aspectos relacionados con la UBICACIÓN GEOGRÁFICA del edificio (Marcar con X donde corresponda)	Nivel de amenaza			
		No existe amenaza	Nivel de amenaza		
1.1	Amenazas. Consultar mapas de amenazas que especifiquen las amenazas sobre la seguridad del inmueble.		Bajo	Medio	Alto
1.1.3	<b>Fenómenos sociales</b>				
a	<b>Concentración de población.</b> Marque el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el edificio con relación al tipo de población que atiende, cercanía a lugares de grandes concentraciones y eventos previos que hayan afectado el edificio.		X		
b	<b>Personas desplazadas.</b> Marque el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el edificio con relación a personas desplazadas por guerra, movimientos sociopolíticos, inmigración y emigración.			X	
c	<b>Otros (especificar).</b> Si otros fenómenos sociales no incluidos, afectan el nivel de seguridad del edificio, especifique y señale el nivel de amenaza.				X
1.1.4	<b>Fenómenos sanitarios-ecológicos</b>				
a	<b>Epidemias.</b> De acuerdo a eventos previos en el edificio y a las patologías específicas marque el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el edificio ante epidemias.				X
b	<b>Contaminación (sistemas).</b> De acuerdo a eventos previos que involucraron contaminación, marque el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el edificio frente a contaminación de sus sistemas.				X
c	<b>Plagas.</b> De acuerdo a ubicación e historial del edificio marque el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el edificio en cuanto a plagas (moscos, pulgas, roedores, entre otros).			X	
d	<b>Otros (especificar).</b> De acuerdo a la historia de la zona donde está ubicado el edificio, especifique y señale el nivel de amenaza por algún fenómeno sanitario ecológico no incluido.				
1.1.5	<b>Fenómenos químico-tecnológicos</b>				
a	<b>Explosiones.</b> De acuerdo al entorno del edificio, señale el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el edificio ante explosiones.		X		
b	<b>Incendios.</b> De acuerdo al entorno del edificio, señale el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el edificio frente a incendios externos.		X		
c	<b>Fuga de materiales peligrosos.</b> De acuerdo al entorno del edificio, señale el nivel de amenaza al que se encuentra expuesto el edificio frente a fuga de materiales peligrosos.	X			
d	<b>Otros (especificar).</b> Especifique y señale el nivel de otra amenaza química o tecnológica en la zona donde se encuentra ubicado el edificio.				

Continuación del apéndice 2.

2	Aspectos relacionados con la seguridad estructural			
2.1	<b>Seguridad debida a antecedentes del establecimiento</b>	Grado de Seguridad		
1	<b>¿El edificio ha sufrido daños estructurales debido a fenómenos naturales?</b>	Bajo	Medio	Alto
a	Verificar si existe dictamen estructural que indique que el grado de seguridad ha sido comprometido. SI NO HAN OCURRIDO FENOMENOS NATURALES EN LA ZONA DONDE ESTÁ EL EDIFICIO NO MARQUE NADA. DEJE ESTA LÍNEA EN BLANCO, SIN CONTESTAR. B= Daños mayores; M= Daños moderados; A= Daños menores.			X
2	<b>¿El edificio ha sido reparado o construido utilizando estándares actuales apropiados?</b>			
a	Corroborar si el inmueble ha sido reparado, en qué fecha y si se realizó con base a la normatividad de establecimientos seguros. B= No se aplicaron los estándares; M=Estándares parcialmente aplicados; A=Estándares aplicados completamente.			X
3	<b>¿El edificio ha sido remodelado o adaptado afectando el comportamiento de la estructura?</b>			
a	Verificar si se han realizado modificaciones usando normas para edificaciones seguras. B= Remodelaciones o adaptaciones mayores; M= Remodelaciones o adaptaciones moderadas; A= Remodelaciones o adaptaciones menores o no han sido necesarias.			X
2.2	<b>Seguridad relacionada con el sistema estructural y el tipo de material usado en la edificación.</b>			
4	<b>Estado de la edificación.</b>			
a	<i>B= Deteriorada por meteorización o exposición al ambiente, grietas en primer nivel y elementos discontinuos de altura; M= Deteriorada sólo por meteorización o exposición al ambiente; A= Sana, no se observan deterioros ni grietas.</i>		X	
5	<b>Materiales de construcción de la estructura.</b>			
a	B= Oxidada con escamas o grietas mayores de 3mm; M= Grietas entre 1 y 3 mm u óxido en forma de polvo; A= Grietas menores a 1mm y no hay óxido.		X	
6	<b>Interacción de los elementos no estructurales con la estructura.</b>			
a	<i>B= Se observa dos o más de lo siguiente: columnas cortas, paredes divisorias unidas a la estructura, cielos rígidos o fachada que interactúa con la estructura; M= Se observa sólo uno de problemas antes mencionados; A= Los elementos no estructurales no afecta la estructura.</i>	X		

Continuación del apéndice 2.

2	Aspectos relacionados con la seguridad estructural			
2.2	Seguridad relacionada con el sistema estructural y el tipo de material usado en la edificación.	Grado de Seguridad		
7	Proximidad de los edificios (martilleo, túnel de viento, incendios, entre otros.)	Bajo	Medio	Alto
a	B= Separación menor al 0.5 % de la altura del edificio de menor altura; M= Separación entre 0.5 – 1.5 % de la altura del edificio de menor altura; A= Separación mayor al 1.5 % del edificio de menor altura.			X
8	Redundancia estructural.			
a	B= Menos de tres líneas de resistencia en cada dirección; M= 3 líneas de resistencia en cada dirección o líneas con orientación no ortogonal; A= Más de 3 líneas de resistencia en cada dirección ortogonal del edificio.			X
9	Detallamiento estructural incluyendo conexiones.			
a	B= Edificio anterior a 1970; M= Edificio construido en los años 1970 y 1990; A=Edificio construido luego de 1990 y de acuerdo a la norma.		X	
10	Seguridad de fundaciones o cimientos.			
a	B= No hay información o la profundidad es menor que 1.5 m; M= No cuenta con planos ni estudio de suelos pero la profundidad es mayor que 1.5 m; A= Cuenta con planos, estudio de suelos, y profundidades mayores a 1.5 m.	X		
11	Irregularidades en planta (rigidez, masa y resistencia).			
a	B= Formas no regulares y estructura no uniforme; M= Formas no regulares pero con estructura uniforme; A= Formas regulares, estructura uniforme en planta y ausencia de elementos que podrían causar torsión.		X	
12	Irregularidades en elevación (rigidez, masa y resistencia).			
a	B= Pisos difieren por más del 20 % de altura y existen elementos discontinuos o irregulares significativos; M= Pisos de similar altura (difieren menos de un 20 %, pero más de 5 %) y pocos elementos discontinuos o irregulares; A= Pisos de similar altura (difieren por menos del 5 %) y no existen elementos discontinuos o irregulares.		X	
13	Adecuación estructural a fenómenos. (meteorológicos, geológicos entre otros)			
a	Valorar por separado y en conjunto, el posible comportamiento del edificio desde el punto de vista estructural ante las diferentes amenazas o peligros excepto sismos. El grado de seguridad se puede evaluar como: B, baja resiliencia estructural a las amenazas naturales presentes en la zona donde está ubicado el edificio; M, moderada resiliencia estructural; H, excelente resiliencia estructural.		X	
	OBSERVACIONES...			

