

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
CENTRO DE INVESTIGACIONES**



**EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD
ESTRUCTURAL DE LOS EDIFICIOS DE USO
PUBLICO EN LOS MUNICIPIOS
DE PANAJACHEL Y SANTA CATARINA PALOPO
DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLA.**

**Presentado por Nancy Yaneth Martínez Méndez
Al conferirsele el Título de Arquitecto en Grado Académico de Licenciatura.**



CIFA

Noviembre 2006



FACULTAD DE ARQUITECTURA MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO: Arquitecto Carlos Enrique Valladares Cerezo
VOCAL I: Arq. Jorge Arturo González Peñate
VOCAL II: Arq. Raúl Estuardo Monterroso Juárez
VOCAL III: Arq. Jorge Escobar Ortiz
VOCAL IV: Br. Pool Enrique Polanco Betancourt.
VOCAL V: Br. Eddy Alberto Popa Ixcot
SECRETARIO: Arq. Alejandro Muñoz Calderón

TRIBUNAL EXAMINADOR

DECANO: Arquitecto Carlos Enrique Valladares Cerezo
SECRETARIO: Arq. Alejandro Muñoz Calderón
EXAMINADOR: Arq. Luis Fernando Salazar
EXAMINADOR: Arq. Alfonso Leonardo Arzú
EXAMINADOR: Arq. Rodolfo Godínez

ASESOR: Arq. Luis Fernando Salazar

DEDICADO A

DIOS

Por darme la sabiduría y el entendimiento para culminar esta etapa de mi vida.

A MIS PADRES

Dora Elizabeth Méndez Delgado

Rolando Martínez: A quienes les debo todo, por su cariño y su apoyo incondicional para alcanzar mis metas.

A MIS HERMANOS:

Tom Martínez, Omar Estuardo, Ernesto Rolando, Sergio Alfredo, María de los Ángeles, Arturo, por su apoyo y cariño.

A MIS SOBRINITOS:

Bianca Fabiola y Danilo Arturo por su cariño.

A MIS ABUELAS:

Ángela Veliz (+)

Blanca Rosa Delgado

A MI NOVIO:

Juan Carlos Salguero por tu apoyo incondicional por tu cariño, paciencia, y por tu ayuda cuando más la necesitaba.

A MIS TIOS:

Por su cariño y Apoyo.

A LOS ARQUITECTOS

Arq. Fernando Salazar: Por su valiosa asesoría y apoyo incondicional, por la amistad que me ha brindado durante mis estudios.

Arq. Alfonso Leonardo Arzú: Por su apoyo incondicional.

Arq. Rodolfo Godínez: Por su apoyo y su asesoría.

Arq. Mabel Hernandez: Por su apoyo incondicional, por su valiosa ayuda y su tiempo, para ayudarnos a alcanzar nuestros sueños.

A MIS COMPAÑEROS: Que me acompañaron a lo largo de mi carrera pero en especial a los siguientes: Pamela, Werner, Marta, Henry, Fabricio, Mauricio, Valeska, Alejandra, Renata, Marta Verdugo.

Incondicionalmente a mis compañeros de trabajo en la culminación de la tesis en

especial a: Juan Carlos Leiva, Rodolfo, Mynor, Flor, Jorge, Rudi, Hardany, Aldo, Eric, Sandi, y a todos los demás que intervinieron en la misma.

A LAS ENTIDADES: Que nos brindaron su apoyo en el proceso de trabajo y de investigación: CIFA, CONRED, MUNICIPALIDADES DE PANAJACHEL Y SANTA CATARINA PALOPO, y en especial a todas las personas que brindaron su tiempo y apoyo incondicional.



EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LOS EDIFICIOS DE USO PÚBLICO EN MUNICIPIOS DE PANAJACHEL Y SANTA CATARINA PALOPÓ DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

