

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Arquitectura
Maestría en Gestión
para la Reducción del Riesgo
Proyecto de Graduación

Elementos

para una evaluación
de arreglos espaciales
con enfoque de riesgo a desastres
aplicado al edificio S-9

Arq. Amílcar Horacio Figueroa Dávila

Elementos

**para una evaluación
de arreglos espaciales
con enfoque de riesgo a desastres,
aplicado al edificio S-9**

**Arq. Amilcar Horacio
Figueroa Dávila**



Jesús mi amigo fiel
Patty
Marcela
Andrés
Mi mamá Marthita Dávila
Mi papá Amilcar Figueroa
Mónica Figueroa
Sandra Figueroa
mis sobrinos

- Mis amigos:

Dennis
Pablo
Jorge
Leonel
Rosa Sánchez
Alenka Barreda
Fulgencio Garavito
David Pazmiño
Diseño Arquitectónico NFB
Personal de Café Nissi

Indice

Capítulo 1 Introducción	10
1.1 Introducción	11
1.2 Justificación	13
1.3 Pregunta de Investigación	14
1.3.1 Pregunta de Investigación:	14
1.4 Objetivos	15
1.4.1 Objetivo General	15
1.4.2 Objetivos Específicos:	15
1.5 Delimitación	15
1.5.1 Delimitación Espacial	15
1.5.2 Delimitación Temporal	16
1.6 Metodología	17
Capítulo 2 Marco Teórico	18
2.1 Riesgo	19
2.1.1 Sociología El Riesgo	19
2.1.2 Gestión de Riesgo	20
2.1.3 Reducción del Riesgo	20
2.2 Amenaza	21
2.2.1 Amenáza Sísmica	21
2.2.2 Estructura interna de la Tierra	24
2.2.3 La Sismología	26
2.2.4 Zonas volcánicas	27
2.2.5 Amenaza Sísmica en Guatemala	28
Marco tectónico en Guatemala	29
Terremoto del 4 de febrero de 1976 en Guatemala	30

2.3 Vulnerabilidad	32
2.3.1 Vulnerabilidad Estructural:	36
2.4 Percepción del Riesgo	37
2.5 Desastres	37
2.5.1 Eventos Extremos	39
2.6 Arreglos Espaciales	39
2.7 Analisis Estructural	42
2.8 Marco Legal	43
2.9 Marco Territorial	49
2.10 Marco Histórico	50
Capítulo 3 Análisis	52
3.1 Análisis e Interpretación de Datos	53
3.2 Analisis Poblacional	53
3.2.1 Planes de Emergencia	53
3.3 Antecedentes Estructurales	54
3.3.1 Planos del edificio S-9	55
3.4 Amenaza Sismica	59
3.5 Vulnerabilidad Poblacional	60
3.5.1 Tablas Poblacionales	61
3.6 Vulnerabilidad En Arreglos Espaciales	62
3.6.1 Vulnerabilidad En El Edificio S-9	64
3.6.2 Resultados de las Entrevistas a Expertos	72
3.7 De la Amenaza Sísmica	77
3.7.1 De los Arreglos Espaciales	77
3.7.2 De la Vulnerabilidad Fisica Estructural	80
3.7.3 De La Vulnerabilidad Poblacional	81

Capítulo 4 Propuesta	82
4.1 Propuesta	83
4.1.1 Puntos Que Deben Ser Considerados	83
Capítulo 5 Consideraciones Finales	90
5.1 Consideraciones Finales	91
5.2 Recomendaciones	92
Anexos	93
1 Instrumentos	94
2 Cuadros	98
3 Mapa de Densidad Poblacional	108
Fotografías	109
4 Descripción De Fotografías	110
Indices y Referencias	125
Referencias Bibliograficas	126
Instituciones y Documentos	126
Referencias en Red	127
Indice de Mapas	128
Indice de planos	128
Indice de Imágenes	128
Indice De Cuadros	129
Indice de Tablas	130



MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo	Decano
Arq. Gloria Ruth Lara Cordón de Corea	Vocal I
Arq. Edgar Armando López Pazos	Vocal II
Arq. Marco Vinicio Barrios Contreras	Vocal III
Br. Jairon Daniel del Cid Rendón	Vocal IV
Br. Carlos Raúl Prados Vides	Vocal V
Arq. Alejandro Muñoz Calderón	Secretario

TRIBUNAL EXAMINADOR

DECANO:	Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo	
SECRETARIO:	Arq. Alejandro Muñoz Calderón	
ASESORA:	Msc. Licenciada Rosa Sánchez Valle	Examinadora
CONSULTORA:	Msc. Arq. Alenka Irina Barreda Taracena	Examinadora
CONSULTOR :	Msc. Ing. Fulgencio Garavito	Examinador

ASESORA: Msc. Licenciada Rosa Sánchez Valle

Elementos
para una evaluación
de arreglos espaciales
con enfoque de riesgo a desastres,
aplicado al edificio S-9



Abstract

The human experience has shown that the most efficient and economical way to reduce disasters is prevention. One threat that impacts people and their property is the seismic hazard, which is why some people have developed an interest in understanding the behavior of earthquakes. Some consequences of the impact of this threat is the loss of life and property,

Modifying the daily activities of the people in the communities where seismic events occur, this has promoted the study and creation of prevention and mitigation programs and plans emergency and reconstruction work on the awareness and dissemination of these plans, Guatemala city is settled in the valley of La Ermita, geologically formed by the effects of faults in western Mixco, Pinula in the east and the south Jalpatagua failure, making this highly seismic area.

This research explores the physical and social conditions on campus that generate vulnerability to seismic hazard to investigate the context, and based on this analysis proposes prevention and mitigation measures from the perspective of management to reduce risks disasters.

For threats and vulnerabilities facing humans this risk with survival instincts, protection of human life and resources is one of the main purposes of risk management for disaster prevention.

In the case of the University of San Carlos of Guatemala-USAC-this protection to the life of the school community and the resources of this school is in charge of Security and Development Center Disaster University of San Carlos (CEDESYD -USAC), which aims to strengthen the capacities and the university's response to any seismic event that affects our territory and can rightly tackled by all the sectors of the educational community (sector administrators, teachers, students and service).

University officials initially seek to develop emergency plans to respond to a natural event (tropic) or caused by the action of human (anthropogenic), and so through this plan to strengthen local capacities in terms of organization and design adaptation to the risk from seismic hazards.

The research has been developed then approach linking disaster risk management (rehabilitation group), with the spatial arrangements (AE), characteristic of the architecture. In addition to responding to requests for CEDECYD to identify items to include in an emergency plan, this research proposes an analysis of some of the vulnerabilities in the central campus buildings, can supplement with other elements and technical aspects that have already been studied and appearing in other technical publications and teaching.

Perform a vulnerability analysis and local response capacity in order to analyze the problem and its origin. The results help to systematically implement mitigation elements, using available institutional resources.

In the process we hope to develop a sense of belonging in the school community to assist in the implementation of the emergency plan, and are in the capacity to respond to a seismic event.

With the application of analysis from the combined approach of rehabilitation group and AE, is also expected to develop a tool to help identify specific local conditions, threats, vulnerabilities and risks in the environment and through its application to identify vulnerable groups, understanding the perception of risk as well as the resources and capacities of the student body, faculty and administrative, which can be used to reduce risk

A large, stylized number '1' in a dark purple color, positioned diagonally across the upper half of the page. It has a thick, blocky font with a slight shadow effect.

Capítulo 1

Introducción
Facultad de Arquitectura

1.1 Introducción

La experiencia del ser humano ha demostrado que la forma más eficiente y económica de reducir los desastres es prevenirlos. Una de las amenazas que impacta a las personas y sus bienes es la amenaza sísmica, es por ello que algunas personas han desarrollado interés por conocer el comportamiento de los sismos. Algunas consecuencias del impacto de esta amenaza son la pérdida de vidas humanas y materiales, modificando las actividades cotidianas de los habitantes en las comunidades cuando ocurren eventos sísmicos, esto ha promovido el estudio y la creación de programas de prevención y mitigación, así como planes de emergencia y reconstrucción, trabajando en la concientización y divulgación de estos planes

La ciudad de Guatemala se encuentra asentada, en el valle de La Ermita, conformado geológicamente por los efectos de las fallas de Mixco en el Occidente, Pinula en el Oriente y por la falla de Jalpatagua al Sur, lo cual hace este territorio altamente sísmico.

En esta investigación se estudian las condiciones físicas y sociales en el campus universitario que generan vulnerabilidad frente a una amenaza sísmica; además, el contexto a investigar, y de acuerdo con este análisis, se proponen medidas de prevención y mitigación desde la perspectiva de la gestión para la reducción de riesgos a desastres.

Ante las amenazas y vulnerabilidades el ser humano afronta este riesgo con instinto de sobrevivencia; ya que la protección de la vida humana y de los recursos es uno de los principales fines de la gestión del riesgo para prevención de desastres.

En el caso de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC- esta protección a la vida de la comunidad educativa y los recursos propios de este centro de estudios está a cargo del Centro de Desarrollo Seguro y Desastres de la Universidad de San Carlos (CEDESYD-USAC), el cual tiene como objetivo fortalecer las capacidades y la respuesta de la universidad ante cualquier evento sísmico que afecte a nuestro territorio y pueda afrontarse de manera acertada por todos los sectores que conforman la comunidad educativa (sector administrativo, docente, estudiantil y de servicio).

Las autoridades universitarias buscan inicialmente desarrollar planes de emergencia que permitan responder ante un evento de origen natural (trópico) o causado por la acción del ser humano (antrópicos), y así a través de este plan fortalecer las capacidades locales en cuanto a la organización y diseño de medidas de adaptación ante el riesgo por amenaza sísmica.

El trabajo de investigación ha sido desarrollado vinculando entonces el enfoque de gestión de riesgo a desastres (GRRD), con el de arreglos espaciales (AE), característico de la arquitectura. Además de atender la solicitud de CEDECYD

1 de identificar elementos para incluir en un plan de emergencia, esta investigación propone el análisis de algunas de las vulnerabilidades en edificios del campus central, permite complementar con otros elementos y aspectos técnicos que ya han sido objeto de estudio y que aparecen en otras publicaciones de carácter técnico y docente.

Asimismo, se realiza un análisis de la vulnerabilidad y la capacidad local de respuesta que permita analizar el problema y su origen. Los resultados obtenidos contribuirán a implementar sistemáticamente elementos de mitigación, utilizando los recursos institucionales disponibles.

2 También, durante el proceso se espera desarrollar un sentimiento de pertenencia en la comunidad educativa a fin de que colaboren en la implementación del plan de emergencia, y estén en la capacidad de dar respuesta ante un evento sísmico.

3 Con la aplicación del análisis a partir del enfoque combinado de GRRD y AE, se espera además desarrollar una herramienta que ayude a identificar, condiciones locales específicas, amenazas, vulnerabilidades y riesgos del entorno, para que a través de su aplicación identificar grupos vulnerables, conocer su percepción de riesgo, así como los recursos y capacidades existentes en la población estudiantil, docente y administrativa, que pueden ser utilizados para reducir el riesgo.

1.2 Justificación

La gestión de riesgo a desastres es un tema aún poco trabajado en nuestro medio; la prevención de estos desastres se da con mayor frecuencia en sociedades desarrolladas en las cuales las necesidades básicas del ser humano están satisfechas y cuentan con los recursos socioeconómicos disponibles para prevenir y dar respuesta en caso de ocurrir un desastre.

Según el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, “Guatemala es un país altamente vulnerable frente a la amenaza de un evento sísmico. Al momento de suceder un sismo este incrementa sus efectos, por aspectos como los sistemas y la calidad de la construcción en viviendas y edificios, aumentando la pérdida en vidas humanas y recursos materiales”. (ONU 2012)

Ante una amenaza sísmica la población universitaria está expuesta, se encuentra vulnerable a sufrir daños en caso de que ocurra un sismo, los usuarios están conscientes de que puede ocurrir. (Beck, 1998) Sin embargo no existe una preparación que Oriente qué hacer en caso de que ocurra, cómo actuar durante y después de ocurrido el sismo.

En este contexto, las autoridades universitarias detectaron la vulnerabilidad a la que se encuentra expuesta la población universitaria y solicitaron a la Dirección General de Planificación en colaboración con la Facultad de Arquitectura, la suscripción de un convenio con la CEDESUD, para que estudiantes de la Maestría en Gestión para la Reducción del Riesgo desarrollen un trabajo de investigación en el cual se analicen las condiciones de distintos edificios que conforman el campus central.

Este trabajo de investigación forma parte de este convenio. Se elige el edificio S-9 para su análisis, incluyendo aspectos físicos de la edificación, así como las actividades académicas y sociales que allí se desarrollan, con el objeto de caracterizar la construcción y el funcionamiento del edificio para proponer las medidas de mitigación necesarias, con el fin de hacer el edificio más seguro y por tanto, hacer que la población que lo utiliza sea menos vulnerable ante una amenaza sísmica.

1

2

3

4

5

1.3 Pregunta de Investigación

La Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC- carece de un método de evaluación de riesgo a desastres y sus componentes. El análisis de algunas vulnerabilidades en edificios del campus central, permite determinar los diferentes aspectos técnicos que son el objeto de otras publicaciones de carácter académico y docente, a las cuales se hace referencia con el fin de que sean consultadas en caso de que el lector quiera profundizar y adquirir una habilidad específica en el tema.

Considerando que las instalaciones de educación pueden ser afectadas por fenómenos de origen trópico o antrópico (sismos, huracanes, deslizamientos, erupciones volcánicas, inundaciones, entre otros.), este documento se orienta a analizar elementos como diseño, principalmente como el resultado derivado del diagnóstico del edificio en su conjunto. Asimismo, elementos estructurales y no estructurales, instalaciones y algunas situaciones donde se puedan ser utilizados indicadores¹, de análisis todo ello asociado a eventos antrópicos.

1.3.1 Pregunta de Investigación:

PRINCIPAL

¿Es posible identificar indicadores que permitan construir un instrumento, para analizar desde la perspectiva del riesgo, los arreglos espaciales en edificios educativos?

SECUNDARIAS

1 ¿Es posible utilizar un método para analizar edificios educativos con enfoque de Gestión de Riesgo, tomando en cuenta una amenaza y algunas de sus expresiones de vulnerabilidad?

2 ¿Es posible utilizar un método combinado para analizar edificios educativos con enfoque de Gestión de Riesgo y Arreglos Espaciales, tomando en cuenta una amenaza y algunas de sus expresiones de vulnerabilidad?

3 ¿Es posible formular un instrumento que pueda ser aplicado para el análisis de otros edificios con esta misma perspectiva?

1 Indicadores que permiten:
representar el riesgo a escala educacional, facilitando la identificación de aspectos esenciales que lo caracterizan, desde una perspectiva económica y social.
Valorar el desempeño de la gestión local del riesgo con el fin de establecer objetivos de desempeño que mejoren la efectividad de la gestión involucrando a los agentes y usuarios de los edificios.
Fuente: Dr. Raúl Monterroso, Director general de Planificación USAC 2011

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Identificar un edificio del campus central de la Universidad de San Carlos, y aplicar un análisis para determinar áreas de riesgo y sus vulnerabilidades.

1.4.2 Objetivos Específicos:

1 Evaluar la posibilidad de aplicar un programa básico de mitigación de reducción de algunas vulnerabilidades del edificio S-9 y su área de influencia.

2 Identificar las capacidades de los usuarios del edificio en la elaboración de un programa de prevención.

3 Proponer algunas rutas de evacuación adecuadas tomando en cuenta la distribución de los edificios.

1.5 Delimitación

En el año 2011 CEDECYD propone realizar un análisis de riesgo -amenazas y vulnerabilidades- del edificio S-9 del campus central de la Universidad de San Carlos, sensibilizar a la población, capacitar al personal administrativo, docente, de servicios y estudiantes (los agentes y usuarios) de las instalaciones.

Este análisis orientará el fortalecimiento de las capacidades de respuesta ante un evento, en consonancia con los lineamientos que desarrolla la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres -CONRED- para este tipo de capacitaciones. El fortalecimiento de las capacidades se trabajará con los estudiantes de área común de Ciencias Económicas, con el personal administrativo, de servicio y personal docente.

1.5.1 Delimitación Espacial

La Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC- está ubicada en la cuenca del Lago de Amatitlán, la cual en toda su dimensión tiene aproximadamente 381.31 Km²

Esta cuenca forma parte de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre y es una Subcuenca del río María Linda. Se ubica dentro de las coordenadas, 14° 42' a 14° 22' 75" latitudes Norte y 90°42' a 90 16' 86" longitud Oeste del Meridiano Greenwich.

Esta cuenca fue formada por tres sistemas de fallas: Mixco, Pinula y Jalpatagua formando el “graben” en donde se encuentran asentados los municipios de Guatemala, Mixco, Santa Catarina Pinula, Villa Nueva, San Miguel Petapa, Villa Canales y Amatitlán.

Los límites de la cuenca son: al Norte con la divisoria continental? de aguas (Calzada Roosevelt y Boulevard Liberación, siguiendo hacia los Arcos en la ciudad de Guatemala) y la cuenca del río Motagua de la Vertiente del Océano Atlántico; al Oeste con la cuenca del río Achiguate; al Este con la cuenca del río Los Esclavos; al sur con el río Michatoya y parte media del río María Linda, que constituye una de las cuencas de la Vertiente del Pacífico. La cuenca del Lago de Amatitlán está formada por catorce municipios, algunos del departamento de Guatemala y otros de Sacatepéquez, siendo los municipios de Guatemala: Mixco, Santiago Sacatepéquez, San Bartolomé Milpas Altas, Santa Lucía Milpas Altas, Villa Nueva, Villa Canales, Amatitlán, San Lucas Sacatepéquez, Santa Catarina Pinula, San Miguel Petapa, San Pedro Sacatepéquez, Fraijanes y Magdalena Milpas Altas, de los cuales 7 (Villa Canales, Villa Nueva, San Miguel Petapa, Amatitlán, Mixco, Santa Catarina y Guatemala) tienen mayor impacto en la degradación de los recursos naturales. (AMSA, 2011)



MAPA CAMPUS CENTRAL USAC

Fuente: CEUR, USAC 2012.

La población de la cuenca del Lago ha venido creciendo aceleradamente. Según el Instituto Nacional de Estadística en 2011 la población era de 2,3 millones de habitantes; de esta manera el municipio de Villa Nueva es el que tiene el mayor crecimiento poblacional del país, con una tasa de crecimiento de 13,7% anual, migración y vegetativa. Este municipio actualmente cuenta, según la Municipalidad de Villa Nueva, con 2,1 millones de personas.

El crecimiento poblacional promedio de la cuenca está estimado en 9,2% anual tanto vegetativo como inmigratorio que se estima que la población rebasa los 2,5 millones de habitantes. (García, 2002)

1.5.2 Delimitación Temporal

Esta investigación cubre un período que va de 1976 a 2012, incluye los datos históricos de los movimientos sísmicos en el territorio nacional y los eventos de mayor importancia como el terremoto del 4 de febrero de 1976.