Continuación del apéndice 2.

3	Aspectos relacionados con la seguridad no estructural del edificio			
3.1	3.1 Líneas vitales (instalaciones)			
3.1.1	3.1.1 Sistema eléctrico	Grado de seguridad		
14	Generador adecuado para el 100 % de la demanda.	Bajo	Medio	Alto
a	El evaluador verifica que el generador entre en función pocos segundos después de la caída de tensión, cubriendo la demanda de todo el edificio: oficinas, aulas, servicios sanitarios, entre otros. B = Sólo se enciende manualmente o cubre del 0 – 30 % de la demanda; M = Se enciende automáticamente en más de 10 segundos o cubre 31 – 70 % de la demanda; A = Se enciende automáticamente en menos de 10 segundos y cubre del 71 – 100 % de la demanda.	X		
15	Regularidad de las pruebas de funcionamiento en las áreas críticas.	X		
a	El evaluador verifica la frecuencia en que el generador es puesto a prueba con resultados satisfactorios. B= > 3 meses; M= 1 – 3 meses; A=< 1 mes.			
16	¿Está el generador adecuadamente protegido de fenómenos naturales?		X	
a	B= No; M= Parcialmente; A= Sí.			
17	Seguridad de las instalaciones, ductos y cables eléctricos.		X	
a	B= No; M= Parcialmente; A= Sí.			
18	Sistema redundante al servicio local de suministro de energía eléctrica.		X	
a	B= No; M= Parcialmente; A= Sí.			
19	Sistema con tablero de control e interruptor de sobrecarga y cableado debidamente protegido		X	
a	Verificar la accesibilidad, el buen estado y funcionamiento del tablero de control general de electricidad. B= No; M= Parcialmente; A= Sí.			
20	Sistema de iluminación en sitios clave del edificio.			X
a	Realizar recorrido por pasillos comunes, módulos de gradas, entre otros. Verificando el grado de iluminación de los ambientes y funcionalidad de lámparas. B= No; M= Parcialmente; A= Sí.			
21	Sistemas eléctricos externos, instalados dentro del perímetro del edificio.	X		
a	Verificar si existen subestaciones eléctrica o transformadores que proveen electricidad al edificio. B= No existen subestaciones eléctricas instaladas en el edificio; M= Existen subestaciones, pero no proveen suficiente energía al edificio; A= Subestación eléctrica instalada y provee suficiente energía al edificio.			

Continuación del apéndice 2.

<b>3</b>	<b>Aspectos relacionados con la seguridad no estructural del edificio</b>			
<b>3.1</b>	<b>3.1 Líneas vitales (instalaciones)</b>			
<b>3.1.2</b>	<b>Sistema de telecomunicaciones</b>	Grado de seguridad		
<b>22</b>	<b>Estado técnico de las antenas y soportes de las mismas.</b>	Bajo	Medio	Alto
<b>a</b>	Verificar el estado de las antenas y de sus abrazaderas y soportes. <i>B= Mal estado o no existen; M= Regular; A= Buen estado.</i>	X		
<b>23</b>	<b>Estado técnico de sistemas de baja corriente</b> (conexiones telefónicas/cables de Internet).			
<b>a</b>	Verificar en áreas estratégicas que los cables estén conectados evitando la sobrecarga. <i>B= Mal estado o no existen; M= Regular; A= Bueno.</i>		X	
<b>24</b>	<b>Estado técnico del sistema de comunicación alternativo</b>			
<b>a</b>	Verificar el estado de otros sistemas: radiocomunicación, teléfono satelital, Internet, entre otros. <i>B= mal estado o no existe; M= Regular; A= Bueno.</i>	X		
<b>25</b>	<b>Estado técnico de anclajes de los equipos y soportes de cables.</b>			
<b>a</b>	Verificar que los equipos de telecomunicaciones (radios, teléfono satelital, video-conferencia, entre otros.) cuenten con anclajes que eleven su grado de seguridad. <b>SI EL SISTEMA NO NECESITA ANCLAJES O ABRAZADERAS, NO LLENAR. DEJAR LAS TRES CASILLAS EN BLANCO.</b> <i>B= Malo; M= Regular; A= Bueno.</i>		X	
<b>26</b>	<b>Estado técnico de sistemas de telecomunicaciones externos, instalados dentro del perímetro del edificio.</b>			
<b>a</b>	Verificar si existen sistemas de telecomunicaciones externos que interfieran con el grado de seguridad del edificio. <i>B= Telecomunicaciones externas interfieren seriamente con las comunicaciones del edificio; M= Telecomunicaciones externas interfieren moderadamente con las comunicaciones del edificio; A= No existe interferencia a las comunicaciones del edificio.</i>			X
<b>27</b>	<b>Local con condiciones apropiadas para sistemas de telecomunicaciones</b>			
<b>a</b>	<i>B= Malo o no existe; M= Regular; A= Bueno</i>		X	
<b>28</b>	<b>Seguridad del sistema interno de comunicaciones</b>			
<b>a</b>	Verificar el estado de los sistemas de perifoneo, anuncios, altavoces, intercomunicadores y otros, que permitan comunicarse con el personal, estudiantes y autoridades en el edificio. <i>B= mal o no existe; M= Regular; A= Bueno</i>		X	

Continuación del apéndice 2.