INDICE

	PAG		
CAPITULO I GENERALIDADES	01		
1.1 Antecedentes.....	03		
1.2 Problematicación.....	03		
1.3 Objetivos.....	05		
1.4 Delimitación del Tema.....	06		
1.5 Presentación de Mapas de Ubicación.....	07		
1.6 Daños presentados por tormenta Stan en Santa Catarina Palopó.....	08		
1.7 Daños presentados por tormenta Stan en Panajachel.....	09		
CAPITULO II MARCO TEORICO CONCEPTUAL	11		
2.1 Definiciones.....	12		
2.2 Riesgo.....	13		
2.3 Amenaza.....	16		
2.4 Vulnerabilidad.....	17		
2.5 Desastre.....	19		
2.6 Fenómenos Geofísicos.....	25		
2.7 Fenómenos Geodinámicos.....	26		
2.8 Ciclos de Desastres.....	34		
2.9 Evaluación de Riesgo y Vulnerabilidad.....	37		
2.10 Probabilidad de que ocurra la Amenaza.....	37		
2.11 Efectos de los Desastres.....	37		
2.12 Vulnerabilidad.....	37		
2.13 Elementos de Riesgo.....	38		
		2.14 Opciones para la Mitigación de Desastres	38
		2.15 Albergues.....	39
		CAPITULO III MARCO REFERENCIAL	
		3. Marco de Entorno Contextual.....	45
		3.1 Guatemala.....	45
		3.2 Departamento de Sololá.....	45
		3.3 Antecedentes Históricos.....	47
		3.4 Aspectos geográficos.....	47
		3.5 Aspectos generales del Municipio de Panajachel.....	48
		3.6 Breves datos Históricos.....	48
		3.7 Localización Política y Administrativa.....	48
		3.8 Clima.....	49
		3.9 Topografía.....	49
		3.10 Hidrografía de Panajachel.....	50
		3.11 Demografía.....	50
		3.12 Densidad poblacional.....	50
		3.13 Población en edad de trabajar.....	51
		3.14 Cultura e Identidad.....	51
		3.15 Vivienda.....	52
		3.16 Salud.....	52
		3.17 Servicios Públicos.....	52
		3.18 Economía y Producción.....	53
		3.19 Vulnerabilidad.....	53
		3.20 Infraestructura de apoyo a la Producción.....	54
		3.21 Instituciones de Seguridad.....	54
		3.22 Aspectos Generales del Municipio de Santa Catarina Palopó.....	55
		3.23. Presentación y Análisis de Mapas de Panajachel y Santa Catarina Palopó.....	58



EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LOS EDIFICIOS DE USO PUBLICO EN MUNICIPIOS DE PANAJACHEL Y SANTA CATARINA PALOPO DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLA

3.24 Análisis de riesgo y vulnerabilidad por desbordamiento y deslizamiento en la microcuenca de Panajachel.....	65
3.25 Análisis de Riesgo y Vulnerabilidad por desbordamiento y deslizamiento en la microcuenca de Santa Catarina Palopó.....	72

CAPITULO IV MARCO LEGAL

4.1 Análisis del Marco Jurídico vigente relacionado con la gestión para la reducción del riesgo a desastres.....	81
4.2 Ley de Orden Público (Asamblea Nacional Constituyente).....	82
4.3 Ley de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres de origen Natural o Provocado (Congreso de la República Decreto NO. 109-96).....	83
4.4 Ley de Desarrollo Social (Congreso de la República, Decreto No. 42-2001).....	84
4.5 Ley del Organismo ejecutivo (Congreso de la República, Decreto No. 114-97).....	85
4.6 Reformas a la ley del Organismo Ejecutivo	85
4.7 Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural (Congreso de la República Decreto No. 11-2002).....	86
4.8 Código de Salud (Congreso de la República, Decreto No. 90-97).....	90
4.9 Reglamento de la Ley Forestal (Junta	

directiva del Instituto Nacional de Bosques, acuerdo No. 0423-97).....	91
4.10 Reglamento de la Ley de áreas Protegidas (Acuerdo gubernativo No. 759-90).....	92
4.11 Reglamento de la Ley de Minería (Acuerdo gubernativo No. 176-2001).....	92
4.12 Reglamento de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores (Acuerdo gubernativo No. 66-2005).....	92

CAPITULO V MARCO METODOLÓGICO....