1.6 Metodología

En la fase de investigación documental se consultaron diversas fuentes que ilustran los eventos sísmicos ocurridos en el período de estudio y por otra parte los documentos históricos que describen la forma como fueron construidos los edificios en el período en el cual el análisis se orientaba únicamente a la actividad sísmica en el aspecto físico estructural.

En la parte de investigación de campo se desarrolló lo que se conoce como Método Tripartito, que permitió la consulta y el análisis provenientes de tres fuentes, la primera proviene de la entrevista a expertos, en el que incluyeron entrevistas a personas que podrían proporcionar información en el cual se iniciaba la construcción de los edificios en el campus universitario, en la zona doce, y personas que pudieran dar información sobre el edificio típico que se utilizó para construir el edificio S-9.

La segunda fuente de información fueron los usuarios que desde la perspectiva de los arreglos espaciales, orientaron el análisis de cómo las instalaciones sirven al propósito educativo pero además dan cabida a distintos grupos de estudiantes que se movilizan por las distintas áreas de la universidad.

La tercera fuente de información es la realización de ejercicios, que permitiera evidenciar a los estudiantes que utilizan esos espacios algunos aspectos de vulnerabilidad, pero además que les trasladará elementos que informen su percepción del riesgo. Posteriormente se elaboró una simulación y se realizó un simulacro, para identificar cuáles eran los elementos que debían ser incluidos en un instrumento que permita a los interesados repetir este análisis.

La utilización de una UVE Heurística, sirvió para determinar las preguntas a incluir en las entrevistas a expertos y definir criterios para seleccionar la jornada estudiantil a la que se invitaría a participar en las entrevistas y simulacros; además de otros dos criterios que permitieron seleccionar a los alumnos del tercer año debido al sentido de pertenencia y su experiencia como alumnos y usuarios de dicho edificio.

El concepto de Gestión de Riesgo no hace referencia a un espacio determinado si no, por el contrario, considera el territorio y los actores que en él se encuentran, donde se producen los daños, por eso es que en términos operativos se utiliza el concepto de Gestión Local de Riesgo. El análisis anterior muestra no solo la susceptibilidad del territorio sino las condiciones que incrementan esa susceptibilidad. Este análisis ha sido completado con estudios realizados con posterioridad al terremoto de 1976, porque es el evento que ha sido más estudiado, tanto por su dimensión y el daño que causó, sino porque permitió, a partir de esa fecha, a los estudiosos del país demostrar lo que posteriormente con el enfoque de gestión de Riesgo se conoce como Vulnerabilidad.

El análisis que permite evaluar el riesgo se hizo partir de una propuesta de un instrumento (Mendoza, PNUD. 2010) que ha sido adaptado, ya que el instrumento original incluye un número elevado de variables que necesitarían la consulta de varios expertos, la propuesta final y la forma como fue aplicada aparece en el capítulo 4 análisis de interpretación de datos.

A large, stylized number '2' in a light purple color, positioned behind the main title text.

Capítulo 2

Marco Teórico

Facultad de Arquitectura

2.1 Riesgo

El riesgo es el resultado de la relación dinámica entre amenaza y vulnerabilidad. El ser humano, evidencia temor por los terremotos, sin embargo y de acuerdo con su propia cosmovisión se asienta en espacios no adecuados para habitar, lo cual lo ha puesto en condiciones de vulnerabilidad ante amenaza sísmica y ha propiciado la construcción del riesgo. Para algunos autores, como Luhmann (1996), el origen es desconocido aunque existe la posibilidad de que proceda del árabe, dada su presencia en documentos medievales italianos. Para Douglas (1987) el término riesgo nació en Francia en el siglo XVII como parte de la teoría de las probabilidades (García, 2005).

Cuando ocurre un sismo en un área poblada los efectos son devastadores; el proceso de reconstrucción lleva mucho tiempo en ejecutarse, pero generalmente la población logra sobreponerse a este evento luego de trabajo en equipo.

Según Beck (1998) al referirse a una sociedad en riesgo expone que:

“El análisis de la vulnerabilidad, la interpretación de las condiciones físicas y sociales frente a una o varias amenazas, en el contexto en que se desea investigar, desarrolla un acercamiento, determinando la falta aplicación de medidas de prevención y mitigación de riesgos a desastres, la ignorancia de los riesgos no perceptibles, encuentran justificación (como sucede en el tercer mundo) en la supresión de la miseria, el puramente cultural y político genera un caldo de cultivo en el que se siembran, crecen y prosperan los riesgos y amenazas. Según las relaciones de poder político y los patrones de importancia vigentes en una sociedad por un lado el crecimiento poblacional industrial, y de mercado, y por otra parte la sociedad del riesgo vence la lógica de la producción de riqueza y por ello lleva como producto final la sociedad de riesgo”.

El riesgo (R) a que se produzcan desastres en una región, está en función de la amenaza (A) concreta y de su vulnerabilidad (V). Este riesgo se ve incrementado por la falta de capacidad de reacción (fR) por parte de la población afectada. $2R = A + V + fR$ (Beck, 1998).

El riesgo antrópico es la selección que clasifica los riesgos y sus categorías de un grupo de personas, si este se puede determinar en una sociedad, si se puede reconocer que cada sociedad tiene un sistema propio de ética según la medida de sus conveniencias.

2.1.1 Sociología el Riesgo

La sociología se ha encargado de analizar la sociedad del riesgo, de los medios y de la información; a estos elementos se abren nuevos contrastes: los que producen las definiciones del riesgo y quiénes las consumen. (Beck, 1998)², estos contrastes surgen de acuerdo con la interpretación de cada persona.

Es la vida social donde atribuimos peligro a determinados elementos de la naturaleza y establecemos determinadas normas respecto a la relación con estos elementos. (Bestard, 2011)³

Para Mary Douglas (1987) existen categorías en riesgo, en las cuales el uso que hace el individuo de los sistemas de clasificación depende de su posición en un determinado ordenamiento social; ella hace énfasis en que las categorías en riesgo no son cosas, son posiciones.

2.1.2 Gestión de Riesgo

Se entiende como un enfoque que nos permite determinar, analizar, valorar y clasificar el riesgo, para posteriormente establecer mecanismos que permiten controlarlo, estos están divididos en cuatro fases:

1) Análisis, que determina los componentes de un sistema que requiere protección, las vulnerabilidades que lo debilitan y las amenazas que lo ponen en peligro, como resultado de revelar su grado de riesgo.

2) Clasificación que determina si los riesgos encontrados y los riesgos restantes son aceptables.

3) Reducción que define e implementa las medidas de protección, además sensibiliza y capacita a los usuarios conforme a las medidas.

4) Control que analiza el funcionamiento, la efectividad y cumplimiento de las medidas, para determinar y ajustar las medidas deficientes y sancionar su cumplimiento.

2.1.3 Reducción del Riesgo

Para reducir el riesgo, la cifra del valor ficticio de las variables A (amenaza), V (vulnerabilidad) y FR (factor de riesgo) debe ser reducido. La amenaza se reduce con medidas de prevención (P), la vulnerabilidad con mitigación (M) y la falta de capacidad de reacción con preparación (PP). (CRID 2009)

El objetivo de una Gestión Local de Riesgo GLR la reducción del riesgo con ayuda del concepto prevención, mitigación y preparación (PMP), reduciendo o eliminando el riesgo, disminuyendo la vulnerabilidad y fortaleciendo las capacidades de la población. Si a pesar de la reducción del riesgo ocurre un evento natural, PMP debe minimizar el desastre, con el propósito de no depender de ayuda externa.

Esto no considera un concepto centralizado, sino que por el contrario, un sistema de gestión en donde los actores principales se encuentren donde se produzcan los daños, para ello se utiliza el término Gestión Local de Riesgo.

3 Douglas, Mary. La aceptabilidad del riesgo según las Ciencias Sociales, pág.11

2.2 Amenaza

Se le denomina amenaza a la posibilidad de que se manifiesten fenómenos naturales capaces de provocar desastres. Es por esto que al caracterizarlas se debe indicar la región geográfica donde se pueden manifestar los fenómenos, la magnitud o intensidad esperadas y, de ser posible, información sobre el comportamiento del fenómeno en el tiempo. Es importante conocer con precisión la amenaza en estudio para poder realizar una caracterización de la misma (UNESCO, RAPCA 2011).

Las amenazas comprenden eventos propios de la naturaleza, eventos que se crean en la intersección entre la naturaleza y la sociedad donde, por prácticas humanas diversas, se transforman en elementos de aquella, de tal forma que se perciben y se constituyen como amenazas aquellos elementos que antes se consideraron recursos, a veces conocidas como amenazas socionaturales. A estos se agregan los derivados de eventos tecnológicos y contaminantes, y otros de índole social que toman la forma de conflictos o violencia social.

2.2.1 Amenaza Sísmica

La amenaza sísmica se define como la condición latente derivada de la posible ocurrencia de un sismo de cierta magnitud, distancia y profundidad, que puede causar daño a la población y sus bienes, la infraestructura, el ambiente y la economía pública y privada (Fopae, 2012).

Existen varias causas que originan la amenaza sísmica, están las directas y las indirectas, entre las primeras encontramos el desplazamiento de la falla; elástica, plástica, el movimiento producido por el paso de las ondas sísmicas y la deformación tectónica.

Las causas indirectas son producto de la combinación de suelo y las condiciones locales del terreno, se dan por cambios en la amplitud y contenido de frecuencia del movimiento original. Las deformaciones permanentes ocurren por otros factores, en este caso el movimiento solo actúa como un disparador, deformaciones de este tipo son los deslizamientos, derrumbes, hundimientos o subsidencia, agrietamiento del terreno, licuefacción y tsunami o maremoto.

Hay diferentes tipos de sismos, está el micro sismo, que es un sismo inferior a tres grados sobre la escala de Richter, pequeños terremotos detectados por los sismógrafos, pero que rara vez son apreciables por las personas. Está el macro sismo que es un terremoto que deja sentir sus efectos sobre los elementos y las personas que se encuentran sobre la superficie terrestre y está una sacudida sísmica que es el conjunto de movimientos vibratorios del terreno.

Los sismos tienen componentes entre ellos está el epicentro, que es el punto de la superficie situado en la vertical del foco, es la proyección del hipocentro sobre la superficie de la tierra y se identifica únicamente con las coordenadas geográficas.

El hipocentro o foco es el punto en que se concentra el estallido principal de energía que produce el frotamiento de los lados de la falla, es el punto del cual parten las ondas sísmicas, se identifica por sus coordenadas geográficas (latitud y longitud) y profundidad.

Los parámetros principales de un sismo se identifican por el hipocentro, tiempo de origen (momento en que se generan las ondas) y el tamaño (magnitud).

Otro componente es la falla que es una fractura o zona de fracturas de la roca sobre un plano donde ha ocurrido desplazamientos de un lado respecto del otro, ya sea en sentido vertical, horizontal o transversal. La fuente sísmica es el volumen de roca que se fractura durante un terremoto.

Las ondas sísmicas son generadas por un terremoto, las ondas superficiales viajan sobre la superficie de la tierra son las que hacen mayor daño no como las centrales que viajan a través de la profundidad de la tierra; las ondas centrales a su vez se dividen en dos tipos las primarias o compresivas y las secundarias o cortantes.

Otro de los componentes de los sismos son los precursores que son sismos pequeños que ocurren antes del terremoto principal, estos no son lo suficientemente regulares como para poder predecir los sismos de máxima magnitud. Las réplicas se refieren a sismos pequeños en la vecindad del hipocentro después de un terremoto grande.

La zona que cubre los epicentros de las réplicas se llama “área de réplicas”; algunas series de réplicas duran largo tiempo, incluso superan el lapso correspondiente a un año y las dimensiones de las réplicas tempranas (uno a tres días de ocurrido el evento), indican el tamaño de la falla asociada con el terremoto principal.

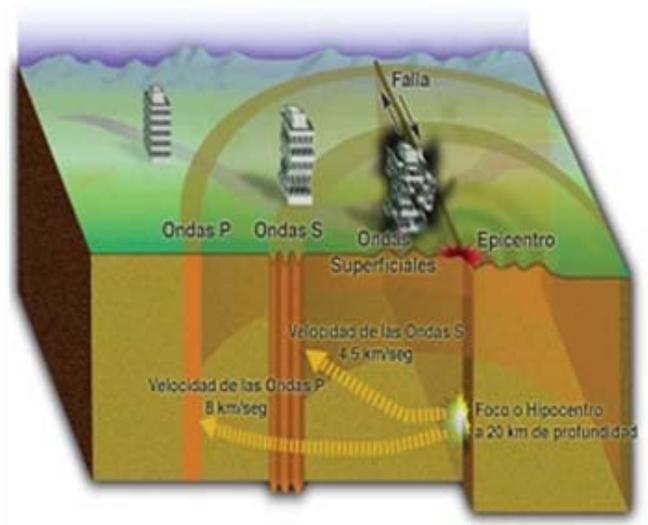
Los sismos tienen otros componentes como el área macro sísmica, que es el territorio donde los efectos de un terremoto fueron perceptibles y se le haya atribuido algún grado de la escala de intensidad por los servicios sismológicos.

Cuando ocurre un sismo (de cualquier magnitud), la superficie de la tierra experimenta, movimientos vibratorios tanto verticales como horizontales, a distintas y aceleraciones (dependiendo de las características del terreno, distancia y la frecuencia con las ondas pasan).

Tales movimientos pueden ser casi insensibles (micrómetros), hasta los relativamente sensibles (centímetros). A los valores máximos se les denomina PGA (Peak Ground Acceleration); normalmente los valores iguales o mayores a 0.005 son considerados importantes y pueden causar daños. Este tipo de amenaza es la que produce, por lo general, mayores consecuencias durante un terremoto, aún en lugares a varios cientos de kilómetros de la falla o del epicentro (ejemplo México 1985.)

Hasta hoy no se ha encontrado la forma precisa de predecir los sismos antes de que éstos se produzcan, pero se sabe a ciencia cierta que seguirán ocurriendo y de hecho se conocen las zonas de mayor riesgo; las zonas del planeta con mayor y más violenta actividad han desarrollado nuevos métodos constructivos sísmo-resistentes para mitigar los efectos de los terremotos. Los sismos son detectados por unos sensores situados en estaciones de rastreo que envían las señales recibidas hasta un sismógrafo.

Gráfica No. XX: Componentes de un sismo



Fuente imagen: www.fpolar.org.ve/escien/09/12.jpg

Al referirnos a la magnitud de un sismo es la medida cuantitativa de la energía liberada por un terremoto, y para determinar el valor de esta energía, se han concebido varias escalas (ML, MB, MW, MS, etc.), aunque todas ellas basadas en la diseñada por el norteamericano Charles F. Richter, en 1935.

La magnitud de un terremoto no es lineal sino logarítmica, lo que quiere decir que la energía liberada de una determinada magnitud equivale, aproximadamente, a la energía liberada por unos 30 terremotos de la magnitud anterior. La escala no tiene límite, pero en la práctica no existe en ningún lugar del planeta energía elástica acumulada en cantidad suficiente para sobrepasar una determinada magnitud y siempre por debajo de los diez grados.⁴

La intensidad es una escala paralela a la de Richter, que se aplica en función de los efectos de un sismo sobre las personas, los objetos, la naturaleza y los edificios. Esto quiere decir que primero se ha de conocer cuanto acontece en la superficie terrestre tras un terremoto para luego otorgarle un determinado grado.

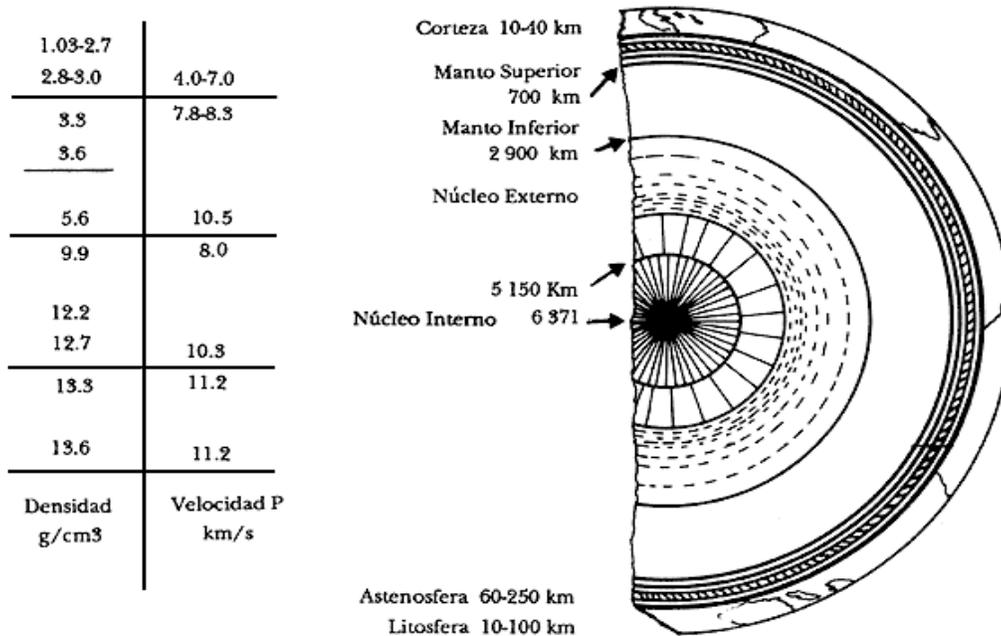
Existen tres escalas de intensidad empleadas con mayor frecuencia: I) la escala de intensidad -E.M.S.-, se trata de la escala macro sísmica europea, II) la escala de Mercalli -M.S.K.- están divididas en 12 grados, que se expresan en números romanos (I-XII), esta escala tiene en cuenta algunos parámetros referidos a la construcción que no están bien desarrollados en la M.S.K, III) la escala de Mercalli Modificada, empleada a nivel internacional, está compuesta de 12 grados, fue creada en 1902 y modificada por Wood y Neumann en 1931. Por el tipo de construcciones que refleja se aplica principalmente en Sudamérica y Estados Unidos.

La escala de Mercalli M.S.K., está dividida en 12 grados, que se expresan en números romanos (I-XII), los destrozos empiezan a ser importantes a partir del grado VII (ver cuadro sismos anexos).

2.2.2 Estructura Interna de la Tierra

La mayor parte del conocimiento del interior de la tierra se ha logrado por medio del estudio de las ondas sísmicas, las cuales nos permiten medir indirectamente, algunas de las propiedades físicas (densidad y elasticidad) del medio a diferentes profundidades.

Por sus propiedades físicas la tierra se divide en corteza, manto y núcleo. El espesor de la corteza varía de 20 a 100 km. en los continentes y en el mar unos 6 km. El manto tiene un espesor de 2,900 km. el 45 % del radio terrestre y una segunda discontinuidad denominada de Gutenberg. El núcleo tiene un radio de 3,400 Km, un poco más del 50% del radio terrestre.