<b>3</b>	<b>Aspectos relacionados con la seguridad no estructural del edificio</b>			
<b>3.1</b>	<b>3.1 Líneas vitales (instalaciones)</b>			
<b>3.1.3</b>	<b>Sistema de aprovisionamiento de agua</b>	Grado de seguridad		
<b>29</b>	<b>Tanque de agua con reserva permanente suficiente para proveer al menos 300 litros por estudiante y por día durante 72 horas.</b>	Bajo	Medio	Alto
<b>a</b>	Verificar que el depósito de agua cuente con una capacidad suficiente para satisfacer la demanda del edificio por 3 días. B= Cubre la demanda de 24 horas o menos; M= Cubre la demanda de más de 24 horas pero menos de 72 horas; A= Garantizado para cubrir la demanda por 72 horas o más.	X		
<b>30</b>	<b>Los depósitos se encuentran en lugar seguro y protegido</b>			
<b>a</b>	Visitar sitio de cisterna y corroborar el área donde está instalada y su grado de seguridad. B= Si el espacio es susceptible de falla estructural o no estructural; M= Cuando la falla no representa posibilidad de colapso; A= Cuando tiene poca posibilidad de funcionar.	X		
<b>31</b>	<b>Sistema alternativo de abastecimiento de agua adicional a la red de distribución principal.</b>			
<b>a</b>	Identificar organismos o mecanismos para abastecer o reaprovisionar de agua al edificio en caso de falla del sistema público. B= Si da menos de 30 % de la demanda; M= Si suple valores de 30 a 80 % de la demanda; A= Si suple más del 80 % de la dotación diaria.	X		
<b>32</b>	<b>Seguridad del sistema de distribución.</b>			
<b>a</b>	Verificar el buen estado y funcionamiento del sistema de distribución, incluyendo la cisterna, válvula, tuberías y uniones. B= Si menos del 60 % se encuentra en buenas condiciones de operación; M= entre 60 y 80 %; A= más del 80 %.		X	
<b>33</b>	<b>Sistema de bombeo alternativo</b>			
<b>a</b>	Identificar la existencia y el estado operativo del sistema alternativo de bombeo, en caso de falla en el suministro. B= No hay bomba de reserva y las operativas no suplen toda la demanda diaria; M= Están todas las bombas en regular estado de operación; A= Todas las bombas y las de reserva están operativas.		X	

Continuación del apéndice 2.

<b>3</b>	<b>Aspectos relacionados con la seguridad no estructural del edificio</b>			
<b>3.1</b>	<b>3.1 Líneas vitales (instalaciones)</b>			
<b>3.1.4</b>	<b>Depósito de combustible (gas, gasolina o diésel):</b>	Grado de seguridad		
<b>34</b>	<b>Tanques para combustible con capacidad suficiente para un mínimo de 5 días.</b>	Bajo	Medio	Alto
<b>a</b>	Verificar que el edificio cuente con depósito amplio y seguro para almacenaje de combustible. B= Cuando es inseguro o tiene menos de 3 días; M= Almacenamiento con cierta seguridad y con 3 a 5 días de abastecimiento de combustible; A= Se tienen 5 o más días de autonomía y es seguro.	N/A		
<b>35</b>	<b>Anclaje y buena protección de tanques y cilindros</b>	N/A		
<b>a</b>	<i>B= No hay anclajes y el recinto no es seguro; M= Se aprecian anclajes insuficientes; A= Existen anclajes en buenas condiciones y el recinto o espacio es apropiado.</i>			
<b>36</b>	<b>Ubicación y seguridad apropiada de depósitos de combustibles</b>	N/A		
<b>a</b>	Verificar que los depósitos que contienen elementos inflamables se encuentren a una distancia que afecte el grado de seguridad del edificio. B= Existe el riesgo de falla o no son accesibles; M= Se tiene una de las dos condiciones mencionadas; A= Los depósitos son accesibles y están en lugares libres de riesgos.			
<b>37</b>	<b>Seguridad del sistema de distribución (válvulas; tuberías y uniones).</b>	N/A		
<b>a</b>	<i>B= Si menos del 60 % se encuentra en buenas condiciones de operación; M= entre 60 y 80 %; A= más del 80 %.</i>			
<b>3.1.5</b>	<b>Gases medicinales (oxígeno, nitrógeno, entre otros.)</b>			
<b>38</b>	<b>Almacenaje suficiente para 15 días como mínimo.</b>	N/A		
<b>a</b>	<i>B= Menos de 10 días; M= entre 10 y 15 días; A= Más de 15 días.</i>			
<b>39</b>	<b>Anclaje de tanques, cilindros y equipos complementarios</b>	N/A		
<b>a</b>	<i>B= No existen anclajes; M= Los anclajes no son de buen calibre; A= Los anclajes son de buen calibre.</i>			
<b>40</b>	<b>Fuentes alternas disponibles de gases medicinales</b>	N/A		
<b>a</b>	<i>B= No existen fuentes alternas o están en mal estado; M= Existen, pero en regular estado; A= Existen y están en buen estado.</i>			
<b>41</b>	<b>Ubicación apropiada de los recintos.</b>	N/A		
<b>a</b>	<i>B= Los recintos no tienen accesos; M= los recintos tienen acceso, pero con riesgos A= Los recintos son accesibles y están libres de riesgos;</i>			

Continuación del apéndice 2.