5.1 Proceso de Inducción.....	94
5.2 Investigación a nivel sectorial.....	94
5.3 Otras fuentes de información.....	95
5.4 Estudio de metodologías análogas.....	95
5.5 Instrumento diseñado para el levantamiento de datos de campo.....	101
5.5.1 Guía de uso de Instrumento.....	101
5.5.2 I. Componentes de la Boleta.....	102
5.5.3 II. Datos generales e identificación.....	102
5.6 Hoja 1.....	105
5.7 Hoja 2.....	105
5.8 Hoja 3.....	107
5.9 Hoja 4.....	109
5.10 Hoja 5.....	111
5.11 Caracterización de Vulnerabilidad.....	114
5.12 Categorización de Daños.....	115
CAPITULO VI CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	117
6.1 Criterios ante amenaza Sísmica.....	118
6.2 Criterios ante amenaza de Inundación.....	124
6.3 Criterios ante amenaza Volcánica.....	127



EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LOS EDIFICIOS DE USO PUBLICO EN MUNICIPIOS DE PANAJACHEL Y SANTA CATARINA PALOPO DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLA

6.4 Criterios ante amenazas de deslizamiento..... 129

CAPITULO VII

Presentación y Análisis de Vulnerabilidad de edificios de uso público en Panajachel y Santa Catarina

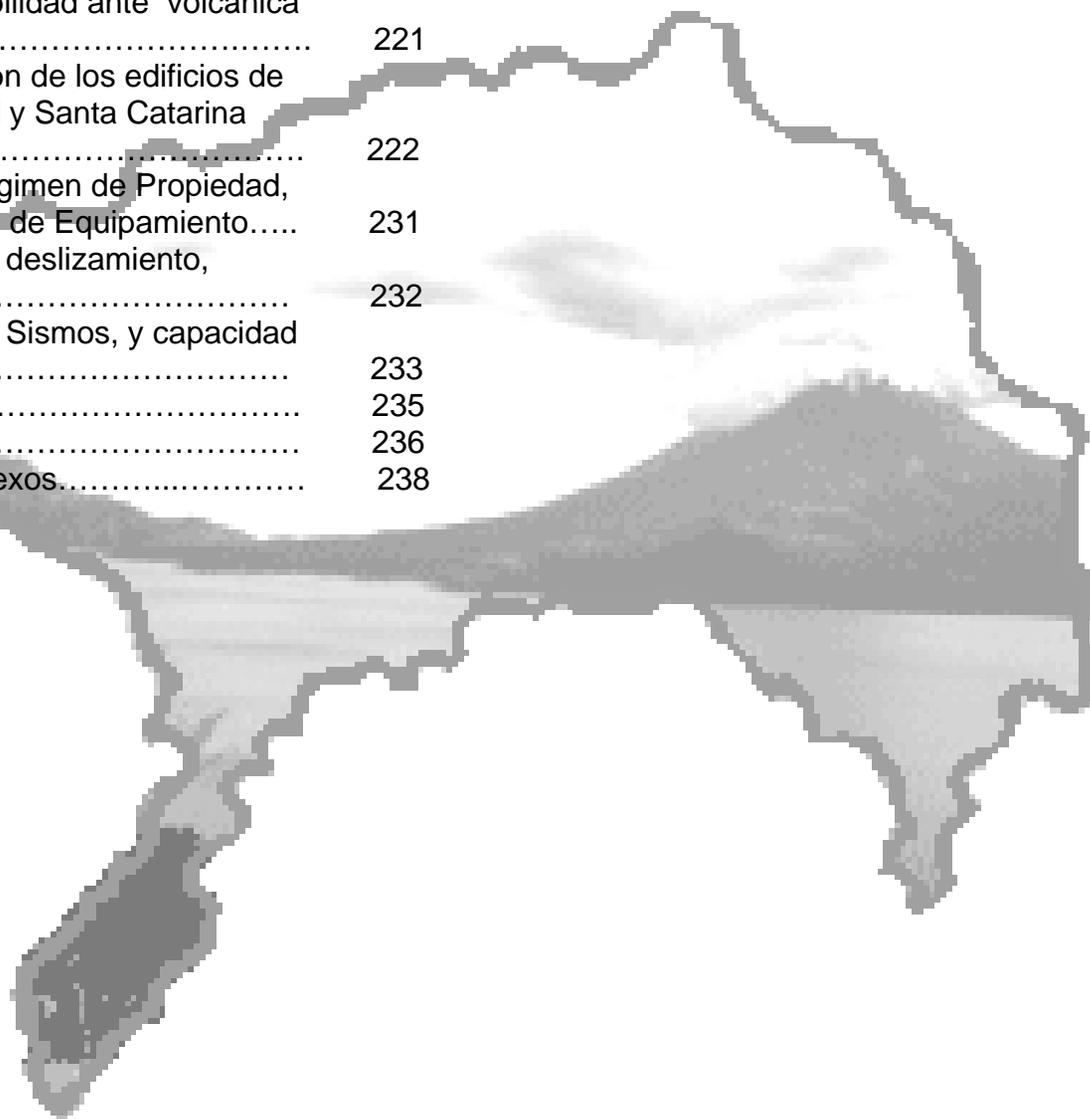
Palopó.....	134
Localización de Edificios en Panajachel.....	137
Historial de desastres en Panajachel.....	138
Mapa Nomenclatura de Panajachel.....	141
Mapa servicios existentes en Panajachel.....	142
Casco Urbano Sector 1.....	144
Casco Urbano Sector 2.....	145
Casco Urbano Sector 3.....	146
Casco Urbano Sector 3.....	147
Mapa de Pendientes.....	148
Análisis de Edificio 1: Iglesia Elim.....	149
Análisis de Edificio 2: Salón Municipal Panajachel... ..	152
Análisis de Edificio 3: Iglesia Alfa y Omega.....	155
Análisis de Edificio 4: Iglesia Asamblea de Dios Cristo la Esperanza.....	157
Análisis de Edificio 5: Iglesia Asamblea de Dios La Esperanza.....	159
Análisis de Edificio 6: Iglesia Adventista del Séptimo Día.....	161
Análisis de Edificio 7: Biblioteca Fray Payo Enríquez de Rivera.....	163
Análisis de Edificio 8: Escuela Mixta Panajachel.....	166
Análisis de Edificio 9: Escuela de Párvulos.....	169
Análisis de Edificio 10: Gimnasio Capulín.....	171
Análisis de Edificio 11: Iglesia san Francisco.....	174