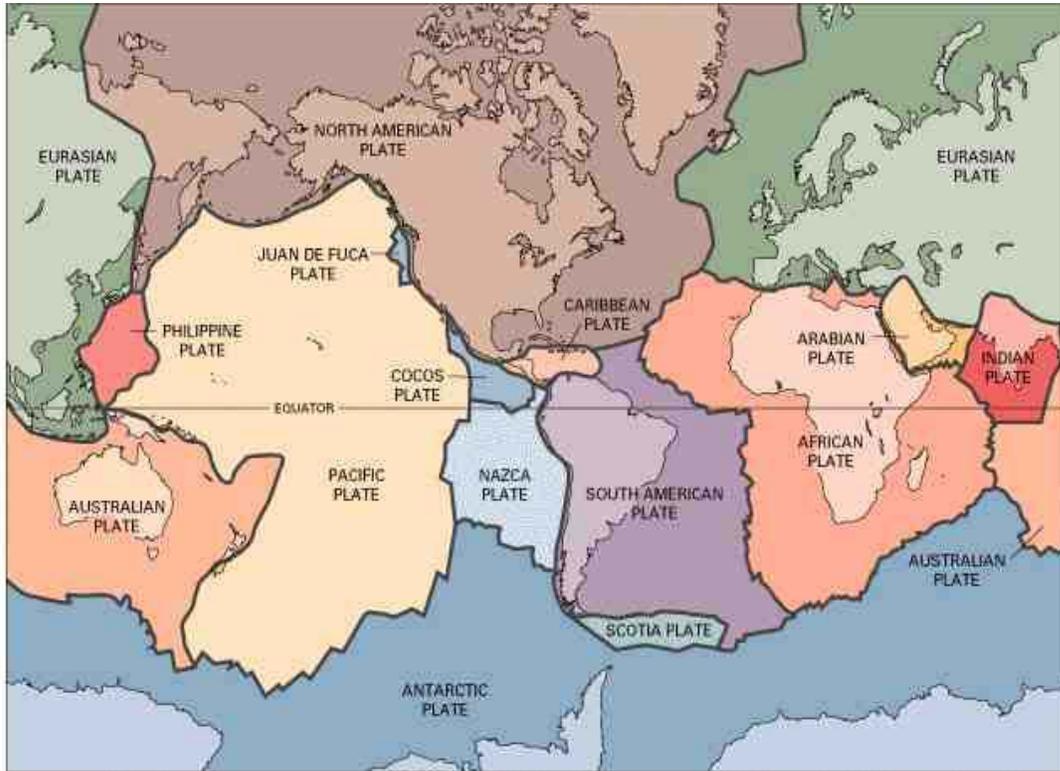
Gráfica No. Estructura interna de la Tierra

Fuente: INSIVUMEH

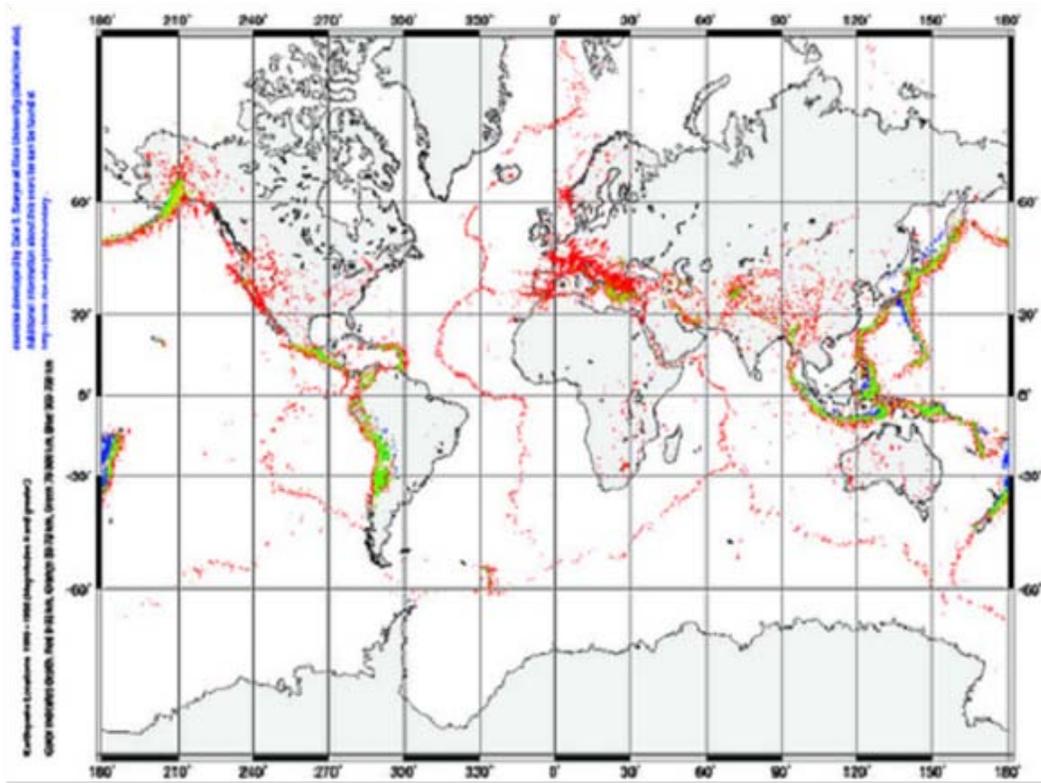
La teoría de las placas tectónicas propone que los primeros 100 km. de la superficie terrestre se comportan como un material rígido quebradizo y poco denso, denominado litosfera. Esta descansa sobre una capa de material más denso y fluido denominado astenósfera.

La litosfera no es una capa continua, está fragmentada en varios bloques o placas que se mueven con velocidades del orden de varios cm./año. El movimiento relativo entre placas produce roces y deformaciones en los bordes o límites entre las placas, y es principalmente allí donde se localizan la mayoría de terremotos, volcanes y cadenas montañosas.

La dirección del movimiento relativo y la composición de las lacas determinan las características del límite o contacto entre las mismas, que son tres tipos fundamentales: divergente o generación de corteza; convergente o destrucción de corteza y transcurrente o conservación de la corteza.



Mapa No. Mapa de placas tectónicas en el mundo
Fuente INSIVUMEH



Mapa No. Mapa de placas tectónicas en el mundo
Fuente INSIVUMEH

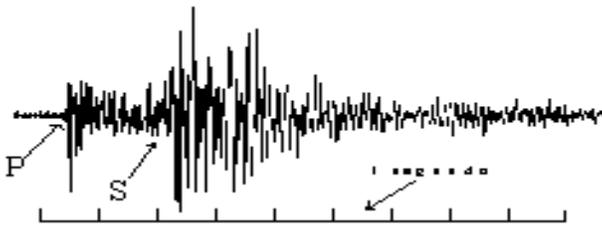
1
2
3
4
5

2.2.3 La Sismología

La sismología es una de las ramas de la Geofísica que se utiliza para estudiar la Tierra y en especial del fenómeno de los terremotos. Las principales características de un sismograma dependen del tipo de fuente que originó el temblor, la posición de la estación que lo registró respecto de la fuente, el medio por el cual se propagaron las ondas sísmicas, y el tipo de instrumento en la estación. La tarea del sismólogo es distinguir la contribución o el efecto en el sismograma de cada uno de los factores anteriores.

Por su origen los sismos se clasifican en naturales o artificiales, los sismos naturales son los producidos por fallas geológicas (tectónicas), la actividad volcánica y en menor importancia, por agentes meteorológicos tales como el oleaje del mar. Los sismos artificiales son todos aquellos producidos por la actividad del hombre, entre las principales están las explosiones para la exploración minera, explosiones nucleares, micro sismicidad producida por fábricas y el tráfico de vehículos pesados.

Los sismos de origen tectónico presentan el mayor peligro o amenaza para el hombre, se producen por el movimiento relativo entre dos partes de la corteza a lo largo de una falla.



Gráfica No. Impresión de movimiento sísmico
Fuente: INSIVUMEH 2011

2.2.4 Zonas Volcánicas

Existen cinco zonas en la Tierra en las que abundan los volcanes:

I) Zona Circumpacífica: se denomina Cinturón de Fuego y se extiende alrededor de todo el Océano Pacífico y las costas de América, Asia y Oceanía, originándose en las cadenas montañosas de los Andes, Montañas Rocosas y en los arcos isla. Los volcanes más activos de esta zona se encuentran en Alaska, Hawái, Japón, Perú y Filipinas.

II) Zona asiático-mediterránea: se extiende por el Océano Atlántico hasta el Océano Pacífico en sentido transversal desde el Oeste al Este. Los volcanes más activos de esta zona están en Italia, Turquía e Indonesia.

III) zona índica: rodea el Océano Índico y por Sumatra y Java enlaza con la zona Circumpacífica. En esta dorsal Índica hay muchas islas y montañas submarinas con volcanes activos como las Islas Reunión y las Islas Comores.

IV) zona atlántica: recorre el océano de Norte a Sur por su zona central. En esta zona destacan los volcanes de Islandia, de las Islas de la Ascensión, Santa Elena y de los archipiélagos de Azores y Canarias.

V) zona africana: en esta zona destacan volcanes como el Kilimanjaro.



Gráfica No. Zonas volcánicas.
Fuente: http://iga.igg.cnr.it/geo/es/What_is_geo

2.2.5 Amenaza Sísmica en Guatemala

Como puede verse del análisis de los aspectos sísmicos, y volcánicos anteriores, Guatemala es un país que por su ubicación y sus características, es altamente susceptible de ser afectado. El estudio de la amenaza sísmica en Guatemala, ha determinado que existen tres fuentes sísmicas en el país: la zona de subducción, las grandes fallas del Norte y los fallamientos menores en el Altiplano.

Cada una de estas ha generado sismos destructores. La vigencia y el estudio de la actividad micro sísmica ha permitido conocer con más detalle las características de la subducción y los fallamientos en el altiplano.

Existen cuatro estudios a la fecha que directamente estiman el potencial de la amenaza sísmica en Guatemala (debido al movimiento fuerte generado por las ondas sísmica); tres a nivel nacional y uno a nivel específico (para la ciudad capital).

Una gran similitud puede ser observada entre los resultados, los cuales reflejan que la amenaza aumenta gradualmente desde el norte hacia el sur del país. La expectativa en promedio para períodos de retorno de 50 a 100 años muestran que: 0.6-0.8 m/s² se encuentra la máxima aceleración del valor para la ciudad capital. (IACE , 2012)

La evaluación de los efectos producidos por terremotos anteriores y los estudios específicos de las condiciones del terreno han permitido identificar algunas zonas propensas a derrumbe, agrietamiento, hundimiento y licuefacción. Estudios preliminares de respuesta de las ondas a determinadas frecuencias importantes en amplitud de las ondas a determinadas frecuencias y sobre distintos tipos de suelo dentro del valle de la Ciudad de Guatemala. Instituciones encargadas de ayudar a la reducción de los desastres, no cuentan con la estructura administrativa adecuada y los recursos necesarios para garantizar la continuidad de la vigencia y evaluación del riesgo sísmico, a pesar del alto nivel de amenaza sísmica y las lecciones de terremotos pasados, un claro ejemplo de este deterioro de la Red Sismológica Nacional, la cual dejó de funcionar en 1993. Al la fecha existen únicamente 5 estaciones de período corto que duramente cubren la ciudad capital y no existe aún ninguna red de estaciones para el registro de movimiento fuerte.

La Geología y Morfología en Guatemala data del período terciario, en el cual se formaron los suelos de esta región, en grandes subsidencias formando una topografía con muchas depresiones y alzamientos formando así un Graben (sistema entre dos fallas geológicas) que se extiende por caso 40 kilómetros en dirección NNE- SSW. Delimitado en el este por la falla de Pinula y en el Oeste por la falla de Mixco, hacia el sur converge con una estructura de colapso Vulcano-tectónica en forma concéntrica llamada Caldera de Amatitlán. De igual manera en el período Terciario se inició la actividad volcánica con la emisión de flujos de lavas en forma de erupciones depositando material volcánico, los niveles de sedimentos y productos encontrados en los diferentes estratos de estos suelos testifican la presencia de una cuenca lacustre de considerables dimensiones.⁵

5

De la Cruz, René. Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala basada en el sistema Holdridge. Guatemala. Instituto Nacional Forestal. INAFOR 1,982

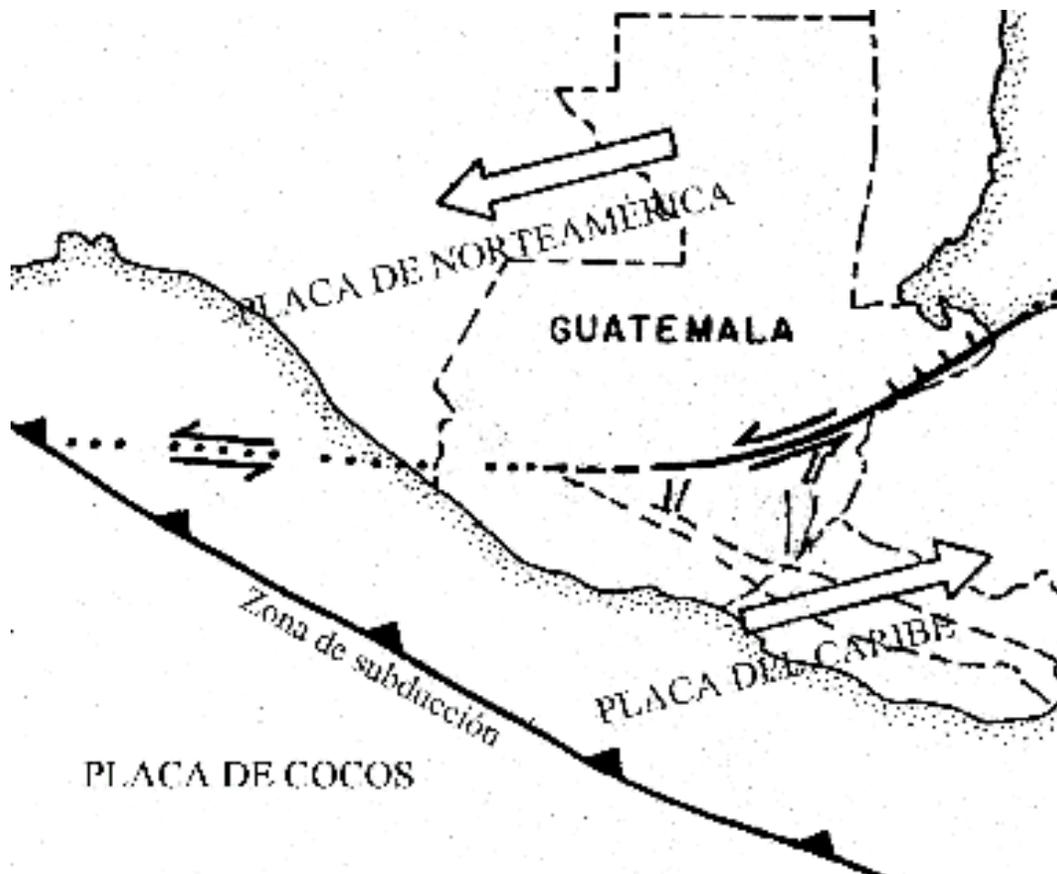
Marco Tectónico en Guatemala

El territorio nacional está repartido en tres placas tectónicas, Placa de Norteamérica, Placa del Caribe, y placa del Cocos. Los movimientos relativos entre estas placas determinan los principales rasgos topográficos del país y la distribución de los terremotos y volcanes.

El contacto entre las placas de Cocos y la del Caribe es de tipo convergente, en el cual la placa de Cocos se mete por debajo de la placa del Caribe (fenómeno conocido como subducción), este proceso da origen a una gran cantidad de temblores y formación de volcanes, el contacto entre estas dos placas esta aproximadamente a 50 km. frente a las costas del Pacífico.

El contacto entre las placas del Norteamérica y Caribe es de tipo transcurrente. Su manifestación en la superficie son las fallas de Chixoy-polochic y Motagua. (INSIVUMEH,2012)

Estos dos procesos generan deformaciones al interior de la placa del Caribe produciendo callamientos secundarios como: Jalpatagua, Mixto, Santa Catarina Pinula.



Mapa No. XX Placas tectónicas de Guatemala Fuente: INSIVUMEH

Terremoto del 4 de febrero de 1976 en Guatemala

Para analizar la amenaza sísmica en Guatemala, se debe tomar como referencia el terremoto del 4 de febrero de 1976, durante este evento se combinó los dos factores de riesgo la amenaza y vulnerabilidades existentes.

Las personas recuerdan los daños que produjo este evento, pero casi nadie conoce las causas naturales que lo provocaron, el terremoto fue provocado por el desplazamiento de la falla del Motagua, la cual produjo una traza en la superficie de una longitud aproximada de 240 km. y un ancho promedio de 1 a 3 m. (máximo registrado 9 m.) la traza observada en campo, dentro de 1 km. de variación con la falla del Motagua, y se extendió 85 km. Hacia el Oeste de lo conocido (Plafker, g, 1976).

El desplazamiento horizontal, lateral izquierdo, fue en promedio de 1m. para un máximo observado de 3.4m y los desplazamientos mayores a 2 m., en algunos lugares el desplazamiento vertical observado fue menor al 30% del desplazamiento horizontal (Plafker, G. 1976). La mayor parte del desplazamiento ocurrió durante las pocas decenas de segundos que duró el proceso de ruptura, continuando en forma asísmica o plástica durante los meses siguientes, aumentando en los 4 meses siguientes al evento hasta un 24% (INDE 2012).

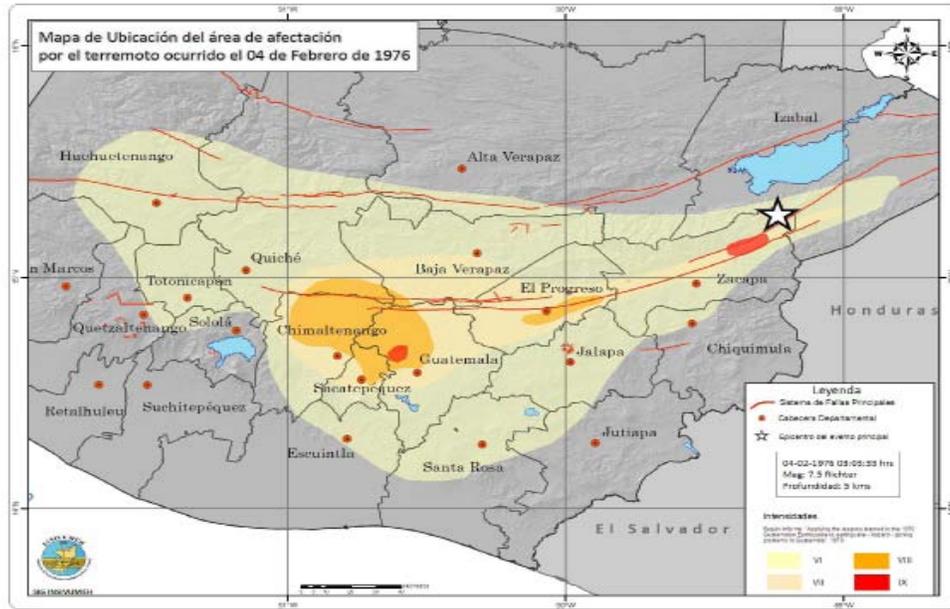
El movimiento de la falla del Motagua activó otros sistemas de fallas (Plafker, G. 1976; Langer, C.J. and G.A. Bollinger, 1979) siendo el tramo Este de la falla de San Agustín, al norte y paralela de la falla del Motagua; teniendo fallamientos secundarios en Tecpán, Chimaltenango, Mixco y Aguacaliente. En los fallamientos de Mixco se observó un conjunto de fallas paralelas en dirección aproximada Norte –Sur y longitudes de 100m. a 3.5 Km. El desplazamiento observado fue principalmente vertical, normal aproximadamente de 5 cm. Estas fallas tenían evidencia de movimientos anteriores (Plafker, G.1976; Plafker, M. G. Bonilla, and S.B. Bonis, 1977, citados por citados en).