<b>3</b>	<b>Aspectos relacionados con la seguridad no estructural del edificio</b>			
<b>3.1</b>	<b>3.1 Líneas vitales (instalaciones)</b>			
<b>3.1.5</b>	<b>Gases medicinales (oxígeno, nitrógeno, entre otros.)</b>	Grado de seguridad		
<b>42</b>	<b>Seguridad del sistema de distribución (válvulas; tuberías y uniones).</b>	Bajo	Medio	Alto
<b>a</b>	<i>B= Si menos del 60 % se encuentra en buenas condiciones de operación; M= Entre 60 y 80 %; A= Más del 80 %.</i>	N/A		
<b>43</b>	<b>Protección de tanques, cilindros y equipos adicionales</b>			
<b>a</b>	<i>B= No existen áreas exclusivas para tanques y equipos adicionales.; M= Áreas exclusivas para protección de tanques y equipos, pero el personal no está entrenado; A= Áreas exclusivas para este equipamiento y el personal está entrenado.</i>	N/A		
<b>44</b>	<b>Seguridad apropiada de los recintos.</b>			
<b>a</b>	<i>B= No existen áreas reservadas para almacenar gases; M= Áreas reservadas para almacenar gases, pero sin medidas de seguridad apropiadas; A= Se cuenta con áreas de almacenamiento adecuados y no tienen riesgos</i>	N/A		
<b>3.2</b>	<b>Sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado en áreas críticas</b>			
<b>45</b>	<b>Soportes adecuados para los ductos y revisión del movimiento de los ductos y tuberías que atraviesan juntas de dilatación</b>			
<b>a</b>	<i>B= No existen soportes y tienen juntas rígidas; M=Existen soportes o juntas flexibles; A= Existen soportes y las juntas son flexibles</i>	N/A		
<b>46</b>	<b>Condición de tuberías, uniones, y válvulas</b>			
<b>a</b>	<i>B= Malo; M= Regular; A= Bueno.</i>	N/A		
<b>47</b>	<b>Condiciones de los anclajes de los equipos de calefacción y agua caliente.</b>			
<b>a</b>	<i>B= Malo; M= Regular; A= Bueno.</i>	N/A		
<b>48</b>	<b>Condiciones de los anclajes de los equipos de aire acondicionado.</b>			
<b>a</b>	<i>B= Malo; M= Regular; A= Bueno</i>	N/A		
<b>49</b>	<b>Ubicación apropiada de los recintos.</b>			
<b>a</b>	<i>B= Malo; M= Regular; A= Bueno.</i>	N/A		
<b>50</b>	<b>Seguridad apropiada de los recintos.</b>			
<b>a</b>	<i>B= Malo; M= Regular; A= Bueno.</i>	N/A		

Continuación del apéndice 2.

<b>3</b>	<b>Aspectos relacionados con la seguridad no estructural del edificio</b>			
<b>3.2</b>	<b>Sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado en áreas críticas</b>	Grado de seguridad		
<b>51</b>	<b>Funcionamiento de los equipos (Ej. Caldera, sistemas de aire acondicionado y extractores entre otros).</b>	Bajo	Medio	Alto
<b>a</b>	<i>B= Malo; M= Regular; A= Bueno.</i>	<b>N/A</b>		
<b>3.3</b>	<b>Mobiliario y equipo de oficina fijo y móvil y almacenes (Incluye computadoras, impresoras, entre otros.)</b>			
<b>52</b>	<b>Anclajes de la estantería y seguridad de contenidos.</b>			
<b>a</b>	Verificar que los estantes se encuentren fijados a las paredes o con soportes de seguridad. <i>B= La estantería no está fijada a las paredes; M= La estantería está fijada, pero el contenido no está asegurado; A= La estantería está fijada y el contenido asegurado.</i>	<b>X</b>		
<b>53</b>	<b>Computadoras e impresoras con seguro.</b>			
<b>a</b>	Verificar que las mesas para computadora estén aseguradas y con frenos de ruedas aplicados. <i>B= Malo; M= Regular; A= Bueno o no necesita anclaje.</i>			<b>X</b>
<b>54</b>	<b>Condición del mobiliario de oficina y otros equipos.</b>			
<b>a</b>	Verificar en recorrido por oficinas el anclaje o fijación del mobiliario. <i>B= Malo; M= Regular; A= Bueno o no necesita anclaje.</i>			<b>X</b>
<b>3.4</b>	<b>Equipos de laboratorio y suministros.</b>			
<b>55</b>	<b>Equipo de laboratorio.</b>			
<b>a</b>	Verificar que lámparas, mesas se encuentren operativos y con seguros y frenos aplicados. <i>B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro.</i>			<b>X</b>
<b>56</b>	<b>Condición y seguridad del equipo médico de Rayos X e Imagenología</b>			
<b>a</b>	Verificar que las mesas de Rayos X y el equipo de rayos se encuentren en buenas condiciones y fijos. <i>B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro.</i>	<b>N/A</b>		
<b>57</b>	<b>Condición y seguridad del equipo en laboratorios.</b>			
<b>a</b>	<i>B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro.</i>			<b>X</b>
<b>58</b>	<b>Condición y seguridad del equipo médico en el servicio de urgencias.</b>			
<b>a</b>	<i>B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro.</i>	<b>N/A</b>		

Continuación del apéndice 2.

3	Aspectos relacionados con la seguridad no estructural del edificio			
3.4	Equipos de laboratorio y suministros.	Grado de seguridad		
59	Condición y seguridad del equipo médico de la unidad de cuidados intensivos o intermedios	Bajo	Medio	Alto
a	<i>B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro.</i>	N/A		
60	Condición y seguridad del equipamiento y mobiliario de farmacia			
a	<i>B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro.</i>	N/A		
61	Condición y seguridad del equipo de esterilización			
a	<i>B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro.</i>	N/A		
62	Condición y seguridad del equipo médico para cuidado del recién nacido.			
a	<i>B= Cuando el equipo no existe, está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro.</i>	N/A		
63	Condición y seguridad del equipo médico para la atención de quemados.			
a	<i>B= Cuando el equipo no existe, está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro.</i>	N/A		
64	Condición y seguridad del equipo médico para radioterapia o medicina nuclear.			
a	SI el edificio NO CUENTA CON ESTOS SERVICIOS, DEJAR EN BLANCO. <i>B= Cuando no existe o el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro.</i>	N/A		
65	Condición y seguridad del equipo médico en otros servicios.			
a	<i>B= Si más del 30 % de los equipos se encuentra en riesgo de pérdida material o funcional y si algún equipo pone en forma directa o indirecta en peligro la función de todo el servicio; M= Si entre el 10 y el 30 % de los equipos se encuentra en riesgo de pérdida, A=Si menos del 10 % de los equipos tiene riesgo de pérdida.</i>	N/A		

Continuación del apéndice 2.

3	Aspectos relacionados con la seguridad no estructural del edificio			
3.4	Equipos de laboratorio y suministros	Grado de seguridad		
66	Anclajes de la estantería y seguridad de contenidos universitarios.	Bajo	Medio	Alto
a	<i>B= 20 % o menos se encuentran seguros contra el vuelco de la estantería o el vaciamiento de contenidos; M= 20 a 80 % se encuentra seguros contra el vuelco; A= Más del 80 % se encuentra con protección a la estabilidad de la estantería y la seguridad del contenido, o porque no requiere anclaje.</i>		X	
3.5	Elementos arquitectónicos			
67	Condición y seguridad de puertas o entradas.			
a	<i>B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes, sistemas o funciones; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento de otros componentes; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.</i>		X	
68	Condición y seguridad de ventanales.			
a	<i>B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes, sistemas o funciones; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento de otros componentes; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.</i>		X	
69	Condición y seguridad de otros elementos de cierre (muros externos, fachada, entre otros.).			
a	<i>B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.</i>		X	
70	Condición y seguridad de techos y cubiertas.			
a	<i>B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.</i>		X	
71	Condición y seguridad de parapetos (pared o baranda que se pone para evitar caídas, en los puentes, escaleras, cubiertas, entre otros.)			
a	<i>B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistema; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas</i>		X	

Continuación del apéndice 2.