Análisis de Edificio 12: Instituto Panajachelense.....	177
Análisis de Edificio 13: Iglesia Shalom.....	180
Análisis de Edificio 14: Salón Patanatic.....	183
Análisis de Edificio 15: Iglesia casa de oración Barrio Juncaya.....	186
Análisis de Edificio 16: Escuela Barrio Juncaya.....	188
Ponderación ante vulnerabilidad Sismos Panajachel.....	197
Ponderación ante vulnerabilidad de Inundaciones Panajachel.....	200
Ponderación ante vulnerabilidad deslizamiento Panajachel.....	203
Ponderación ante vulnerabilidad volcánica Panajachel.....	206
Análisis vulnerabilidad de Edificios de uso Público en Santa Catarina Palopó.....	209
Historial de Desastres en Santa Catarina Palopó.....	210
Nomenclatura Casco Urbano de Santa Catarina Palopó.....	211
Mapa de Municipio de Santa Catarina Palopó.....	212
Análisis de Edificio 1: Iglesia Católica Santa Catarina Palopó.....	213
Análisis de Edificio 2: Escuela Nacional Santa Catarina Palopó.....	216
Ponderación ante vulnerabilidad de Sismos Santa Catarina Palopó.....	220
Ponderación ante Vulnerabilidad de Inundación Santa Catarina Palopó.....	220



EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LOS EDIFICIOS DE USO PUBLICO EN MUNICIPIOS DE PANAJACHEL Y SANTA CATARINA PALOPO DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLA

Ponderación ante vulnerabilidad ante deslizamiento Santa Catarina Palopó.....	221
Ponderación ante vulnerabilidad ante volcánica Santa Catarina Palopó.....	221
Resultados de la evaluación de los edificios de Uso público de Panajachel y Santa Catarina Palopó.....	222
Gráficas de análisis de Régimen de Propiedad, Ubicación de edificios, tipo de Equipamiento.....	231
Gráficas ante amenaza de deslizamiento, actividad volcánica.....	232
Gráficas ante amenaza de Sismos, y capacidad de Albergue.....	233
Conclusiones.....	235
Recomendaciones.....	236
Fuentes de Consulta y Anexos.....	238





EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LOS EDIFICIOS DE USO PÚBLICO EN MUNICIPIOS DE PANAJACHEL Y SANTA CATARINA PALOPÓ DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

INTRODUCCION

La amenaza que presentan los fenómenos naturales como: huracanes, terremotos, sequías, incendios, actividad volcánica, heladas, para el territorio de Guatemala es alta, debido a una falta de planificación y ordenamiento territorial. Adicionalmente a la amenaza de estos fenómenos y de la falta de planificación territorial, se encuentran los altos niveles de pobreza que contribuyen a elevar los índices de vulnerabilidad de nuestro país.