Los principales daños asociados a los desplazamientos de las fallas fueron en carreteras, líneas férreas y construcciones, observados principalmente en los municipios de Gualán, Cabañas, Subinal en el departamento de Zacapa y Mixco en el departamento de Guatemala, y al Oeste de la Ciudad Capital.

La vibración del terreno producida por las ondas sísmicas fue lo que causó la mayoría de los daños a las viviendas, obra civil, líneas vitales, etc. La destrucción fue medida por las intensidades de la escala Mercalli Modificada, MMI, (Espinoza, A. et al. 1978), esta distribución de intensidades no sólo refleja los efectos de las ondas sísmicas, sino también la distribución y densidad de la población.

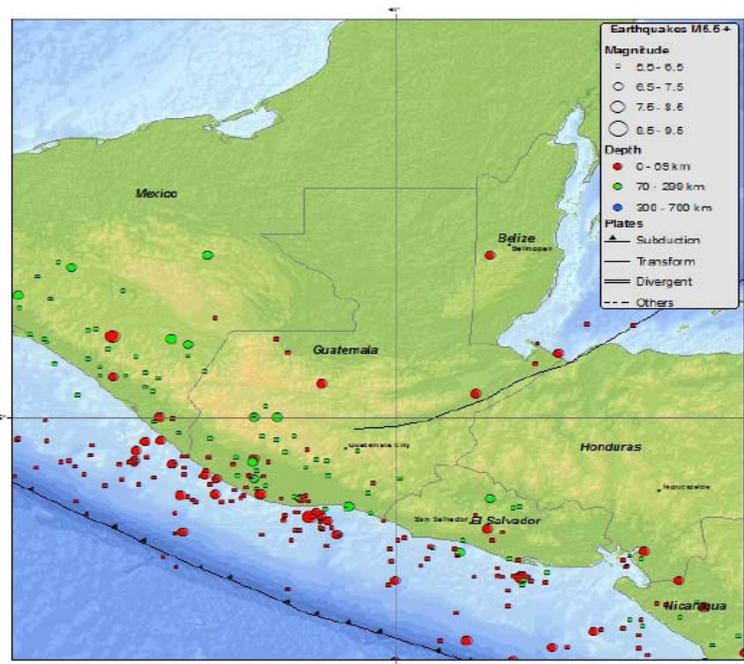
Algunas causas indirectas de este evento son la amplificación del movimiento del suelo, la topografía del terreno, el tipo de suelo y su espesor, los cuales pueden amplificar el movimiento de las ondas sísmicas, en el caso del valle de la ciudad capital los depósitos de material volcánico poco consolidado de no muchas decenas de metros de espesor (Plafker, G. 1976).

Como consecuencia del terremoto del 1976 se instaló la Red Sismológica Nacional en 1977, utilizaron de base las estaciones del proyecto Vulcano, creciendo de 7 a 25 estaciones en 1982, pero se redujo a 17 en 1990, (Villagrán M. et. al., 1990). Durante el período de observación de la red Sismológica Nacional (1977-1993) se distinguen tres fuentes sísmicas principales: la zona de subducción, los fallamientos menores localizados en el Altiplano y los grandes fallamientos del Norte.⁶



Mapa No. XX: Ubicación del área afectada por el terremoto 4 de febrero 1976

Fuente: INSIVUMEH 2012

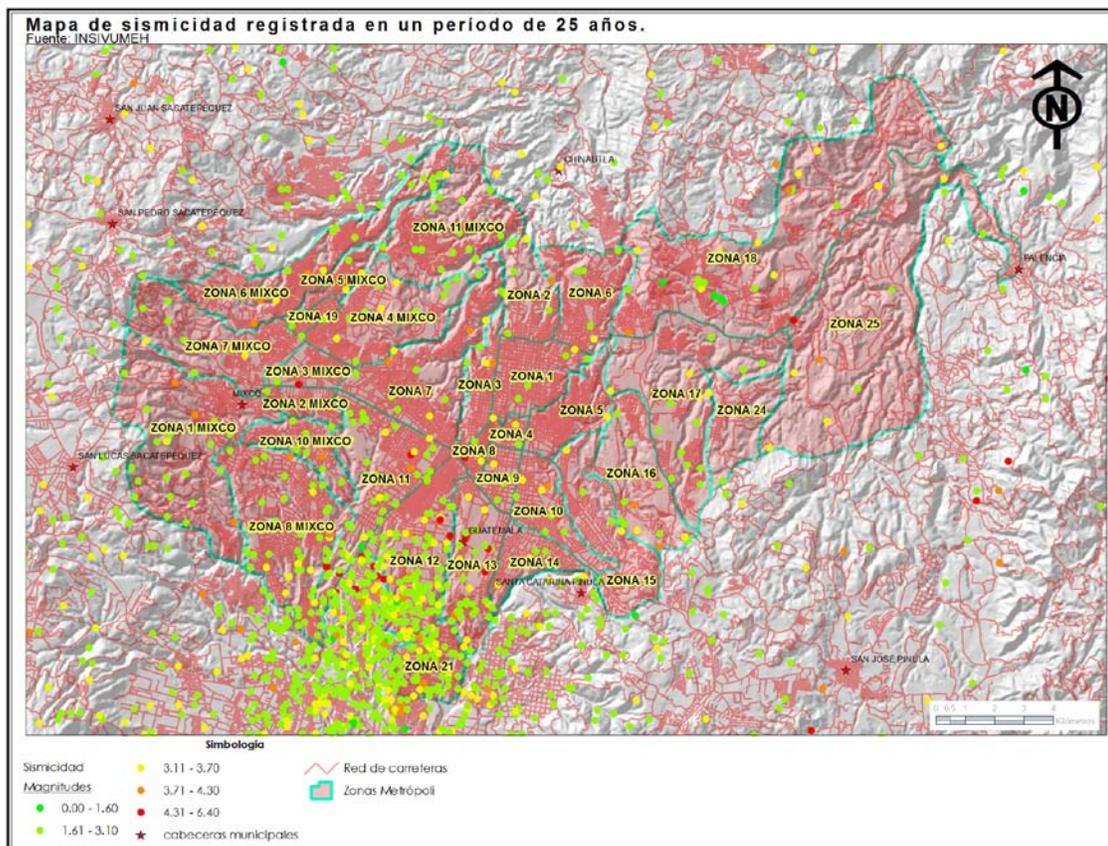


Mapa de Sismos de 1900 A 2012

Fuente: <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/guatemala>

1
2
3
4
5

En resumen, es evidente que la actividad sísmica en nuestro país forma parte de la historia de nuestra cultura, la amenaza sísmica es constante debido a que no se pueden predecir los terremotos, lo que sí podemos decir es que en Guatemala hay sismos periódicamente, el caso más reciente es el sismo de 7.2 registrado el pasado 7 de noviembre de 2012 en San Marcos, por lo reciente del evento no hay datos exactos de datos, pero se evidenció la disminución de muertes, posiblemente provocado por el cambio de los materiales de construcción aplicados a partir del terremoto de 1976.



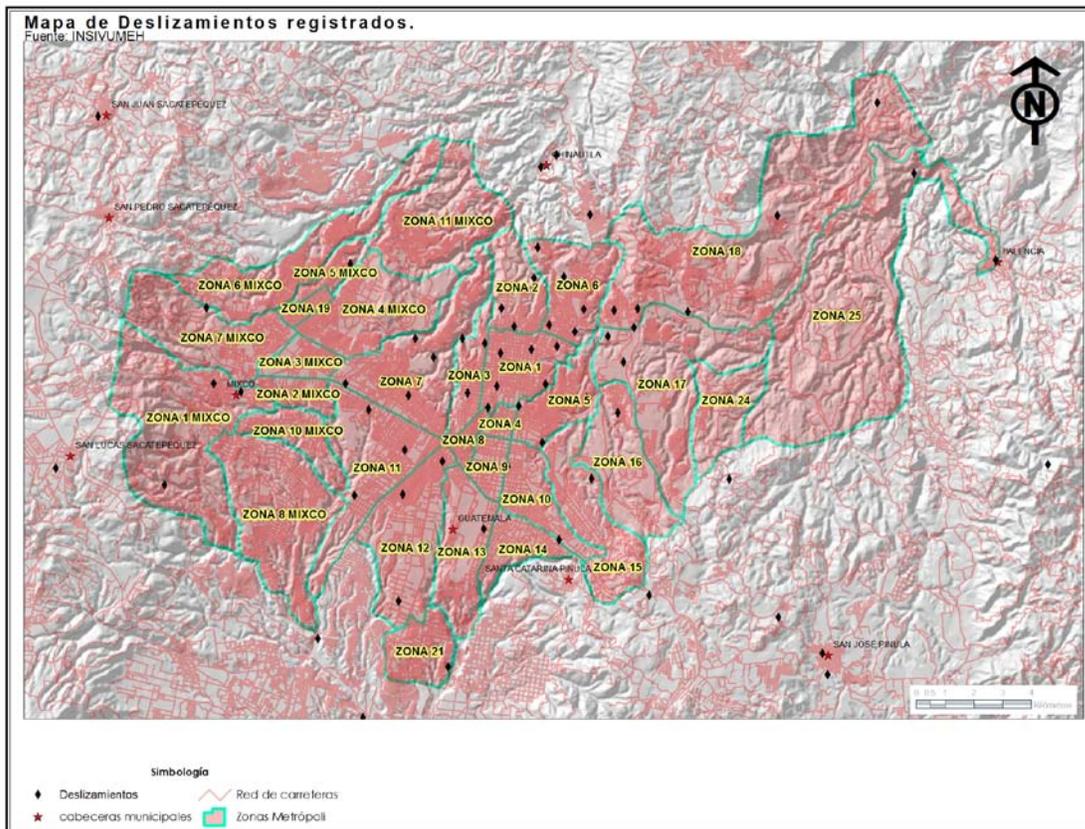
2.3 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad puede definirse como la capacidad disminuida de una persona o un grupo de personas para anticiparse, hacer frente y resistir a los efectos de un peligro natural o causado por la actividad humana, y para recuperarse de los mismos. Es un concepto relativo y dinámico. La vulnerabilidad casi siempre se asocia con la pobreza, pero también son vulnerables las personas que viven en aislamiento, inseguridad e indefensión ante riesgos, traumas o presiones. La otra cara de la moneda es la capacidad, que puede describirse como los recursos de que disponen las personas, familias y comunidades para hacer frente a una amenaza o resistir a los efectos de un peligro. Estos recursos pueden ser físicos o materiales, pero también pueden encontrarse en la forma en que está organizada una comunidad o en las aptitudes o atributos de las personas y/o las organizaciones de la misma, (IFRC, 2012).

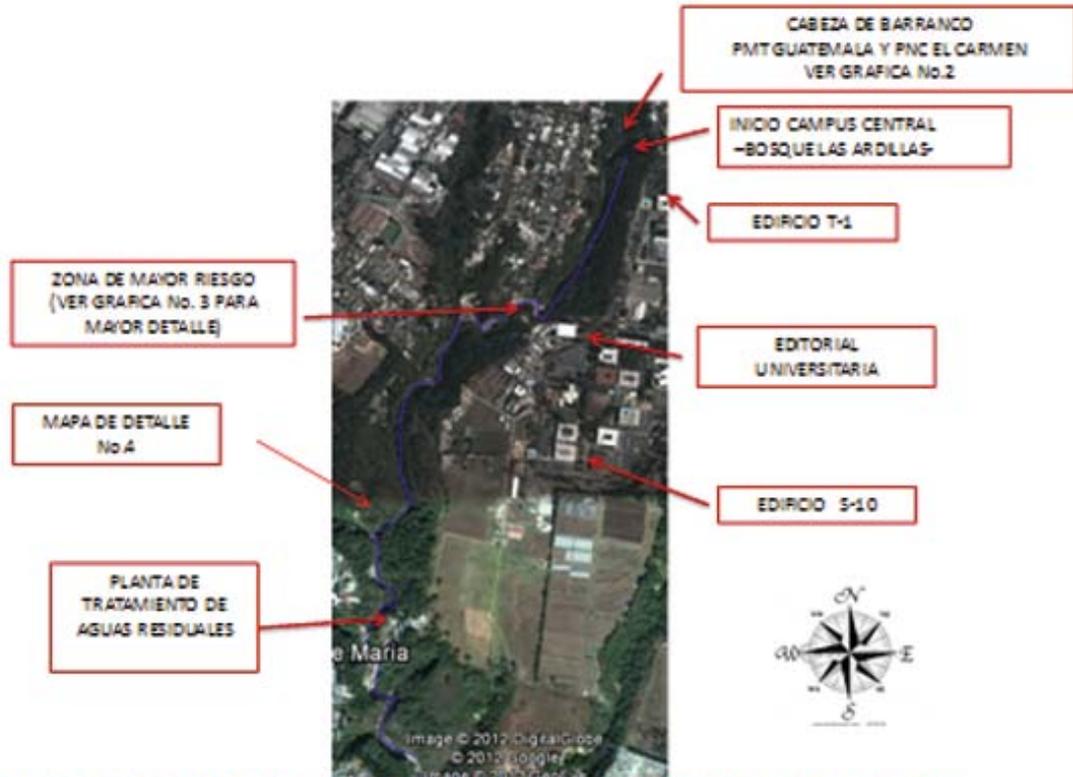
Los urbanistas analizan la vulnerabilidad desde un punto de vista espacial; una traza urbana consolidada no debe ocupar espacios no urbanizados anteriormente, que posteriormente se convierte en asentamientos humanos, estos asentamientos cuyo hábitat es especialmente precario atenta contra las posibilidades de desarrollo, debido a las carencias de servicios de infraestructura.

Los ambientalistas, vinculan la vulnerabilidad ambiental y la pobreza determinando que ambas refuerzan mutuamente, generalmente el espacio que se ocupa para la agricultura son zonas relativamente fértiles, lo que permite generar ingresos. Sin embargo, la ausencia en el sistema de drenajes, mal manejo de la basura aumenta la problemática ambiental. Las tierras ambientalmente deterioradas tienen una menor capacidad de absorber los choques externos, efectos como la deforestación y la erosión del suelo aumentan la vulnerabilidad en áreas donde las lluvias intensas, causan inundaciones, (IFRC 2012).

A medida que crece la infraestructura y la población en la ciudad universitaria, también se pueden observar impactos ambientales tales como la erosión en la microcuenca del río Villalobos, como puede observarse en el mapa siguiente:

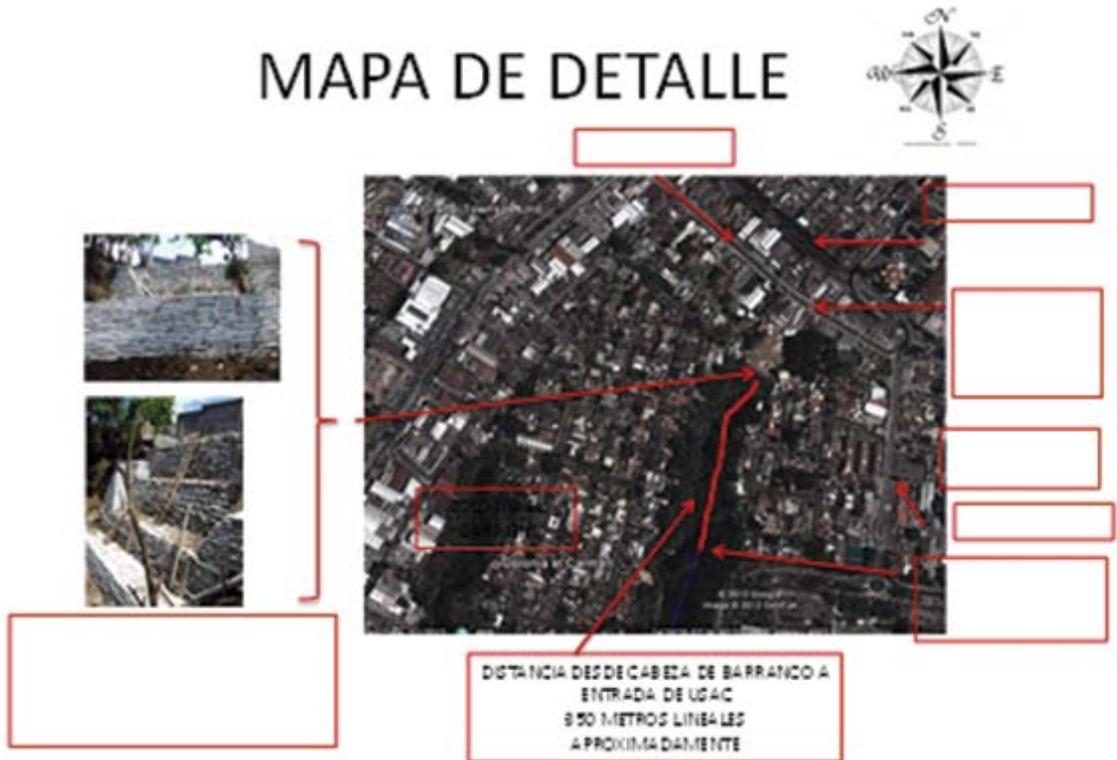


1
2
3
4
5

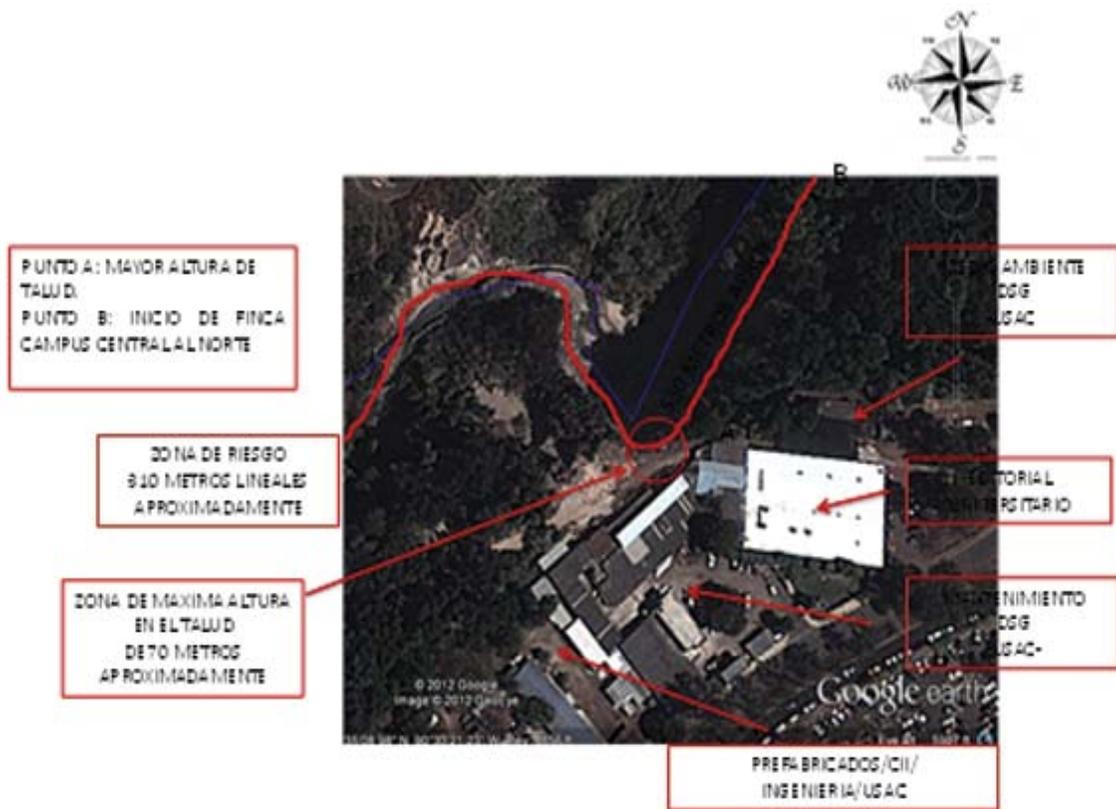


UNIDAD DE TOPOGRAFIA Y CATASTRO / DSG / DIGA / USAC

MAPA DE DETALLE



UNIDAD DE TOPOGRAFIA Y CATASTRO / DSG / DIGA / USAC



MAPA DE DETALLE No.4



1
2
3
4
5

2.3.1 Vulnerabilidad Estructural:

La vulnerabilidad estructural se refiere a la susceptibilidad que la estructura presenta frente a posibles daños en aquellas partes del establecimiento hospitalario que lo mantienen en pie ante un sismo intenso. Esto incluye cimientos, columnas, muros, vigas y losas, (Paho 2012).