<b>3</b>	<b>Aspectos relacionados con la seguridad no estructural del edificio</b>			
<b>3.5</b>	<b>Elementos arquitectónicos</b>	Grado de seguridad		
<b>72</b>	<b>Condición y seguridad de cercos y cierres perimétricos.</b>	Bajo	Medio	Alto
<b>a</b>	<i>B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.</i>		X	
<b>73</b>	<b>Condición y seguridad de otros elementos perimetrales (cornisas, ornamentos entre otros.).</b>			
<b>a</b>	<i>B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.</i>		X	
<b>74</b>	<b>Condición y seguridad de áreas de circulación externa.</b>			
<b>a</b>	<i>B= Los daños a la vía o los pasadizos impide el acceso al edificio o ponen en riesgo a los peatones; M= Los daños a la vía o los pasadizos no impiden el acceso al edificio a los peatones, pero sí el acceso vehicular; A= No existen daños o su daño es menor y no impide el acceso de peatones ni de vehículos.</i>		X	
<b>75</b>	<b>Condición y seguridad de áreas de circulación interna (pasadizos, elevadores, escaleras, salidas, entre otros.)</b>			
<b>a</b>	<i>B= Los daños a las rutas de circulación interna impiden la circulación dentro del edificio o ponen en riesgo a las personas; M= Los daños a la vía o los pasadizos no impiden la circulación de las personas, pero sí el acceso de camillas y otros; A= No existen daños o su daño es menor y no impide la circulación de personas ni de camillas y equipos rodantes.</i>			X
<b>76</b>	<b>Condición y seguridad de particiones o divisiones internas.</b>			
<b>a</b>	<i>B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistema; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.</i>		X	
<b>77</b>	<b>Condición y seguridad de cielos falsos o rasos</b>			
<b>a</b>	SI EL EDIFICIO NO TIENE TECHOS FALSOS O SUSPENDIDOS, NO MARQUE NADA. DEJE LAS TRES CASILLAS EN BLANCO. <i>B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.</i>			

Continuación del apéndice 2.

3	Aspectos relacionados con la seguridad no estructural del edificio			
3.5	Elementos arquitectónicos	Grado de seguridad		
72	Condición y seguridad de cercos y cierres perimétricos.	Bajo	Medio	Alto
a	<i>B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.</i>			X
79	Condición y seguridad del sistema de protección contra incendios.			
a	<i>B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.</i>	X		
80	Condición y seguridad de ascensores.			
a	<i>SI NO EXISTEN ELEVADORES, DEJE LAS TRES CASILLAS EN BLANCO. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.</i>			
81	Condición y seguridad de escaleras			
a	<i>B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.</i>			X
82	Condición y seguridad de las cubiertas de los pisos.			
a	<i>B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.</i>		X	
83	Condición de las vías de acceso al edificio.			
a	<i>B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.</i>			X
84	Otros elementos arquitectónicos incluyendo señales de seguridad			
a	<i>B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.</i>			X

Continuación del apéndice 2.

4	Aspectos relacionados con la seguridad en base a la capacidad funcional			
4.1	<b>Organización del comité del edificio para desastres y centro de operaciones de emergencia.</b>	Grado de seguridad		
85	<b>Comité formalmente establecido para responder a las emergencias masivas o desastres.</b>	Bajo	Medio	Alto
a	Solicitar el acta constitutiva del Comité y verificar que los cargos y firmas correspondan al personal en función. B= No existe comité; M= Existe el comité pero no es operativo; A= Existe y es operativo.	X		
86	<b>El Comité está conformado por personal multidisciplinario.</b>			
a	<i>Hay que verificar que los cargos dentro del comité sean ejercidos por personal de diversas categorías del equipo multidisciplinario: director, jefe de enfermería, ingeniero de mantenimiento, jefe de urgencias, jefe médico, jefe quirúrgico, jefe de laboratorio y jefe de servicios auxiliares, entre otros. B= 0-3; M=4-5; A= 6 o más</i>	X		
87	<b>Cada miembro tiene conocimiento de sus responsabilidades específicas.</b>			
a	Verificar que cuenten con sus actividades por escrito dependiendo de su función específica: B= No asignadas; M= Asignadas oficialmente; A= Todos los miembros conocen y cumplen su responsabilidad.	X		
88	<b>Espacio físico para el centro de operaciones de emergencia (COE) del edificio.</b>			
a	<i>Verificar la sala destinada para el comando operativo que cuente con todos los medios de comunicación (teléfono, fax, Internet, entre otros). B= No existe; M= Asignada oficialmente; A= Existe y es funcional.</i>	X		
89	<b>El COE está ubicado en un sitio protegido y seguro.</b>			
a	Identificar la ubicación tomando en cuenta su accesibilidad, seguridad y protección. B= La sala del COE no está en un sitio seguro; M= EL COE está en un lugar seguro pero poco accesible; A= EL COE está en un sitio seguro, protegido y accesible.	X		
90	<b>El COE cuenta con sistema informático y computadoras.</b>			
a	<i>Verificar si cuenta con intranet e internet. B= No; M=Parcialmente; A= Cuenta con todos los requerimientos</i>	X		

Continuación del apéndice 2.