Guatemala está ubicada geográficamente en una región en donde los fenómenos naturales y cambios climáticos han provocado una enorme cantidad de daños en múltiples sectores de la sociedad, tal es el caso del terremoto de 1,976, el huracán Mitch y la Tormenta Tropical Stan que causaron daños a los sectores de vivienda, comunicaciones, infraestructura, edificaciones de uso público y privado y sobre todo pérdidas humanas.

La presente investigación se ha desarrollado bajo un acuerdo entre la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos y la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED, con la visión de beneficiar a las comunidades donde la tormenta Stan causó más daños.

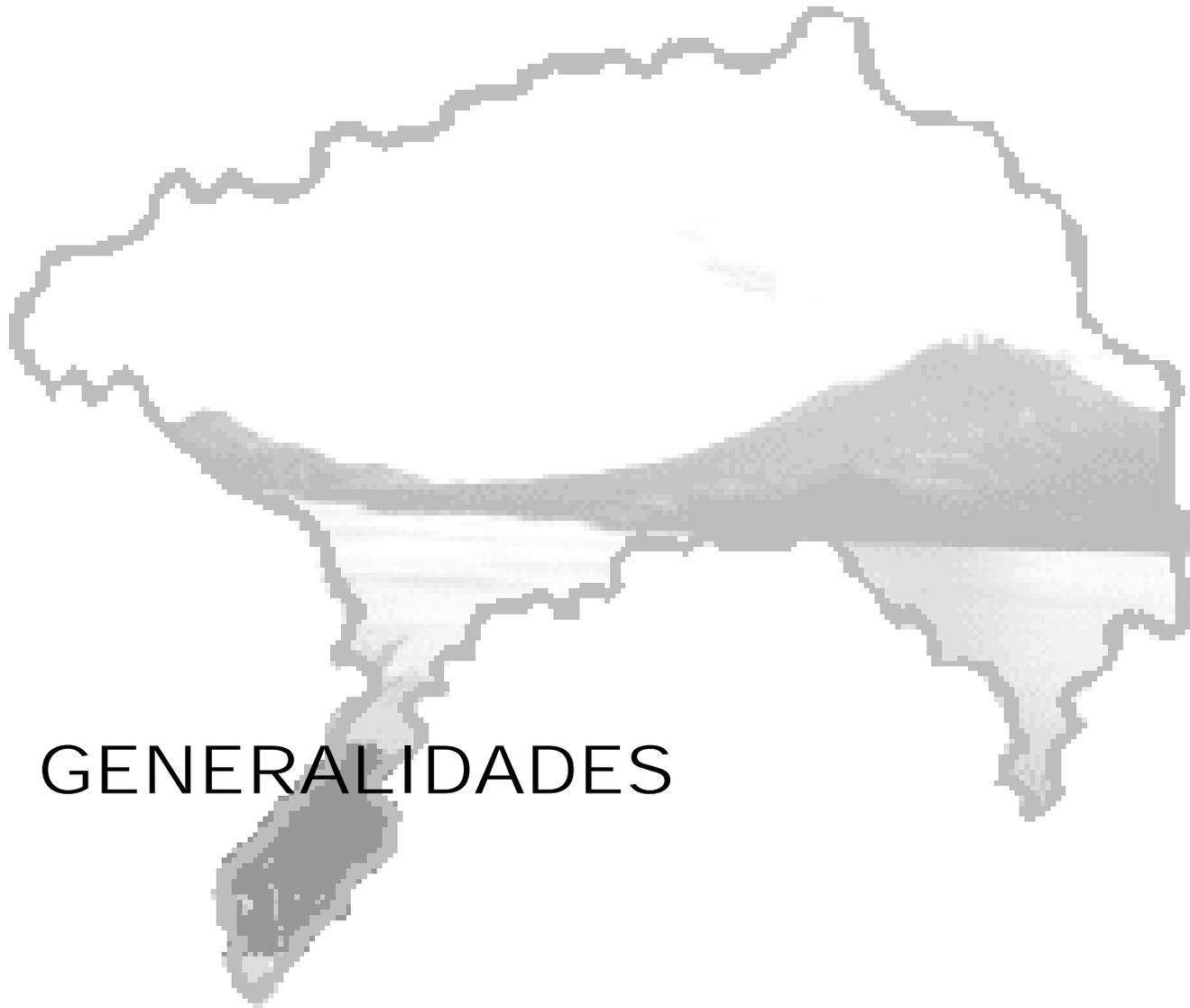
Siendo un tema de relevante importancia para la gestión de riesgo, dado que incluye evaluación de edificios públicos (privados o del Estado) en relación a su entorno inmediato, realizando una evaluación físico-estructural de los edificios de uso público en los municipios de Panajachel y Santa Catarina Palopó, en el departamento de Sololá.