“El valor de los componentes no estructurales constituye en promedio más del 80% del costo total del edificio. Pueden presentarse situaciones en donde estos componentes inciden en la ocurrencia de fallas estructurales. La colocación de diferentes equipos en niveles superiores, modifican significativamente el comportamiento de la estructura tal como fue calculada, pueden desplazarse o voltearse ante la ausencia de anclajes, generando colapsos parciales o totales del edificio. Elementos arquitectónicos, de mampostería no reforzada, y pesados revestimientos, pueden alterar el comportamiento del edificio mientras está vibrando”, (Wilchex Chaux, 1993).

Producto de la vulnerabilidad estructural de algunos edificios surgen los daños estructurales, la experiencia a través de los años han demostrado que en los países donde se construye con normas sismo-resistentes, la supervisión es estricta, y el sismo del diseño es similar al de la amenaza real, el daño en las estructuras es mínimo comparado con el observado donde se omiten estas directrices.

Los daños estructurales se presentan comúnmente en los siguientes elementos estructurales, columnas, evidenciando grietas diagonales causadas por cortante y/o torsión, grietas verticales, desprendimiento del recubrimiento, aplastamiento del concreto y pandeo de las barras longitudinales por exceso de esfuerzos de flexo compresión.

En las vigas se presentan grietas diagonales y rotura de estribos a causa de cortante y/o torsión, grietas verticales, rotura del esfuerzo longitudinal y aplastamiento del concreto por la flexión que impone el sismo arriba y debajo de la sección como resultado de las cargas alternas.

El daño estructural en losas se deja ver como grietas por punza miento alrededor de las columnas y grietas longitudinales a lo largo de la placa debido a la excesiva demanda por flexión que puede imponer el sismo. Las conexiones o uniones de elementos estructurales son, los puntos más críticos, en las uniones viga-columna (nudos) el cortante produce grietas diagonales y es común ver fallas por adherencia y anclaje del refuerzo longitudinal de las vigas a causa del poco desarrollo del mismo y/o a consecuencia de esfuerzos excesivos de flexión, (PAHO, 2012).

Otro tipo de vulnerabilidad además de la ambiental y la estructural que ya tratamos, es la vulnerabilidad social, evidenciada por ejemplo en la desintegración de los hogares, con especial énfasis en los hogares liderados por las femeninas con bajo nivel educativo, (PAHO, 2012).

Otro grupo vulnerable a nivel social son los jóvenes con poca educación, que abandonan los estudios luego de una acumulación de fracasos, entre otras muchas causas. Estos estudiantes presentan un alto aislamiento a partir de una disminución de la interacción social con el resto de la sociedad. (PAHO, 2012)

La Universidad de San Carlos según la Dirección de Planificación existe poca cobertura para proveer a estos jóvenes de oportunidades de educación superior, ayudando así a mitigar la vulnerabilidad social de los jóvenes. Guatemala es una sociedad donde la tasa de fecundidad se encuentra apenas por encima del nivel de reemplazo poblacional,⁷ esto es un síntoma de una sociedad que no invierte fundamentalmente en la educación superior, (INE 2004).

Sin embargo un gran porcentaje de jóvenes que logra acceder a una educación universitaria se concentra en la universidad 93,380 por día (Registro y Estadística 2012). La USAC reporta un alto crecimiento de la población estudiantil, con un elevado número de ingresos y un fuerte flujo de personas que ingresan en la USAC durante los últimos años. Las aulas de este centro de estudios se caracterizan por contar con grupos promedio de 80 alumnos (Arq. Rivera 2012).

Los estudiantes que hacen uso del edificio S-9 de la USAC forman parte de la Facultad de Ciencias Económicas, son jóvenes que en su mayoría laboran por la mañana en trabajo de medio tiempo, que permite estudiar en la jornada vespertina y tiempo completo para la jornada nocturna.

2.4 Percepción del Riesgo

Es un producto socio-cultural complejo que incide en la participación de la población en la prevención, preparación y respuesta y recuperación en una situación de emergencia, (Brennan, 2009).

La percepción pública del riesgo y de las políticas relacionadas a él dependerá de las ideas generalizadas que esa sociedad tenga sobre la justicia y la equidad, la percepción del riesgo tiene relación directa con aspectos culturales de la sociedad, (Mary Douglas 2007).

2.5 Desastres

Para las Naciones Unidas (ONU) es: “Evento concentrado en tiempo y espacio en el cual una comunidad sufre daños severos y tales pérdidas afectan a sus miembros y a sus pertenencias físicas de forma tal que la estructura social se resiente y la realización de las principales funciones de la sociedad también”, (Naciones Unidas, UNDRO. 1984).

Un término equiparable con desastre es catástrofe, cuya etimología, proveniente del griego *katastrophè* (trastorno, desenlace dramático) se compone de dos raíces, *kata* (hacia abajo) y *stropho* (dar vuelta). Su significado genérico es el de suceso infausto y extraordinario que altera el orden regular de las cosas, (Naciones Unidas, UNDRO 1984). Desde el punto de vista social, estos afectan a toda una comunidad residente en un área geográfica, alterando su curso normal de vida, provocando muerte, enfermedades, pérdidas materiales u otras privaciones graves.

7 Instituto Nacional de Estadística, IX poblacional, Censo 2004.

Los desastres pueden ser ocasionados por agentes antrópicos, causados por el hombre, como las guerras, incendios, epidemias, terremotos, inundaciones, entre otros o por agentes naturales, como erupciones volcánicas, tornados, terremotos, etc. y en algunas ocasiones se combinan agentes naturales y antrópicos que dan como resultado un desastre.

Los efectos de un desastre provocan consecuencias directas y tangibles como pérdidas económicas y muertes, y efectos indirectos, como enfermedades o migraciones. El manejo de desastres se analiza y estudia para fines prácticos, en forma sistemática como una secuencia cíclica de etapas que se relacionan entre sí, el esfuerzo de prevenir la ocurrencia de un desastre, prepararse para sus consecuencias, alertar su presencia, responder a la emergencia, recuperarse de sus efectos y mitigar las pérdidas, estas etapas se agrupan de acuerdo con tres fases: antes, durante y después de la ocurrencia del desastre. En la etapa anterior a la ocurrencia se dan las etapas de prevención, mitigación, preparación y alerta. Durante el evento se da la etapa de respuesta y después del desastre se da la etapa de rehabilitación y reconstrucción.

Las etapas anteriores aplicadas a un evento provocado por un sismo requieren acciones específicas en cada fase, durante la prevención, aplicando medidas y acciones que impiden o evitan que un evento se convierta en desastre, y evitar el impacto o reducir sus efectos, por ejemplo: identificar zonas de deslizamiento según eventos históricos; elaborar mapas de amenazas a nivel de comunidades; regular el uso del suelo para la agricultura; evitar construcciones en laderas de suelos inestables; rellenar fracturas de la ladera para que no se filtre el agua.

Durante la preparación, se requieren acciones destinadas a organizar que la respuesta de los actores sociales sea rápida, ordenada y eficaz; para minimizar la pérdida de vidas y daños materiales. Por ejemplo: elaborar planes comunales de emergencia mapas de deslizamientos, diseño de rutas de evacuación y su señalización, identificar albergues, establecer sistemas de alerta, organizar y capacitar al comité municipal de emergencia.

En la etapa de mitigación se prevé las medidas necesarias para minimizar los efectos de una amenaza características intrínsecas de un sistema biológico, físico o social, a fin de reducir su vulnerabilidad. Por ejemplo: señalizar áreas susceptibles a deslizamientos, capacitar a la población en riesgo, reglamentar el uso de tierra en áreas propensas a deslizamientos, reforestar áreas afectadas por deslizamientos, construir canales alrededor de construcciones para encauzar el flujo de agua.

Algunas acciones en la etapa de alerta, se dan previas a la ocurrencia de un desastre, con el fin de tomar precauciones dada a la cercanía de un evento adverso. En el momento de la respuesta se dan acciones con el principal objetivo de salvar vidas, reducir el sufrimiento y disminuir pérdidas.

En la etapa de rehabilitación se inician acciones para la recuperación a corto plazo de los servicios básicos e inicio de la reparación del daño físico, social, económico y por último se da la fase de reconstrucción que impulsa acciones para la reparación a mediano y largo plazo del daño físico, social y económico, a un nivel de igual o superior al existente antes del desastre⁸.

8 Ob. cit.

2.5.1 Eventos Extremos

En 1994 se realizó la conferencia Mundial de Desastres en la ciudad de Yokohama proponiendo el paradigma de la seguridad humana enfocado a la “construcción de un mundo más seguro para todos”. Luego la conferencia mundial de Desastres en el año 2005 realizada en la ciudad de Kobe, utilizando el título “Aumento de la resiliencia de las naciones y comunidades ante los desastres” en el cual se hace énfasis en trabajar en una “Cultura de seguridad humana”, por lo cual varios autores utilizan el concepto de seguridad, ligado al desarrollo sostenible (CEPREDENAC 2 3,5), este enunciado enviado al mundo entero promueve un modelo de conducta social partiendo de la educación, la participación y capacitación de la comunidad local hacia lo global con el apoyo del sector institucional.

Para los extremos climáticos en Guatemala se puede citar en 1998 el huracán Mitch en 2005, la tormenta Stan (CEPREDENAC 2006) en el año 2010 la tormenta Agatha, estos eventos permitieron saber cuál fue la cantidad de lluvia durante esos eventos, la cual afectó el edificio S-9 que por la falta de mantenimiento y limpieza de los drenajes pluviales en la losa del tercer nivel provocó filtraciones. Afortunadamente después de la caída de ceniza volcánica en 2010, realizaron una limpieza de drenajes pluviales que favorece la evacuación de agua de lluvia, (ver cuadro de precipitaciones anexo).

2.6 Arreglos Espaciales

El ser humano es vulnerable a todos los acontecimientos que ocurren en su entorno, dependiendo de los factores externos, estos pueden aumentar o disminuir si bien las personas que utilizan el edificio S-9 perciben el riesgo, muchas de ellas no asocian la ubicación del mobiliario, elementos fijos como puertas y ventanas al riesgo que dependiendo su ubicación y su relación al momento de un evento que genere una evacuación por una emergencia, puede ser determinante entre la vida y la muerte. Por lo que podemos decir que: “Arreglo espacial al resultado de ejercer una operación de acomodo con los elementos... un arreglo espacial se entiende como el inicio de la concepción de un espacio arquitectónico, el cual permite definir la forma de la célula espacial y visualizar los elementos que lo componen: fijos y móviles, en los elementos fijos están puertas y ventanas y los móviles son todos los que van dentro del arreglo espacial, muebles y accesorios complementarios”, (García, 1990). Los arreglos espaciales serán definidos según la función, éstos se deben desarrollar para producir comodidad, en un orden específico según el gusto y el diseño de los muebles. (Soto, Arreglos Espaciales 5, Facultad de Arquitectura. 2005) Considerando esto se toma como célula espacial el espacio arquitectónico constitutivo de un sistema espacial que puede ser interior o exterior, abierto o cerrado en el cual se desarrollan varias actividades que interactúan o no con otras células espaciales, (García 1990). La célula espacial está compuesta por un envolvente, que constituye un espacio volumétrico, tomando en cuenta que las superficies envolventes pueden ser materiales o virtuales. Y el sistema espacial o conjunto arquitectónico es el conjunto de cosas relacionadas entre sí ordenadamente que contribuyen a un determinado objeto, (DRAE 2004).

1 Los espacios para circular constituyen una parte importante de la organización de cualquier edificio, determina su diseño y el volumen que genera, estos dispositivos de unión dan lugar a interminables espacio-pasillo, la forma y escala deben ser apropiadas al desplazamiento del usuario, un paseo, un descanso, (Ching, Frank. 2002). También, en el edificio S-9 forman espacios de circulación los pasillos y módulos de gradas.

2 El acceso al edificio permite ingresar del exterior al interior configurando el recorrido, secuencia de espacios, logrando una relación entre recorrido y espacio, límites, nudos y finales de espacios.

3 El acceso es parte de la circulación que vincula los espacios de un edificio y reúne a cualquier conjunto y los relaciona con los espacios interiores y exteriores. Las actividades que se desarrollan en los espacios edificados provoca aproximación de las personas para el uso de estos espacios, en el caso de que exista un riesgo a desastres se producirá el alejamiento de las personas del edificio.

4 La aproximación a un edificio puede tener variantes como cambios de sentido de dirección, puede ser un recorrido en sentido frontal y oblicuo, la aproximación frontal conduce directamente al edificio a lo largo de un recorrido axial y directo. El objetivo es la visual nítida del edificio o entrada, por ejemplo, en el caso del edificio si el ingreso estuviera al medio del pasillo central la aproximación sería oblicua lo que daría un efecto de engrandecimiento del mismo.

5 El ingreso frontal, el acto de entrar a un espacio consiste en atravesar un plano vertical, el elemento espacial del ingreso se procura evidenciar mediante recursos más sutiles que elaborar un agujero en un muro.

Los accesos de los edificios pueden ser enrasados, adelantados y atrasados respecto al plano vertical, en términos de localización la entrada puede estar al centro o a un lado de la fachada, esto puede crear cierto tipo de condiciones de circulación, determinando el recorrido en el mismo, condicionantes que van a afectar la circulación en caso de un sismo.

Durante un evento sísmico las circulaciones sinuosas pueden ser un obstáculo para la circulación efectiva, si a esto le agregamos cambios de altura o pendientes pronunciadas pueden representar una mayor complejidad en el desplazamiento en el espacio. En el caso de los edificios en estudio existe la ventaja que las plataformas en las que se encuentran asentados son totalmente planas en sus accesos, delimitadas por jardineras.

La intersección o cruce de recorridos es un punto en el cual aquel que lo transita debe tomar la decisión hacia qué dirección seguir, la continuidad y la escala del recorrido permite distinguir entre los recorridos principales y los secundario, cuando las rutas se entrecruzan son equivalentes, por lo que debemos proporcionar el espacio suficiente para la orientación y el descanso de la gente.

El espacio asignado a esta intersección es determinante para la evacuación de los agentes y usuarios de los edificios de uso público, en ocasiones puede salvar vidas o hacer la función contraria. Las características de configuración de un recorrido en un espacio pueden ser

reforzadas con la circulación en paralelo, lo que puede permitir trazar en nuestra mente la configuración total de la circulación y permite orientarnos y entender la disposición espacial del mismo.

Existen varios tipos de recorridos: lineal, radial, espiral entramado, rectangular y compuesto. Un ejemplo de la circulación compuesta es el Templo Mortuorio de la reina Hatshepsut, Der-el baharí, Tebas (1511 a. c.) un edificio de uso público que sirve como referencia histórica, o el centro de Artes visuales Carpenter, Universidad de Harvard, Cambridge, Massachusetts, (Le Corbusier 1964).

Los espacios para circulación en los Edificios S-9 y S-10 según el levantamiento de campo son cerrados en algunas oficinas, porque los espacios se comunican a través de entradas perforadas en el plano de la pared. Abierto por un lado en el caso de los pasillos que comunican aulas, oficinas y servicios sanitarios formando balcones interiores y tienen continuidad visual y espacial con los espacios que los une.

El ancho y altura de los pasillos internos están determinados según el diseño original calculado por la capacidad de carga estructural, y no por la proporción respecto al género y la intensidad de circulación que este debe soportar, no hay una diferencia de escala entre el pasillo público, un pasillo privado y el de servicio, esto podría afectar la circulación peatonal al momento de una evacuación por un sismo.

Las gradas o escaleras permiten la circulación vertical entre los espacios de un edificio o en un espacio abierto y está determinada por las medidas de huella y contrahuella, el ancho de las gradas debe proporcionar facilidad de movilización y preferiblemente dentro del rango de holgura correspondiente. Los módulos de gradas de los edificios S-9 y S-10 deben funcionar idealmente invitando a moverse hacia espacios públicos, ya sea en orden ascendente o descendente.

Los descansos en los módulos de gradas, interrumpen el sentido de las gradas y pueden llevar a cambios de dirección, permite ritmo del movimiento. Las escaleras de los edificios S-9 y S-10 tienen sentido en U, la tridimensionalidad morfológicas de las escaleras produce una experiencia tridimensional, tanto al subirlas como al bajarlas, puede incidir en el desplazamiento al producirse un sismo.



2.7 Análisis Estructural

Los elementos estructurales son utilizados en la Arquitectura para transmitir cargas hacia apoyos verticales y posteriormente a los cimientos del edificio. El tamaño y la proporcione de los elementos está proporcionado a la luz (espacio entre apoyos) que debe cubrir y la función estructural para lo cual está diseñado el espacio, regido por indicadores visuales de tamaño y escala de los espacios que cubrirá.

Algunos de los elementos estructurales son columnas, losa y las vigas, estas últimas se encargan de transmitir las cargas de manera horizontal, al aumentar las dimensiones de un espacio, sin apoyos intermedios, aumenta la proporción de las vigas, (AGIES NR-1: 2000).