4	Aspectos relacionados con la seguridad en base a la capacidad funcional			
4.1	<b>Organización del comité del edificio para desastres y centro de operaciones de emergencia.</b>	Grado de seguridad		
91	<b>El sistema de comunicación interna y externa del COE funciona adecuadamente.</b>	Bajo	Medio	Alto
a	Verificar si el conmutador (central de redistribución de llamadas) cuenta con sistema de perifoneo y si los operadores conocen el código de alerta y su funcionamiento. <i>B= No funciona/ no existe; M = Parcialmente; A= Completo y funciona.</i>	X		
92	<b>El COE cuenta con sistema de comunicación alterna.</b>			
a	Verificar si además de conmutador existe comunicación alterna como celular, radio, entre otros. <i>B= No cuenta; M= Parcialmente; A= Si cuenta.</i>	X		
93	<b>El COE cuenta con mobiliario y equipo apropiado</b>			
a	Verificar escritorios, sillas, tomas de corriente, iluminación, agua y drenaje. <i>B= No cuenta; M= Parcialmente; A= Si cuenta.</i>	X		
94	<b>El COE cuenta con directorio telefónico de contactos actualizado y disponible.</b>			
a	Verificar que el directorio incluya todos los servicios de apoyo necesarios ante una emergencia (corroborar teléfonos en forma aleatoria). <i>B= No; M= Existe pero no está actualizado; Si cuenta y está actualizado.</i>	X		
95	<b>“Tarjetas de acción” disponibles para todo el personal.</b>			
a	Verificar que las tarjetas de acción indiquen las funciones que realiza cada integrante del edificio especificando su participación en caso de desastre interno o externo. <i>B= No; M= Insuficiente (cantidad y calidad); A= Todos la tienen.</i>	X		
4.2	<b>Plan operativo para desastres internos o externos.</b>			
96	<b>Refuerzo de los servicios esenciales del edificio.</b>			
a	El plan especifica las actividades a realizar antes, durante y después de un desastre en los servicios claves del edificio. <i>B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	X		
97	<b>Procedimientos para la activación y desactivación del plan.</b>			
a	Se especifica cómo, cuándo y quién es el responsable de activar y desactivar el plan. <i>B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	X		

Continuación del apéndice 2.

4	Aspectos relacionados con la seguridad en base a la capacidad funcional			
4.2	Plan operativo para desastres internos o externos.	Grado de seguridad		
98	Previsiones administrativas especiales para desastres.	Bajo	Medio	Alto
a	Verificar que el plan considere contratación de personal, adquisiciones en caso de desastre y presupuesto para pago por tiempo extra, doble turno, entre otros. B= No existen las provisiones o existen únicamente en el documento; M= Existen provisiones y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	X		
99	Recursos financieros para emergencias presupuestados y garantizados.			
a	El edificio cuenta con presupuesto específico para aplicarse en caso de desastre: B= No presupuestado; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.	X		
100	Procedimientos para habilitación de espacios para aumentar la capacidad			
a	El plan debe incluir y especificar las áreas físicas que podrán habilitarse para dar atención a saldo masivo de víctimas: B= No se encuentran identificadas las áreas de expansión; M= Se han identificado las áreas de expansión y el personal capacitado para implementarlos; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar los procedimientos.	X		
101	101. Procedimiento para admisión en emergencias y desastres.			
a	El plan debe especificar los sitios y el personal responsable de realizar el TRIAGE. B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.	X		
102	Procedimientos para la expansión de áreas críticas.			
a	El plan debe indicar la forma y las actividades que se deben realizar en la expansión del edificio en caso de un imprevisto. (Ej. suministro de agua potable, electricidad, desagüe, entre otros.): B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.	X		
103	Procedimientos para protección de expedientes estudiantiles e información confidencial.			
a	El plan indica la forma en que deben ser trasladados los expedientes estudiantiles e información de importancia: B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.	X		

Continuación del apéndice 2.

4	Aspectos relacionados con la seguridad en base a la capacidad funcional			
4.2	Plan operativo para desastres internos o externos.	Grado de seguridad		
104	Inspección regular de seguridad por la autoridad competente.	Bajo	Medio	Alto
a	En recorrido por el edificio verificar la fecha de caducidad o llenado de extintores e hidrantes. Y si existe referencia del llenado de los mismos o bitácora de visitas por el personal de protección civil. B= No existe; M = inspección parcial o sin vigencia; A= Completa y actualizada.	X		
105	Procedimientos para vigilancia epidemiológica intraedificioaria.			
a	Verificar si el Comité de Vigilancia Epidemiológica intraedificioaria cuenta con procedimientos específicos para casos de desastre o atención masiva de víctimas: B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.	N/A		
106	Procedimientos para la habilitación de sitios para la ubicación temporal de cadáveres y medicina forense			
a	Verificar si el plan incluye actividades específicas para el área de patología y si tiene sitio destinado para depósito de múltiples cadáveres: B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.	N/A		
107	Procedimientos para triage, reanimación, estabilización y tratamiento.			
a	<i>B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	X		
108	Transporte y soporte logístico.			
a	Verificar si el edificio cuenta con ambulancias y otros vehículos oficiales: B= No cuenta con ambulancias y otros vehículos para soporte logístico; M= Cuenta con vehículos insuficientes; A= Cuenta con vehículos adecuados y en cantidad suficiente.	X		
109	Raciones alimenticias para el personal durante la emergencia.			
a	El plan especifica las actividades a realizar por el área de nutrición y debe contar con presupuesto para aplicarse en el rubro de alimentos. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más	X		
110	Asignación de funciones para el personal adicional movilizado durante la emergencia			
a	<i>B= No existe o existe únicamente el documento; M= Las funciones están asignadas y el personal capacitado; A= Las funciones están asignadas, el personal está capacitado y cuenta con recursos para cumplir las funciones.</i>	X		

Continuación del apéndice 2.

4	Aspectos relacionados con la seguridad en base a la capacidad funcional			
4.2	Plan operativo para desastres internos o externos.	Grado de seguridad		
111	Medidas para garantizar el bienestar del personal adicional de emergencia	Bajo	Medio	Alto
a	El plan incluye el sitio donde el personal de urgencias puede tomar receso, hidratación y alimentos. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas.	X		
112	Vinculado al plan de emergencias local.			
a	Existe antecedente por escrito de la vinculación del plan a otras instancias de la comunidad. B= No vinculado; M= Vinculado no operativo; A= Vinculado y operativo.	X		
113	Mecanismos para elaborar el censo de estudiantes admitidos y referidos a otros edificios.			
a	El plan cuenta con formatos específicos que faciliten el censo de estudiantes ante las emergencias: B=No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el mecanismo y el personal capacitado; A=Existe el mecanismo, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el censo.	X		
114	Sistema de referencia y contrarreferencia			
a	B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	X		
115	Procedimientos de información al público y la prensa.			
a	El plan del edificio para caso de desastre especifica quien es el responsable para dar información al público y prensa en caso de desastre ( la persona de mayor jerarquía en el momento del desastre): B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.	X		
116	Procedimientos operativos para respuesta en turnos nocturnos, fines de semana y días feriados			
a	B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.	X		
117	Procedimientos para evacuación de la edificación			
a	Verificar si existe plan o procedimientos para evacuación de estudiantes, personal y autoridades. B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.	X		

Continuación del apéndice 2.