El objetivo principal de la investigación es elaborar un instrumento con su respectiva guía para identificar la vulnerabilidad actual que presentan los edificios de uso público de estos municipios ante las amenazas de deslizamientos, inundaciones y sismos principalmente. Para ser utilizado a nivel municipal como apoyo para determinar el estado de sus edificios y poder emprender un programa de reparación, remodelación o reconstrucción de una forma segura, ordenada y en áreas que presenten un índice de vulnerabilidad bajo ante las amenazas detectadas. El método utilizado es el analítico en el que se parte de la elaboración de un marco conceptual, legal y un análisis técnico efectuado en su primera etapa que incluye: mapas de amenazas, vulnerabilidades y riesgos en las áreas de estudio.

Se logró identificar áreas de mayor riesgo dentro de los municipios en estudio, además del listado de edificios evaluados determinando el estado actual de los mismos. Ya con esta información base, la municipalidad, a través de su oficina municipal de planificación, será la encargada de darle seguimiento para tener una inversión segura de los recursos municipales.



EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LOS EDIFICIOS DE USO PÚBLICO EN MUNICIPIOS DE PANAJACHEL Y SANTA CATARINA PALOPÓ DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ



GENERALIDADES

**C
A
P
I
T
U
L
O
I**



EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LOS EDIFICIOS DE USO PÚBLICO EN MUNICIPIOS DE PANAJACHEL Y SANTA CATARINA PALOPÓ DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

1.1 ANTECEDENTES

En nuestra sociedad se han registrado a lo largo de la historia experiencias ante amenazas sobre desastres que han cobrado importancia debido a la ocurrencia de los mismos en periodos repetitivos que han impactado en la economía, del país y, por supuesto, alterado su nivel de desarrollo. Por la magnitud de estos eventos catastróficos se han tenido pérdidas materiales como humanas y esto se debe a la diversidad de factores que determinan los variados niveles de riesgo a desastre.

Debido a la Ubicación geográfica de Guatemala, corresponde a una de las áreas más vulnerables a movimientos, sísmicos, deslizamientos, etc. que se constituyen, en amenazas recurrentes.

La Tormenta Tropical Stan impactó durante los primeros días de octubre del 2005, la parte sur de Guatemala. Dicho fenómeno, además de provocar pérdidas humanas y materiales, puso de manifiesto una vez más, la alta vulnerabilidad de Guatemala, ante los fenómenos naturales.

La vulnerabilidad que vive la población aumenta debido a que el crecimiento poblacional urbano se está emplazando en lugares no aptos.

En ese sentido, los sistemas de investigación relacionados a la temática son variados y amplios, por lo

que en la presente propuesta se plantea el desarrollo de un área de investigación que es importante para el proceso de prevención de desastres y atenciones en casos de emergencias.

Sin embargo, es importante señalar dentro de los antecedentes que existen compromisos de gobierno y disposiciones legales vigentes principalmente la Ley de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, la Ley de Desarrollo Social y las Reformas del Código Municipal, entre otras.

La Universidad de San Carlos de Guatemala, a través de la Facultad de Arquitectura, ha firmado un acuerdo marco, dentro del cual se enmarca la elaboración de Proyectos de Graduación que determinen la Vulnerabilidad Estructural de Edificios Públicos de distintos Municipios de la República.

Esto con el fin de proveer de metodologías y técnicas para las comunidades, para que puedan intervenir en el proceso de prevención y mitigación de desastres, elaborando propuestas prácticas para casos de emergencia, talleres de capacitación, implementación de medidas de control de amenazas, entre otras.

La experiencia demuestra que la participación de las comunidades contribuye al logro de avances cualitativos en la gestión y el manejo de desastres y