Para la construcción del edificio S-9 se utilizó el sistema de losa nervada, lo que significa una losa bastante liviana en relación con las distancias a cubrir su sistema de armado de acero permite eliminar carga muerta por peso del concreto. Haciendo una losa eficiente, liviana y más económica, la mayoría de edificaciones de los años 70 a los años 90 se realizó de la misma manera.

El Union Building Construction -UBC- (1990) indica que la ocupación o cargas vivas están definidas por la máxima capacidad de un edificio, por la cantidad de personas presentes sobre una superficie determinada. Para determinar las cargas vivas deben considerarse que todas las áreas de un edificio estén ocupadas al mismo tiempo.

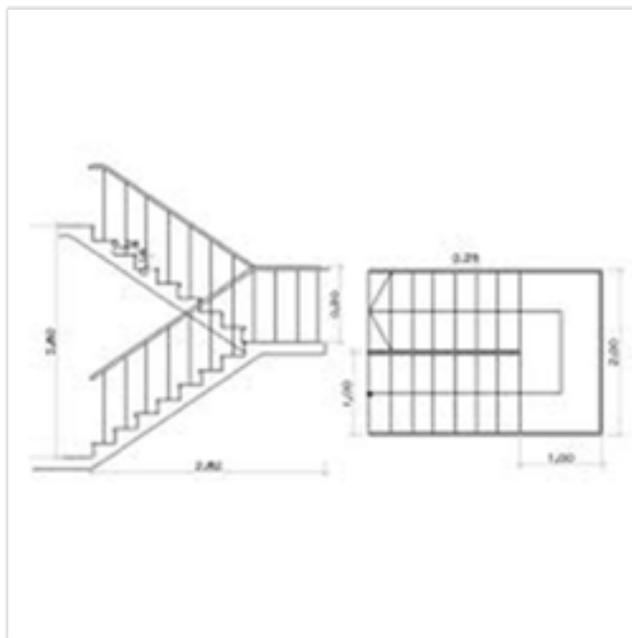
Los reglamentos⁹ se determina que las cargas vivas de los edificios o áreas de usos múltiples, la determina en su mayoría los ocupantes. Ejemplo la carga de ocupación de un salón de usos múltiples de una escuela que también se utiliza para dar clases se calcula mediante el factor de 15 pies² por persona.

En los reglamentos nombre completo –BOCA-, , SBC, UBC, se considera que con base en las cargas de ocupación y los usos del área deben determinarse las salidas que se requieren, esto implica que una salida es mucho más que una simple puerta, realmente son medios de egreso continuo y sin obstrucciones hacia la vía pública.

Un elemento constructivo que por su importancia debe tener un sólido diseño estructural es el módulo de escaleras. Además es importante contemplar en este módulo de gradas el uso de un área de rescate ARA (Area of Rescue Assistance), que se define como un área de acceso a una salida, donde las personas que no pueden usar la escalera permanecen seguras por cierto tiempo, en espera de ayuda durante una evacuación de emergencia, esta zona también se le conoce como área de evacuación, se debe cumplir con el reglamento establecido por la CONRED en el reglamento Norma para la Reducción del Riesgo numero Dos (NRD 2).

Según el Sistema Nacional de Comercialización y Exportaciones –SINACOM- de Costa Rica se indica que para gradas o escaleras, el ancho se calcula según el área de servicio que presta, y no se debe incluir el área de circulación.

9 AGIES NR-6: 2001



Modulo de Gradas típicas.

Fuente: Gráfica de medidas de gradas para edificios públicos. SINACOM, Costa Rica 2012

En el edificio S-9 aplica un mínimo de 1.20 metros de ancho en el módulo de escaleras, por cada doscientos metros cuadrados y 0.60 metros por cada cien metros cuadrados o fracción adicional. El ancho máximo de las escaleras no deberá exceder 2.40 m. los tramos son recto, las escaleras tienen 28 cm de huella y 16 cm. de contrahuella. Los barandales son de 1.10 m de alto, el SINACOM recomienda 90 cm. (SINACOM 2012).

En relación con las normas NDR 2 las puertas se encuentran a más de dos metros de las escaleras, y no están a más de 40 metros de los dos módulos de escaleras existentes, las puertas son de dos hojas de metal de 1.60 m, que equivale a 35 alumnos, el abatimiento de estas puertas está diseñado su abatimiento hacia adentro y no hacia afuera lo que dificulta la salida al momento de una emergencia.

2.8 Marco Legal

Esta investigación tiene un contexto legal, que brinda el soporte jurídico para su desarrollo. En relación con este trabajo hay leyes y reglamentos vinculados con la gestión del riesgo y con normas para la reducción de desastres, por lo tanto se toma como base legal la norma establecida por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED) denominada NRD 2.

La norma de reducción de desastres número dos –NRD 2- establece los requisitos mínimos de seguridad en edificaciones e instalaciones de uso público y los planes de emergencia. Para la ejecución de estas normas debe ser designado un responsable que verifique el cumplimiento de las normas correspondientes, (CONRED, 2012).

Esta norma para la reducción de desastres NRD 2, se refiere a edificaciones de uso público: como edificios en los que se ubiquen oficinas públicas o privadas; las edificaciones destinadas a la realización de toda clase de eventos, los centros educativos públicos o privados, incluyendo escuelas, colegios o centros universitarios y sus extensiones.

En su Artículo 5 habla del Plan de respuesta a emergencias en edificaciones e instalaciones nuevas, nombrando al responsable de la edificación o instalación de uso público como responsable para elaborar un plan de respuesta a emergencias, el cual se denominará proyecto de plan de respuesta a emergencias, el mismo contendrá las normas mínimas de seguridad aprobadas en la presente norma. Los responsables de la edificación o instalación de que se trate, deben presentar para su conocimiento y evaluación, el proyecto del plan de respuesta a emergencias ante la autoridad competente, previo al inicio de los trabajo de obra.

En esta norma se abordan algunas definiciones que mencionamos por su relación con esta investigación.

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

El callejón de salida es una salida techada que conecta una salida o un patio de salida de emergencia con la vía pública. La carga de ocupación es la capacidad de un área para albergar dentro de sus límites físicos una determinada cantidad de personas.

Al referirse a un herraje de Emergencias habla del conjunto de chapas de una puerta que incorpora un mecanismo de liberación rápida, la pieza de activación deberá extenderse a lo ancho de la puerta y deberá extenderse por lo menos la mitad del ancho de la hoja de la puerta en el cual está instalado.

El patio de salida de emergencia, es un patio o jardín que permite el acceso a una vía pública, para una o más salidas requeridas, y una salida de emergencia es un medio continuo y sin obstrucciones de salida de emergencia hacia una vía pública, e incluye todos los elementos necesarios como: pasillos, pasadizos, callejón de salida, puertas, vanos de puertas, portones, corredores, balcones exteriores, rampas, escaleras, gradas, recintos a prueba de humo, salidas horizontales, patios de salida de emergencia y jardines.

La salida horizontal de emergencia es una salida de un edificio a otro, en un mismo nivel o alrededor de un muro construido, como se requiera, para lograr una separación de la ocupación en el edificio, de dos horas, logrando una división completa de un nivel en dos o más áreas separadas de manera que se establezca un área de refugio que proporcione protección contra el fuego y el humo provenientes del área de la cual se está escapando.

Otra definición que incluye la norma NRD 2, es el de vía pública de emergencia que es cualquier calle, callejón o similar pedazo de terreno sin obstrucciones desde el suelo hasta el cielo que se encuentre disponible para uso público y que tenga un ancho libre de por lo menos tres metros.

En su Artículo No. 10 esta norma aborda lo relacionado con la determinación de la carga de ocupación de los edificios, para lo cual se debe presumir que todas las partes de un edificio estarán ocupadas al mismo tiempo.

Pueden ser determinadas de la siguiente forma, áreas que no cuenten con asientos fijos, la carga de ocupación será menor que el área de pisos con un área con asientos fijos. La carga de ocupación será determinada por el número de asientos fijos y tomando en cuenta que no puede ser utilizada para ningún otro propósito.

La carga de ocupación máxima, Artículo 11, no excederá la capacidad de salidas de emergencia. El incumplimiento de este Artículo causará el cierre de las instalaciones y podrán ser habilitadas siempre y cuando no excedan la carga de ocupación máxima.

En su Artículo 12 de la norma se habla de la rotulación que deberá existir, explicando que cualquier área que tenga una ocupación de cincuenta personas o más que no se utilizada para reuniones, clases, restaurantes o similares deberá indicar con un rótulo la capacidad máxima del área que deberá ser colocado en un lugar visible, cerca de la salida principal.

En cuanto a las salidas de emergencia Artículos del 13 al 18 Afirma que cada edificio o parte utilizable del mismo deberá contar por lo menos con una salida de emergencia, no menos de dos salidas cuando cada nivel o parte del mismo con una carga de ocupación de hasta quinientas personas y tres salidas de emergencia cuando la carga de ocupación sea de quinientos uno (501) a un mil (1,000) personas. Y por más de un mil personas deberán tener cuatro salidas de emergencia por nivel.

En cuanto al ancho de salidas de emergencia dice que el ancho total de las salidas de emergencia, expresado en centímetros no será menor al de la carga total de ocupación multiplicada por 0.76 para gradas, y por 0.50 para otras salidas de emergencia, ni menores de 90 centímetros. El ancho total de las salidas de emergencia debe ser dividido en partes aproximadamente iguales entre todas las salidas de emergencia. El ancho mínimo de salidas de emergencia requeridas para cualquier nivel debe mantenerse en todo el edificio.

La ubicación de las salidas de emergencia deberá estar con una separación medida de la distancia de la diagonal mayor del edificio o área a ser evacuada.

La distancia a las salidas de emergencia deberá respetar la distancia máxima a recorrer entre cualquier punto del edificio hasta la salida de emergencia, en un edificio que no este equipado con rociadores contra incendios será de cuarenta y cinco metros y de sesenta metros cuando el edificio esté equipado con rociadores contra incendios.

Las puertas en salidas de emergencia deberán ser del tipo de pivote o con bisagras, las cuales deberán abrirse en la dirección del flujo de salida durante la emergencia. El herraje deberá abrir cuando se le aplique una fuerza de 6.8 Kg. y la puerta deberá entrar en movimiento cuando esté sujeta a una fuerza de 13.6 kg. Las fuerzas deberán ser aplicadas del lado de la puerta en la que esté instalado el herraje. La puerta debe contar con herraje de emergencia. No se podrán utilizar puertas que se abran en las dos direcciones cuando: La carga de ocupación sea de cien personas o más, la puerta sea parte de un sistema de protección contra incendios, la puerta sea parte de un sistema de control de humo.

1 Cuando se utilicen puertas que abren en las dos direcciones, estas deberán tener una ventana no menor a un mil doscientos noventa centímetros cuadrados. Las puertas deberán poder ser abiertas desde el interior sin necesitar ningún tipo de llave, conocimiento especial.

La norma dice que queda explícitamente prohibido utilizar pasadores manuales montados en al superficie de la puerta. La liberación de cualquier hoja de la puerta no debe requerir más de una solo operación. Las dimensiones utilizadas en salidas de emergencia serán de noventa centímetros de anchos y doscientos tres centímetros de alto. No se podrán utilizar puertas giratorias o deslizantes en salidas de emergencia.

2 En el Artículo 22 hace referencia a los corredores, el ancho mínimo de los corredores utilizados en rutas de evacuación está indicado en el Artículo 14, pero no será menor a noventa centímetros para cargas de ocupación menores a cincuenta o más. La altura mínima será de doscientos diez centímetros. No podrá haber ninguna obstrucción que reduzca el ancho del corredor.

3 Al hacer referencia a las gradas en el Artículo 23, menciona que cualquier grupo de dos o más escalones deberá cumplir con lo establecido en la norma NDR 2. El ancho mínimo de las gradas utilizadas en rutas de evacuación será el indicado en el Artículo 14, pero no será menor a noventa centímetros para cargas de ocupación de cincuenta o de ciento diez centímetros para cargas de ocupación de cincuenta personas o más. La contrahuella de cada grada no será menor de diez centímetros, ni mayor de dieciocho centímetros.

La huella de cada grada no será menor de veintiocho (28) centímetros medidos horizontalmente entre los planos verticales de las proyecciones de huellas adyacentes. Todas las gradas deberán tener huellas y contrahuellas de iguales longitudes.

4 Los descansos de las gradas deberán tener una longitud, medida en la dirección de recorrido, no menor a su ancho o ciento diez centímetros. La distancia vertical máxima entre descansos será de trescientos setenta centímetros.

Las gradas deberán tener pasamanos en ambos lados y cada grada con un ancho de más de doscientos veinticinco centímetros, deberá tener no menos de unos pasamanos intermedios por cada doscientos veinticinco centímetros de ancho, los pasamanos intermedios deberán estar ubicados a distancias aproximadamente iguales a lo ancho de las gradas.

5 La parte superior de los pasamanos estarán ubicados a una altura no menor de ochenta y cinco centímetros, no mayor de noventa y siete centímetros del vértice de la huella.

Los pasamanos deberán ser continuos a todo lo largo de las gradas. Los pasamanos deberán extenderse por lo menos treinta centímetros en cada extremo de las gradas y las terminaciones de los pasamanos no será menor de tres centímetros ocho décimas no mayor de cinco centímetros; y deberá tener un acabado liso sin esquinas agudas.

Los pasamanos que se proyecten de muros o paredes deberán tener un espacio no menor de tres centímetros ocho décimas entre pared y los pasamanos. Cuando las gradas no cuenten con muros o paredes en uno o ambos lados, los pasamanos tendrán una altura no menor de ciento seis centímetros. Los pasamanos abiertos deberán contar con rieles intermedios o un patrón decorativo, tal que no permita que una esfera de diez centímetros pase de un lado al otro.

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

En su Artículo 24¹⁰ hace referencia a las rampas de emergencia, las cuales no serán menores de noventa centímetros para cargas de ocupación menores a cincuenta o ciento diez centímetros para cargas de ocupación de cincuenta personas o más.

La pendiente máxima de las rampas será de 8.33% cuando deban ser utilizadas para personas en sillas de ruedas, o del 12.5% cuando no van a ser utilizadas por personas en sillas de ruedas. Estas deberán tener descansos en su parte superior y en su parte inferior, y por lo menos un descanso intermedio por cada ciento cincuenta centímetros de elevación.

Los descansos superiores e intermedios deberán tener una longitud no menor de ciento cincuenta centímetros y los descansos inferiores deberán tener una longitud no menor de ciento ochenta y tres centímetros.

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

En relación con los pasillos la norma NRD 2 afirma que los anchos libres de pasillos en auditorios, teatros, aulas y otros ambientes con asientos fijos dependerán de la carga de ocupación de parte de asientos fijos que utilicen el pasillo en consideración. El ancho libre del pasillo expresado en centímetros no será menor de la carga de ocupación que utiliza el pasillo multiplicada por 0.76; para pasillos con pendientes superiores al 12.5 por ciento, o multiplicada por 0.51 para pasillos con pendientes superiores al 12.5 por ciento.

Cuando dos pasillos convergen en uno solo, el ancho mínimo no será inferior a la suma de los dos anchos originales. Cuando los asientos fijos estén colocados en filas, el ancho libre de los pasillos no será menor de lo indicado, ni menor de ciento veintidós centímetros para pasillos con gradas y con asientos a ambos lados noventa (90) centímetros para pasillos con gradas y con asientos en un sólo lado, deberá respetarse cincuenta y ocho centímetros entre los pasamanos y los asientos cuando el pasillo esté subdividido por medio de pasamanos, ciento seis centímetros para pasillos planos.

Con rampa y con asientos a ambos lados y noventa centímetros para pasillos planos o con rampa y con asientos en un sólo lado. Las rampas en pasillos no tendrán una pendiente superior al 12.5%

10 Op cit

1 Otra institución importante que genera normativa en relación con la educación en el país es Ministerio de Educación –MINEDUC- que en el Plan Nacional de Educación 2004-2007 incluye dentro de los ejes transversales, el desarrollo sostenible, considerado como el mejoramiento constante y progresivo de toda actividad humana en lo material, lo social, lo económico, lo político, lo cultural, lo artístico y lo moral.

Requiere también de una mejor distribución de la riqueza, el uso racional de los recursos físicos, técnicos y financieros para no comprometer el bienestar de las futuras generaciones.

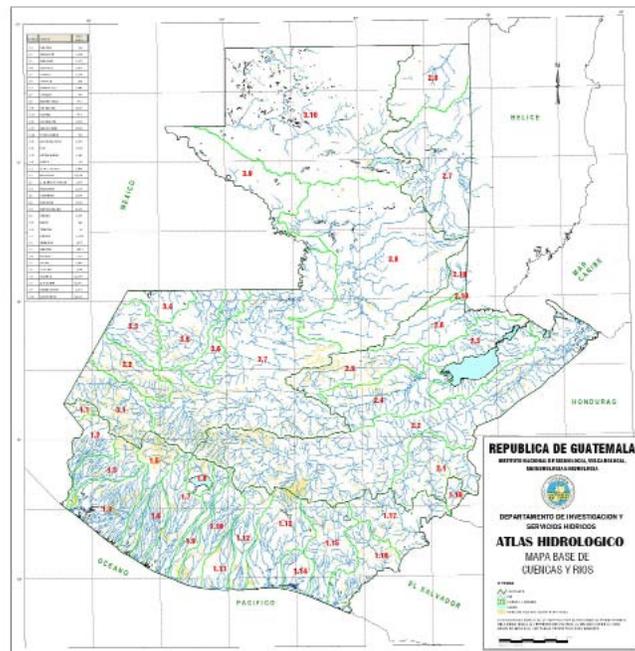
2 Los avances del MINEDUC en la implementación de directrices tienen como antecedentes cumbres presidenciales y reuniones de ministros relacionadas con el tema, concluyendo que la culturización de la población sobre el reconocimiento del impacto de los desastres a través de los sistemas educativos nacionales, la educación para desastres y vulnerabilidad en la infraestructura escolar.

3 La Universidad de San Carlos de Guatemala a través del Consejo Superior Universitario – CSU- considerando la importancia del tema de los desastres convocó al Secretario Ejecutivo de Desastres a presentar un informe de las acciones que se estaban implementando y atendiendo la propuesta de crear una unidad responsable del actuar institucional, en el Acta No. 26-2005 de la sesión la celebrada por el CSU el 12-10-05, en el punto cuarto se analiza la “Respuesta de la USAC ante la Catástrofe Nacional derivada de la Tormenta Tropical Stan” y resuelve en el inciso 4.2. “Encargar a la Coordinadora General de Planificación y la Comisión de Desastres de la USAC, para que estructure la política programas y acciones de participación en la reconstrucción de la regiones afectadas”.