4 Aspectos relacionados con la seguridad en base a la capacidad funcional				
4.2 Plan operativo para desastres internos o externos.		Grado de seguridad		
118 Las rutas de emergencia y salida son accesibles		Bajo	Medio	Alto
a	Verificar que las rutas de salida están claramente marcadas y libres de obstrucción. B= Las rutas de salida no están claramente señalizadas y varias están bloqueadas; M=Algunas rutas de salida están marcadas y la mayoría están libres de obstrucciones; A= Todas las rutas están claramente marcadas y libres de obstrucciones.		X	
119 Ejercicios de simulación o simulacros				
a	Verificar que los planes sean regularmente puestos a prueba a través de simulacros o simulaciones, evaluados y modificados como corresponda. B= Los planes no son puestos a prueba; M= Los planes son puestos a prueba con una frecuencia mayor a un año; A= Los planes son puestos a prueba al menos una vez al año y son actualizados de acuerdo a los resultados de los ejercicios.	X		
4.3 Planes de contingencia para atención médica en desastres.				
120 Sismos, tsunamis, erupciones volcánicas y deslizamientos.				
a	SI NO EXISTEN ESTAS AMENAZAS EN LA ZONA DONDE ESTÁ UBICADO EL EDIFICIO, NO MARCAR NADA. DEJAR LAS TRES CASILLAS EN BLANCO. B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	X		
121 Crisis sociales y terrorismo				
a	B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	X		
122 Inundaciones y huracanes.				
a	SI NO EXISTEN ESTAS AMENAZAS EN LA ZONA DONDE ESTÁ UBICADO EL EDIFICIO, NO MARCAR NADA. DEJAR LAS TRES CASILLAS EN BLANCO. B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	X		
123 Incendios y explosiones				
a	B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el Plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	X		
124 Emergencias químicas o radiaciones ionizantes.				
a	B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	X		

Continuación del apéndice 2.

4	Aspectos relacionados con la seguridad en base a la capacidad funcional			
4.3	Planes de contingencia para atención médica en desastres.	Grado de seguridad		
125	Agentes con potencial epidémico.	Bajo	Medio	Alto
a	<i>B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>		X	
126	Atención psicosocial para pacientes, familiares y personal de salud.			
a	<i>B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>		X	
127	Control de infecciones.			
a	Solicitar el manual correspondiente y verificar vigencia: B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el manual y el personal capacitado; A= Existe el manual, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.	X		
4.4	Planes para el funcionamiento, mantenimiento preventivo y correctivo de los servicios vitales			
128	Suministro de energía eléctrica y plantas auxiliares.			
a	El área de mantenimiento deberá presentar el manual de operación del generador alterno de electricidad, o bitácora de mantenimiento preventivo: B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.		X	
129	Suministro de agua potable			
a	El área de mantenimiento deberá presentar el manual de operación del sistema de suministro de agua o bitácora de mantenimiento preventivo y de control de la calidad del agua: B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.		X	
130	Reserva de combustible			
a	El área de mantenimiento deberá presentar el manual para el suministro de combustible, o la bitácora de mantenimiento preventivo: B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	X		

Continuación del apéndice 2.

4	Aspectos relacionados con la seguridad en base a la capacidad funcional			
4.4	Planes para el funcionamiento, mantenimiento preventivo y correctivo de los servicios vitales	Grado de seguridad		
131	Gases medicinales	Bajo	Medio	Alto
a	El área de mantenimiento deberá presentar el manual de suministro de gases medicinales, o bitácora de mantenimiento preventivo. B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	N/A		
132	Sistemas habituales y alternos de comunicación.			
a	<i>B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	X		
133	Sistemas de agua residuales			
a	El área de mantenimiento garantizará el flujo de estas aguas hacia el sistema de drenaje público evitando la contaminación de agua potable. B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.		X	
134	Sistema de manejo de residuos sólidos.			
a	El área de mantenimiento deberá presentar el manual de manejo de residuos sólidos, o bitácora de recolección y manejo posterior. B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	X		
135	Mantenimiento del sistema contra incendios			
a	El área de mantenimiento deberá presentar el manual para el manejo de sistemas contra incendios, o la bitácora de mantenimiento preventivo de extintores e hidrantes. <i>B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	X		
4.5	Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para desastres.			
136	Medicamentos.			
a	Verificar la disponibilidad de medicamentos para emergencias. Se puede tomar como referencia el listado recomendado por OMS. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.	X		
137	Material de curación y otros insumos			
a	Verificar que exista en la central de esterilización una reserva esterilizada de material de consumo para cualquier emergencia (se recomienda sea la reserva que circulará el día siguiente). <i>B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.</i>	X		

Continuación del apéndice 2.

4	Aspectos relacionados con la seguridad en base a la capacidad funcional			
4.5	Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para desastres.	Grado de seguridad		
138	Instrumental	Bajo	Medio	Alto
a	Verificar existencia y mantenimiento de instrumental específico para urgencias. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.	X		
139	Gases medicinales			
a	Verificar teléfonos y domicilio, y la garantía de abastecimiento por parte del proveedor. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas o más.	X		
140	Equipos de ventilación asistida (tipo volumétrico).			
a	El comité de emergencias del edificio debe conocer la cantidad y condiciones de uso de los equipos de respiración asistida. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.	X		
141	Equipos electromédicos			
a	El comité de emergencias del edificio debe conocer la cantidad y condiciones de uso de los equipos electromédicos. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.	X		
142	Equipos para soporte de vida.			
a	<i>B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.</i>	X		
143	Equipos de protección personal para epidemias (material desechable).			
a	El edificio debe contar con equipos de protección para el personal que labore en áreas de primer contacto. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.	X		
144	Carro de atención de paro cardiorrespiratorio.			
a	El comité de emergencias del edificio debe conocer la cantidad, condiciones de uso y ubicación de los carros para atención de paro cardiorrespiratorio. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.	X		
145	Tarjetas de triage y otros implementos para manejo de víctimas en masa.			
a	En el servicio de urgencias se difunde e implementa la tarjeta de TRIAGE en caso de saldo masivo de víctimas. Evaluar en relación a la capacidad instalada máxima del edificio. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.	X		

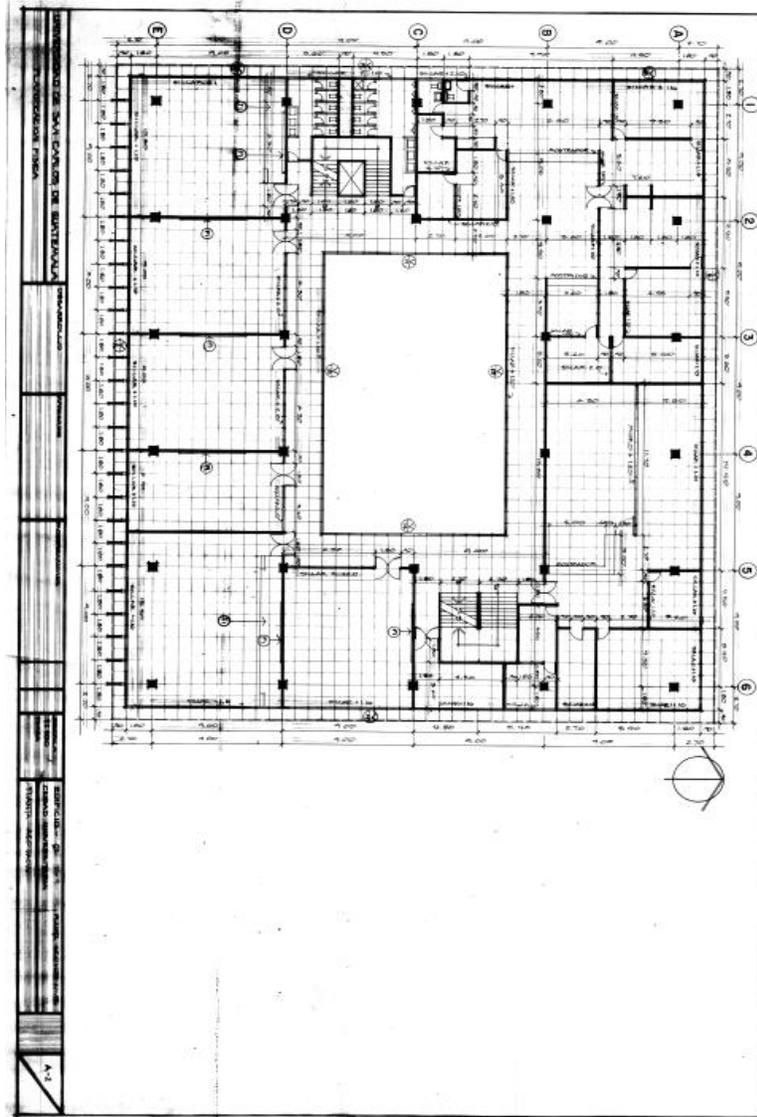
Nota. Lista de verificación para aplicación de modelo matemático. Elaboración propia.





## Anexo 2.

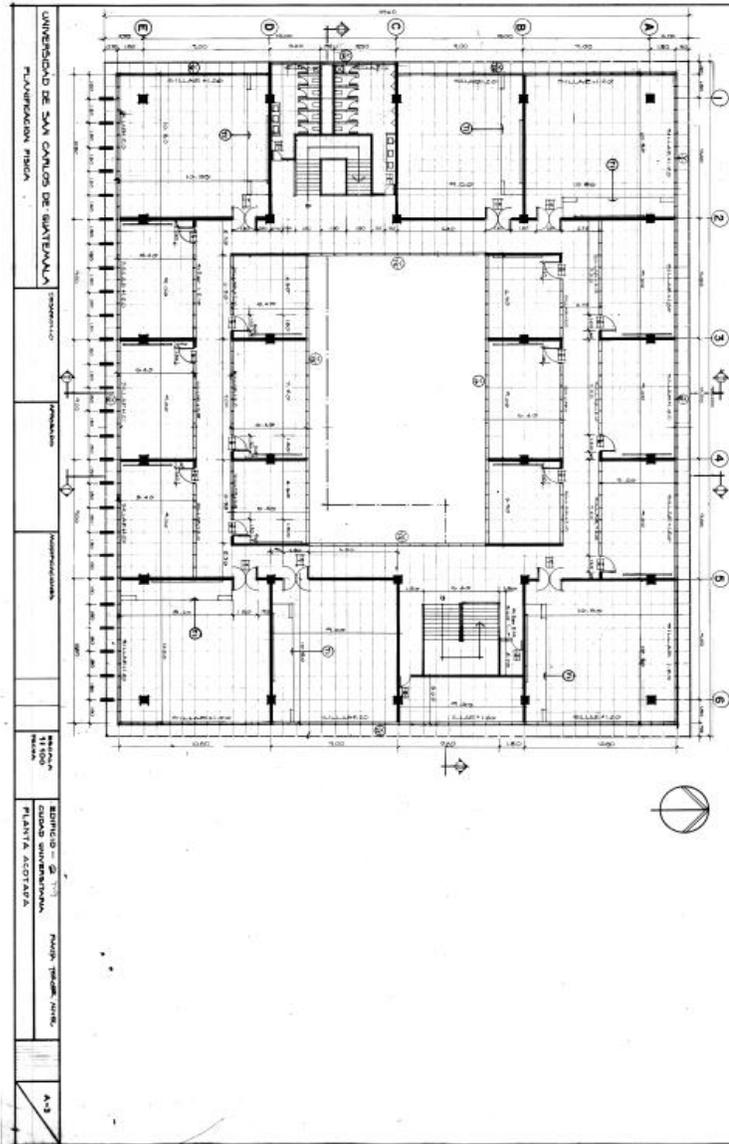
*Plano acotado del segundo nivel del Edificio T-9 de la Facultad de Agronomía*



*Nota.* Planta acotada Edificio T-9. Obtenido por comunicación personal con Servicios Generales. (1998). *Universidad de San Carlos de Guatemala.*

### Anexo 3.

*Plano acotado del tercer nivel del Edificio T-9 de la Facultad de Agronomía*



*Nota.* Planta acotada Edificio T-9. Obtenido por comunicación personal con Servicios Generales. (1998). *Universidad de San Carlos de Guatemala.*