4 En el inciso 4.4 resuelve: “Encargar a la Coordinadora General de Planificación coordine lo referente al proyecto de creación del Centro de Estudios de Desarrollo y Desastre y la creación del Centro Planificación, coordine lo referente al proyecto de creación del Centro de Estudios de Desarrollo y Desastres de la Universidad de San Carlos de Guatemala CEDESYD-USAC, con base en el proyecto presentado por la Comisión de Desastres de esta Universidad. (Decreto de creación de CEDECYD, Universidad de San Carlos. 20129)

2.9 Marco Territorial

La vulnerabilidad es una condición, esto implica poder expresar la vulnerabilidad frente a una amenaza, en los edificios del campus central y sus anexos con el fin de sensibilizar a los agentes y usuarios de las instalaciones, acerca de la necesidad de organizarse según sus atribuciones para apoyar a las otras personas en caso de producirse un evento como un sismo. La república de Guatemala, está ubicada en el encuentro de tres placas tectónicas, entre dos océanos, en una región geográfica con amenazas naturales y de tipo social que aumentan su ya alta probabilidad de desastres, con 950 km² de aguas continentales que drenan por tres vertientes (origen del 70% de los ríos del país), que conforman treinta y ocho (38) cuencas hidrográficas.



Mapa de cuencas Hidrológicas de Guatemala

Fuente: INSIVUMEH 2012

El agua subterránea se estima en 33,699 millones de m³., su extensión territorial es de 108,889 km² de área con topografía irregular, es atravesada por la Sierra Madre y una cadena volcánica paralela al litoral del Pacífico con 7 volcanes activos: Utatlán, Cerro Quemado, Volcán de Fuego, Pacaya, Santa María, Santiaguito y Tacaná. (CONRED, 2006) Guatemala se ve afectada por diversidad de fenómenos, 68% de origen hidrometeorológico y el 32% de origen geodinámica. Se pueden citar: terremotos, erupciones volcánicas, huracanes, inundaciones, también la condición social, económica, educativa, y de desarrollo, hacen que los daños ocurridos por los desastres que afecten a la población, su infraestructura y el medio ambiente del país.

El tema de la Reducción de desastres ante las condiciones de riesgo, ha cobrado importancia a nivel mundial debido a los cambios climáticos que hacen que los eventos se presenten en períodos cada vez más cercanos y repetitivos.

Según Bastarrechea (2000), la vulnerabilidad se concentra en el Sur Occidente del país y el área Metropolitana, por la alta concentración poblacional, de actividades productivas y la agudeza de fenómenos naturales (Guatemala, Escuintla, Totonicapán, Quetzaltenango, Retalhuleu y Santa Rosa; y el de extrema vulnerabilidad San Marcos) A nivel de municipios, 46 tienen vulnerabilidad extrema y 70 nivel alto (21%) (Unepar 2011)

La universidad como ente estatal de educación superior en su papel protagonista dentro de la sociedad guatemalteca, ha desempeñado un rol de apoyo a los ciudadanos, por años las personas se ha identificado con la labor social que desarrollan los distintos programas académicos que se imparten dentro del alma mater, sus planes de voluntariado, sus programas del Ejercicio Profesional Supervisado, sus prácticas correspondientes. (Monterroso 2012)

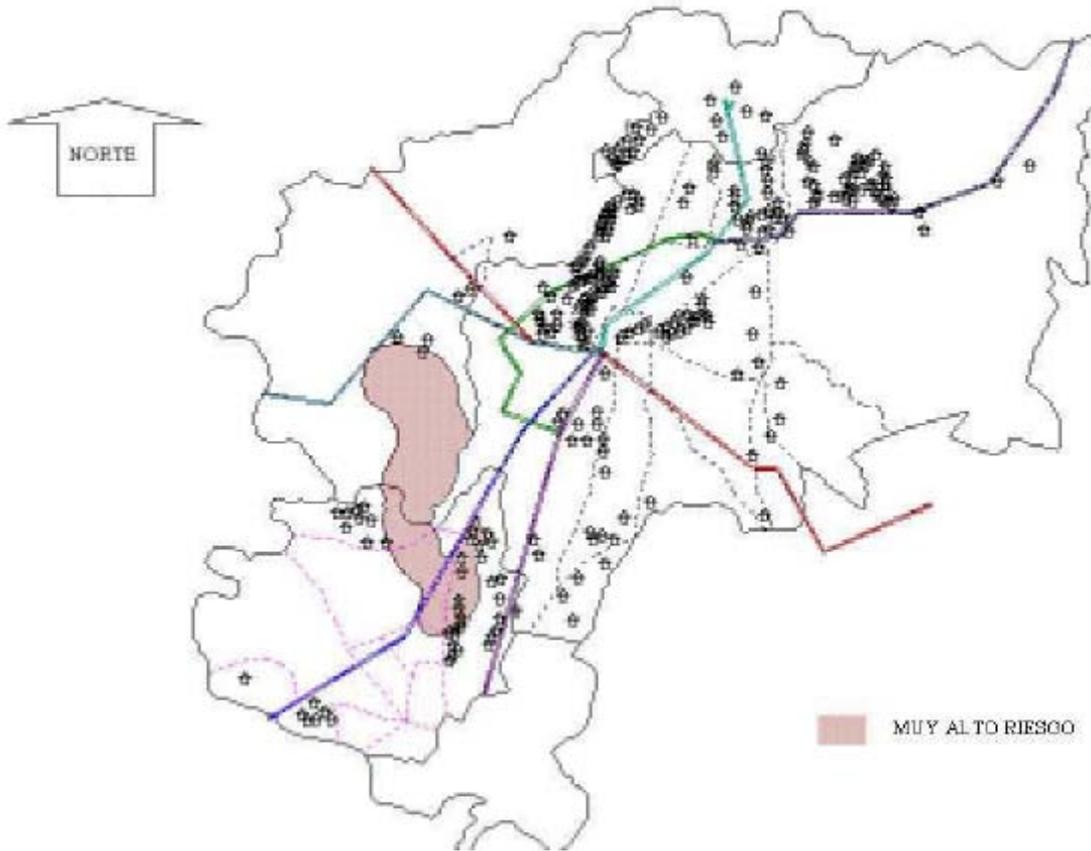
Durante la Emergencia causada por el Huracán Stan, la USAC por medio de la Comisión de Desastres, implemento por primera vez en su historia un Centro de operaciones de emergencias ubicado en el Paraninfo Universitario. Participaron oficialmente coordinados por el Centro de Operaciones de Emergencia USAC -COE-USAC- 25 vehículos, 250 profesores y 12,000 voluntarios de las unidades académicas y centros regionales El Consejo Superior Universitario autorizó un fondo de 50,000 quetzales para desplazamiento y equipamiento de los universitarios voluntarios en ese momento

2.10 Marco Histórico

La Ciudad de Guatemala ha sido afectada por diversos eventos trópicos y antrópicos que han impactado a la población desde su fundación, hasta la actualidad, ejemplo de ello son los terremotos ocurridos en el Valle de Panchoy en 1776, que originó el traslado de la ciudad al Valle de La Ermita, luego los terremotos de Santa Martha en 1896 y finalmente el terremoto del 4 de febrero de 1976, (donde inicia la delimitación temporal del tema). La planificación original de la Ciudad Universitaria estuvo bajo la dirección del Arq. Pelayo Llanera. Antes de 1950 (Las instalaciones de la USAC, las facultades existentes ocupaban edificios en lo que hoy se denomina el Centro Histórico en la zona 1 de la ciudad, sin embargo a mediados del siglo pasado, las autoridades de esa época deciden unificar las diferentes facultades en un solo campus, es así como la Universidad de San Carlos de Guatemala se traslada al lugar que ocupa en la actualidad, localizada en la zona doce de la ciudad capital.

Los edificios construidos en el campus central, antes del terremoto de 1976 soportaron de buena manera el efecto de dicho fenómeno natural. Esto evidencia que las construcciones fueron diseñadas estructuralmente con especificaciones sismo resistente de acuerdo con los manuales de construcción para edificios en zonas sísmicas, aunque no se tiene un dato exacto de la construcción de edificio S-9 si fue construido en la época post terremoto 1976.

MAPA DE RIESGO A SISMOS



Fuente: CENEP, 2015

1
2
3
4
5

Capítulo 3

Análisis

Facultad de Arquitectura

3.1 Analisis E Interpretación De Datos

A la pregunta principal de este proyecto de investigación podemos decir que: ¿Es posible identificar indicadores que permitan construir un instrumento, para analizar desde la perspectiva del riesgo, los arreglos espaciales en edificios educativos?

Pero además, también confirmar que el espacio analizado, la población que lo ocupa y las actividades que allí se desarrollan, nunca ha sido objeto de estudio para determinar que esa población sepa que hacer en el momento que se dé un evento sísmico que es la amenaza a partir de la cual se desarrollaron nuestras investigaciones eso es así porque

Ello se explica porque El período en el cual se desarrollo la construcción de los edificios tomaba únicamente en consideración los aspectos sísmicos porque en edificio está construido.

3.2 Analisis Poblacional

Otra de las razones por las cuales podemos afirmar que no hay preparación es debido a que la población estudiantil, docente y de servicio en ningún momento ha participado en actividades promovidas por y en la universidad que les hayan trasladado o construido capacidades en preparación. Esta población era de.... Y su crecimiento era de (ver tabla poblacional facultad de Ciencias Económicas)... , lo cual evidencia el incremento de la población. Si esta no ha sido capacitada y además se incrementa superando los parámetros que fueron considerados al momento de la construcción del edificio que ocupa, se considera que estos dos factores muestran un incremento de la vulnerabilidad. Los hallazgos de este estudio confirman que la capacidad del edificio ha sido superada en relación al crecimiento de la población. Esta es una de las razones por la que más adelante se recomienda tomar algunas medidas relacionadas con este aspecto.

3.2.1 Planes De Emergencia

Otro de los aspectos evidenciados es que los planes de emergencia si bien han sido analizados en este estudio pensando en un evento sísmico, también deben formularse considerando otro tipo de amenazas antrópicas que pueden ocurrir en el contexto de una ciudad universitaria como las instalaciones de la universidad de San Carlos en la zona 12. De hecho, un Plan de respuesta a emergencias en edificaciones e instalaciones nuevas, requiere que se nombre a una persona responsable de la edificación o instalación de uso público quien además es responsable de formular un plan de respuesta a emergencias, el cual se denominará “proyecto de plan de respuesta a emergencias“. El mismo debería contener las normas mínimas de seguridad que deben ser aprobadas.

Los responsables de la edificación o instalación de que se trate, deben presentar para su conocimiento y evaluación, el proyecto del plan de respuesta a emergencias ante la autoridad competente, previo al inicio de los trabajo de obra.

Analizando lo anterior esta norma se aborda algunas definiciones que mencionamos por su relación con esta investigación. (Ver anexo “plan de emergencia”).

3.3 Antecedentes Estructurales

El paso inicial que se cumplió en esta investigación fue hacer una revisión de los antecedentes estructurales; los hallazgos encontrados son los siguientes: Al hacer el levantamiento y el recorrido por el edificio se evidenció que en el mismo no solo no se observan estos parámetros, sino que, además, como resultado de modificaciones introducidas en fechas posteriores a su construcción, fueron eliminados los vidrios de la parte superior de las ventanas de todo el salón. Como resultado, al elevarse los niveles de temperatura y sin la ventilación adecuada respecto de éstos, resulta incómodo permanecer por mucho tiempo en su interior especialmente cuando, asociado al incremento poblacional, el número de alumnos dentro de estas aulas aumenta.

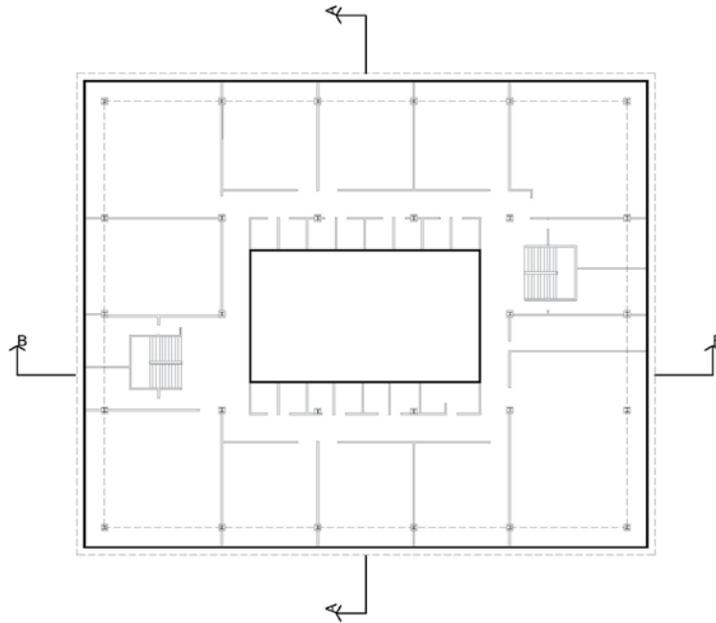
En este plano se evidencia que la cercanía de la quebrada Villa Lobos afecta de manera directa el terreno donde está ubicado el edificio en estudio. Respecto a la estructura del edificio, la información proporcionada por la Arquitecta Rivera indica que no se encuentran fallas a corte o daños provocados por la actividad sísmica.



Fuente: Ingeniero David Pazmiño, Topógrafo Mayor
USAC 2012

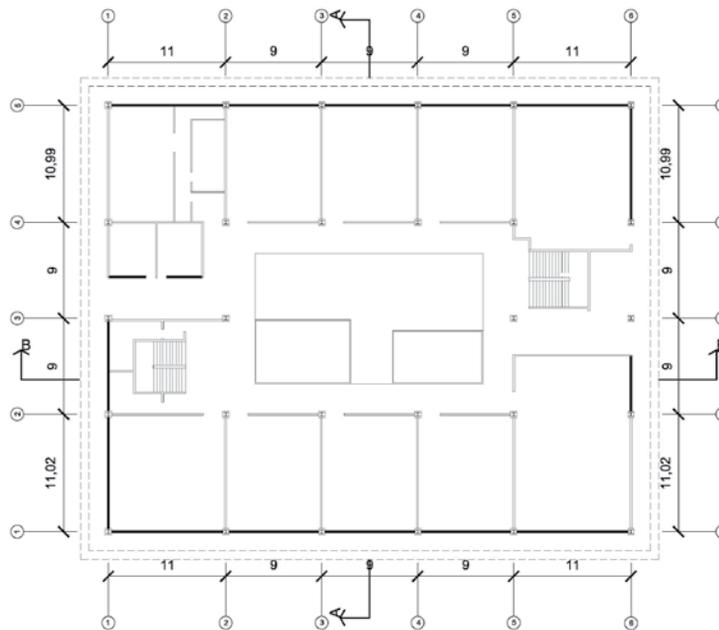
3.3.1 Planos del Edificio S-9

En estos planos se ilustra, la ubicación de los ambientes interiores del edificio por nivel que son tres en total secciones y las elevaciones del edificio frontal y lateral, elaboración y levantamiento propia.



EDIFICIO S9 - NIVEL 2

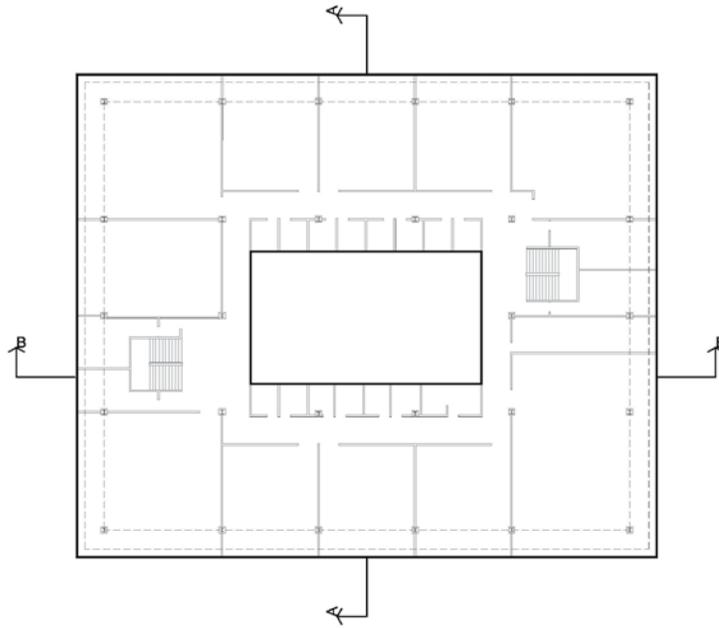
ESCALA 1:200



EDIFICIO S9 - NIVEL 1

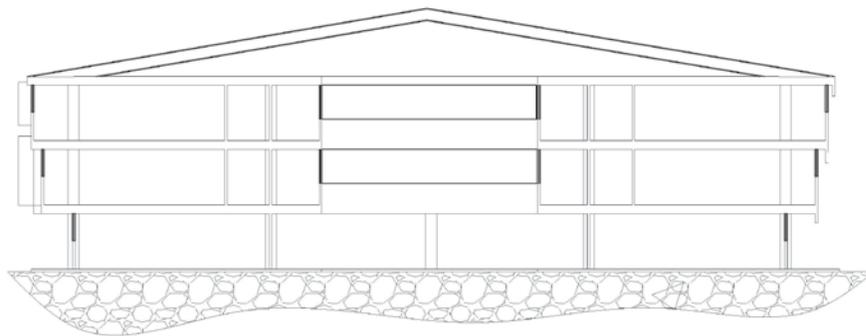
ESCALA 1:200

1
2
3
4
5



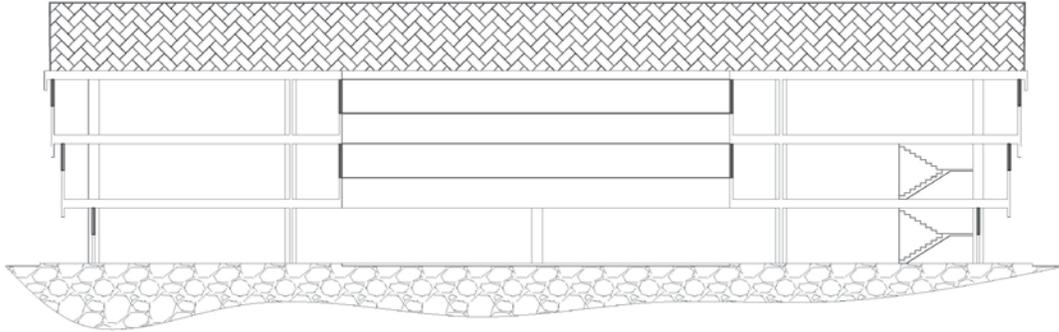
EDIFICIO S9 - NIVEL 3

ESCALA 1:200



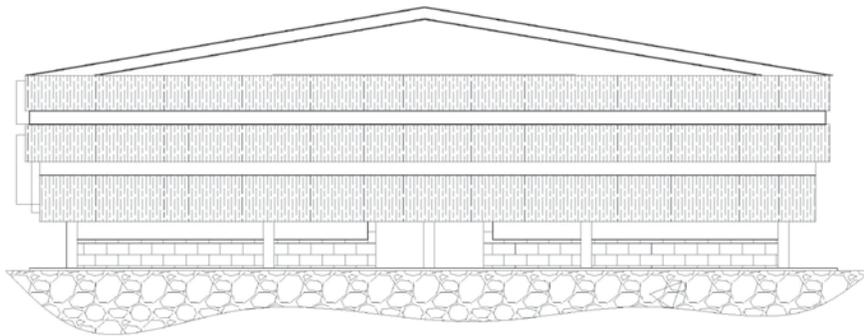
EDIFICIO S-9 - seccion A-A

ESCALA 1:200



EDIFICIO S-9 - seccion B-B

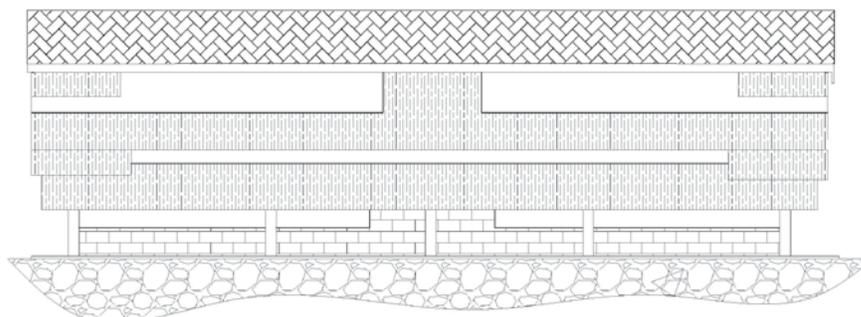
ESCALA 1:200



ELEVACION FRONTAL S-9

ESCALA 1:200

1
2
3
4
5



ELEVACION LATERAL S-9

ESCALA 1:200

En esta imagen se observa las áreas de riesgo identificadas son las siguientes:

ÁREA AFECTADA POR LA LINEA DE DESLIZAMIENTO



UNIDAD DE TOPOGRAFIA Y CATASTRO / DSG / DIGA / USAC

Fuente: Ing. David Pazmiño

USAC 2012

3.4 Amenaza Sísmica

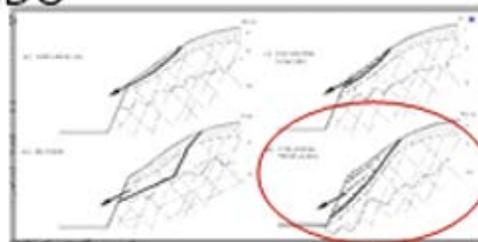
Es necesario recordar que, cuando se utiliza el concepto de riesgo, se está incluyendo una amenaza (en este caso la sísmica) y algunas vulnerabilidades. Las vulnerabilidades que seleccionamos para este estudio fueron la vulnerabilidad en arreglos espaciales y la vulnerabilidad poblacional. En el caso de la Ciudad de Guatemala la amenaza sísmica tiene dos causas directas provocadas por el desplazamiento de la falla que es elástica y plástica movimiento producido por el paso de las ondas sísmicas y/o deformación tectónica. Y las causas indirectas son producto de la combinación de suelo y las condiciones locales del terreno. Cambios en la amplitud y contenido de frecuencia del movimiento original, deformaciones permanentes, estas pueden ocurrir por otros factores, el sismo sólo actúa como un disparador en este caso. Estas se dividen en deslizamiento o derrumbe, hundimiento o subsidencia, agrietamiento del terreno, licuefacción. (Ligorria Juan Pablo 1978)

Por lo que podemos decir que en los hallazgos encontrados está la falla cercana al edificio según la imagen siguiente.

TIPO DE FALLA CERCANA AL EDIFICIO

S-9

- COLUVION PROFUNDO



- Fuente: Ing. David Pazmiño

1
2
3
4
5

3.5 Vulnerabilidad Poblacional

En términos de vulnerabilidad poblacional se encontró que la población de la universidad se distribuye de la siguiente manera: un total de población de 98,380 estudiantes, (Heredia USAC 2012).

ÁREA SOCIAL-HUMANISTICA				
Escuela	Edificio	S-1	Escuela Historia (1er. N	Director y Control Académico -Aulas-
Escuela	Edificio	S-1	Escuela Trabajo Social (1er ingreso)	Director y Control Académico -Aulas-
	Edificio	S-2	Facultad Ciencias Jurídicas y Sociales	Aulas
	Edificio	S-3	Facultad Ciencias Econ	Aulas
Facultad	Edificio	S-4	Facultad Humanidades (2do. Nivel)	Decano y Control Académico -Aulas-
	Edificio	S-5	Facultad Ciencias Jurídicas y Sociales	Biblioteca, Aulas
	Edificio	S-6	Facultad Ciencias Económicas	Aulas
Facultad	Edificio	S-7	Facultad Ciencias Jurídicas y Sociales	Decano y Control Académico - Auditórium-
Facultad	Edificio	S-8	Facultad Ciencias Económicas -Aulas-	Decano y Control Académico
	Edificio	S-9	Facultad Ciencias Jurídicas y Sociales	Aulas
	Edificio	S-10	Facultad Ciencias Econ	Aulas
	Edificio	S-11	Múltiple	Administración: CEUR, DIGI, Revista USAC, CEDESYD, Teorías y Aulas utilizadas por Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
	Edificio	S-12	Facultad de Ingeniería por la mañana (1er y 2do. Nivel) Facultad Ciencias Jurídicas y Sociales por la tarde	Aulas Aulas Aulas

Fuente: Heredia, USAC 2012

3.5.1 Tablas Poblacionales

INSCRIPCIÓN TOTAL DE ESTUDIANTES POR UNIDAD ACADÉMICA SEGÚN SEXO CICLO ACADÉMICO 2,012						
UNIDAD ACADÉMICA	TOTAL		MASCULINO		FEMENINO	
	No.	%	No.	%	No.	%
TOTAL	159,611	100.0	77,072	48.3	82,539	51.7
SUBTOTAL CAPITAL	109,003	100.0	53,086	48.7	55,917	51.3
Agronomía	1,576	100.0	1,152	73.1	424	26.9
Arquitectura	3,642	100.0	2,105	57.8	1,537	42.2
Ciencias Económicas	21,676	100.0	12,394	57.2	9,282	42.8
Ciencias Jurídicas y Sociales	17,984	100.0	9,075	50.5	8,909	49.5
Ciencias Médicas	5,440	100.0	2,356	43.3	3,084	56.7
Ciencias Químicas y Farmacia	2,249	100.0	562	25.0	1,687	75.0
Humanidades	28,408	100.0	7,258	25.5	21,150	74.5
Ingeniería	12,813	100.0	10,832	84.5	1,981	15.5
Odontología	1,237	100.0	503	40.7	734	59.3
Medicina Veterinaria y Zootecnia	1,045	100.0	470	45.0	575	55.0
Ciencias Psicológicas	4,876	100.0	1,249	25.6	3,627	74.4
Historia	1,120	100.0	580	51.8	540	48.2
Trabajo Social	978	100.0	50	5.1	928	94.9
Ciencias de la Comunicación	4,733	100.0	2,139	45.2	2,594	54.8
Ciencia Política	1,546	100.0	506	32.7	1,040	67.3
EFPEM	3,798	100.0	1,495	39.4	2,303	60.6
Ciencias Lingüísticas	422	100.0	94	22.3	328	77.7
Superior de Arte -ESA-	307	100.0	198	64.5	109	35.5
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-	153	100.0	89	58.2	64	41.8
SUBTOTAL DEPARTAMENTAL	50,608	100.0	23,986	47.4	26,622	52.6
EXTENSIÓN CUNOC, Facultad de Arquitectura	227	100.0	155	68.3	72	31.7
SECCIONES DEPARTAMENTALES, Facultad de Ciencias Económicas	40	100.0	34	85.0	6	15.0
ESCUELAS DE ENFERMERÍA, Facultad de Ciencias Médicas	1,018	100.0	236	23.2	782	76.8
SECCIONES DEPARTAMENTALES, Facultad de Humanidades	1,409	100.0	536	38.0	873	62.0
SECCIONES DEPARTAMENTALES -EFPEM-	411	100.0	210	51.1	201	48.9
Centro Universitario de Occidente -CUNOC-	13,213	100.0	7,333	55.5	5,880	44.5
Centro Universitario del Norte -CUNOR-	3,857	100.0	1,916	49.7	1,941	50.3
Centro Universitario de Oriente -CUNORI-	4,024	100.0	1,798	44.7	2,226	55.3
Centro Universitario de Noroccidente -CUNOROC-	2,562	100.0	1,357	53.0	1,205	47.0
Centro Universitario del Sur -CUNSUR-	1,858	100.0	742	39.9	1,116	60.1
Centro Universitario de Suroccidente -CUNSUROC-	2,842	100.0	1,284	45.2	1,558	54.8
Centro Universitario de Sureste -CUNSUORI-	2,072	100.0	906	43.7	1,166	56.3
Centro Universitario de San Marcos -CUSAM-	6,000	100.0	2,753	45.9	3,247	54.1
Centro Universitario de Peten -CUDEP-	3,638	100.0	1,563	43.0	2,075	57.0
Centro Universitario de Itzabal -CUNIZAB-	1,576	100.0	564	35.8	1,012	64.2
Centro Universitario de Santa Rosa -CUNSRD-	1,605	100.0	585	36.4	1,020	63.6
Centro Universitario de Jutiapa -JUSAC-	740	100.0	285	38.5	455	61.5
Centro Universitario de Chimaltenango -CUNDECH-	1,211	100.0	523	43.2	688	56.8
Centro Universitario de Baja Verapaz -CUNBAY-	485	100.0	256	52.8	229	47.2
Centro Universitario de El Progreso -CUNPROGRESO-	334	100.0	143	42.8	191	57.2
Centro Universitario de Totonicapán -CUNFOTO-	630	100.0	259	41.1	371	58.9
Centro Universitario del Quiché -CUSAQ-	644	100.0	391	60.7	253	39.3
Centro Universitario de Zacapa -CUNZAC-	41	100.0	28	68.5	13	31.5
Instituto Tecnológico Maya de Estudios Superiores -ITMES-	47	100.0	25	53.2	22	46.8
Instituto Tecnológico Universitario Guatemala - Sur -ITUGS-	124	100.0	106	85.5	18	14.5
EFPEM: Escuela de Profesores de Enseñanza Media HAGT/aaacd						

Fuente: Registro y Estadística 2012

3.6 Vulnerabilidad En Arreglos Espaciales

Escenario de Riesgo desde la perspectiva de los arreglos espaciales.

PROPUESTA PARA IDENTIFICACIÓN DE UN ESCENARIO DE RIESGO									
COMPONENTES	EDIFICIO S-9		ENTORNO		ÁREAS VERDES PROXIMAS				
	SI	NO	SI	NO	SI	NO			
AMENAZA SÍSMICA	El Edificio, cumple con las normas de construcción	X		En los pasillo existe obstaculos fisicos.	X		Existe un lugar para ubicarse en caso de evacuación.	X	
VULNERABILIDAD FISICO ESTRUCTURAL	La estructura del edificio está capacitada para un sismo extremo.	X		Existen componentes en el entorno estructurales que presenten daños.		X	Se encuentran elementos fisico estructurales que impidan el acceso al área en mención.		X
VULNERABILIDAD EN ARREGLOS ESPACIALES	Existe una aplicación en arreglos espaciales.		X	Las ventanas estan orientadas para evitar soleamiento.	X		Existe mobiliario urbano en las áreas verdes alrededor	X	
VULNERABILIDAD POBLACIÓN ESTUDIANTES (usuarios)	Hacinamiento, confort climático, área de uso, área de circulación	X		Existen edificios cercanos con gran cantidad de población, que obstuje la circulación en el entorno del edificio.		X	Se encuentran elementos fisico que impidan el acceso al área en mención.		X
VULNERABILIDAD POBLACIÓN ADMINISTRATIVA (agentes)	Hacinamiento, confort climático, área de uso, área de circulación	X		Cuenta con señalización para evacuación a un punto seguro		X	Existe un punto de referencia para ubicarse en el área verde en caso de un evento.		X

Criterios de ponderación

ALTA	3
MEDIA	2
BAJA	1

De hecho las entrevistas a expertos y la realización del simulacro evidencian que ya en el imaginario de los entrevistados y de los estudiantes, se registran eventos que han sido considerados como emergencia, algunos de ellos son de carácter político, y puede analizarse a partir del hecho que los entrevistados mencionan eventos que se han propiciado, por ejemplo, evacuaciones repentinas, para los cuales la población no estaba preparada: tomas de edificios por los mismos estudiantes, mítines, tomas de la universidad; a esto debe agregarse otros eventos quizá de menor dimensión como interrupciones repentinas del fluido eléctrico que aunque no debieran ser percibidas así, para la población estudiantil resulta ser un evento que marca el final de la jornada o de la asistencia a un curso y es motivo de desalojo de los edificios de manera desordenada, repentina. Estos elementos se mencionan, porque deben ser considerados cuando la Universidad de San Carlos y el CEDECYD formulen sus contenidos para planes de emergencia, ya que los formatos que se utilizan en Guatemala no consideran este tipo de situaciones cuando ocurren en edificios estudiantiles¹¹, se puede acceder a un formato que ha sido estructurado como plan de emergencia, formulado de manera general (ver CONREDgob.gt).

11 Consultar página Web CONRED

Estas posibilidades se ven fortalecidas por el hecho que ya existen algunas, capacidades identificadas por los usuarios, para participar en la ejecución de esas medidas, entre la cuales queda claro el hecho de que están organizados, y además pueden promover en otros grupos e incidir en la sensibilización a la población estudiantil de ese edificio para estimular la participación y la aceptación de una propuesta de CEDECYD en este sentido.

Otro de los objetivos de esta investigación fue el de evaluar lo posibilidad de formular algunos elementos que pudieran utilizarse en acciones de mitigación de algunas vulnerabilidades. En ese sentido encontramos que: las posibilidades de aplicación de un programa de esta naturaleza son positiva debido a que las personas entrevistadas tanto la población estudiantil como el personal docente y administrativo nos muestran que el CEDECYD está en posibilidad de iniciar un programa básico de mitigación, ya que la población estudiantil muestra una percepción del riesgo que apunta a que efectivamente tienen conocimiento mínimo pero, que aparece como suficiente para considerar positivamente acciones de la universidad orientadas a informarlos sobre riesgo y formas de reducirlo con una ruta de evacuación, en ese sentido esta investigación propone: Rutas de Evacuación que fueron identificadas, con la participación de los estudiantes, a partir de las entrevistas y de la realización del la simulación y el simulacro, como se muestra en el diseño siguiente.

En la percepción de los estudiantes, el hecho de ingresar a un aula, ubicar sus pertenencias, sus libros, bolsas personales con materiales de estudio, antes de la realización del simulacro, no eran percibidos como obstáculos que representan limitantes para una evacuación, ni mucho menos que esa conducta debiera ser modificada, en un país y un área en donde la amenaza sísmica está siempre presente. Las opiniones que se obtuvieron con quienes participaron en la investigación, permiten señalar que este método puede ser utilizado por la universidad en ejercicios sucesivos en otros edificios, para sensibilizarlos sobre cómo una conducta que se asume como normal, de hecho no lo es en un país con amenaza sísmica y en un espacio como el que ellos ocupan, que aún no cuenta con medidas de seguridad que consideren los espacios adecuados para ubicar las bolsas personales, materiales de estudio, mochilas etc., de modo que los espacios que se disponen, se mantengan libres de estos y otros obstáculos, al momento que se requiera desalojar o evacuar completamente los edificios.

Uno de los elementos, que se puede analizar utilizando el enfoque de arreglos espaciales es: la distribución, la ubicación y los abatimientos de las puertas. Tanto en Guatemala como en países con amenaza sísmica, ha quedado demostrado que cuando se considera la amenaza sísmica, el abatimiento de las puertas debe ser hacia afuera. Pero que una medida mínima de la mitigación de la vulnerabilidad de la población sería el garantizar que efectivamente puede abrirse, pero que no hay obstáculos como desniveles en el piso que obstaculizan su apertura, hacia adentro o hacia afuera.

Las capacidades identificadas por los usuarios para participar en la elaboración de un programa de prevención pueden variar según los agentes y usuarios de cada edificio.

Otro de los objetivos específicos era proponer algunas rutas de evacuación en el edificios S-9, en ese sentido esta investigación propone que (poner como deben ser las rutas de evacuación). Ver planos de diseño.

Durante la realización de los ejercicios en clase en el simulacro, también se identificaron algunos elementos de la percepción que se pueden identificar (ver instrumentos de entrevistas a grupos).

La mayoría de estudiantes antes del inicio del ejercicio de la simulación, no habían establecido una relación entre arreglos espaciales y riesgo sísmico, tampoco habían identificado su propia vulnerabilidad en relación con arreglos espaciales.

Las opiniones que se obtuvieron con quienes participaron en el simulacro permiten señalar que existen obstáculos para poder evacuar como bolsas y materiales de estudio que obstruyen la circulación entre los escritorios; así como abatimientos de las puertas que se abren hacia adentro y se traban por el piso desnivelado. (Ver anexos fotografías de simulacro). Para documentar el comportamiento de los estudiantes y respaldar el análisis que permitió identificar la vulnerabilidad utilizando el enfoque de arreglos espaciales se incluyen en los anexos de este documento, además de las fotografías correspondientes.

Igualmente como parte de los anexos, se incluye un video que permite visibilizar la realización de los ejercicios del simulacro y de los ejercicios que se realizaron con los estudiantes para que el grupo que participó identificara y tomara conciencia de las condiciones de vulnerabilidad en que se encuentran y de posibles formas de optimizar las formas cómo actualmente por razones culturales se ocupan estos espacios y que definen el incremento de la vulnerabilidad.

3.6.1 Vulnerabilidad en el Edificio S-9

Para la evaluación de la vulnerabilidad del edificio S-9, se tomó como base las normas de la CONRED NRD 2, esta clasificación de normas permite hacer un análisis de cómo se encuentran las instalaciones respecto a lo recomendado.

Con la aplicación del enfoque de arreglos espaciales que define, que un arreglo espacial obliga a colocar los elementos móviles de forma ordenada, lo que implica que los muebles se deben colocar en orden, según la capacidad del espacio físico, tomando en cuenta el área del mueble, área de uso y el área de circulación.

El análisis permitió identificar tres formas de vulnerabilidad:

- a) por ubicación de los arreglos espaciales,
- b) por el área de circulación, y
- c) por su orientación.

Estas tres vulnerabilidades son producto del espacio que se localiza dentro de los muebles en el caso de los salones de clase por los escritorios; en las oficinas, la ubicación de los muebles, que determina el espacio de circulación generalmente tomado como espacio libre o lo que queda disponible para poder circular. La historia de la actividad sísmica en nuestro país evidencia la recurrencia con que ocurre este tipo de eventos y la intensidad de los mismos, que es un motivo para que la Ciudad Universitaria localizada en el Valle de La Ermita, con tres fallas mencionadas anteriormente, aumente la vulnerabilidad de la población con la posibilidad de que ocurra un movimiento sísmico. De la memoria de la población en general lo más cercano es el terremoto de 1976, que dejó un saldo final de más de veinte mil muertos.

La comunidad universitaria disminuye sus riesgos al mitigar las vulnerabilidades, al mismo tiempo que maximiza sus capacidades. Se deben valorar los peligros, las vulnerabilidades y las capacidades; se deben fortalecer los componentes que se considere prioritarios; dado que la debilidad en una o más áreas produce un impacto negativo en todos los demás.

Aunque, si no ha sido uno de los temas analizados cuando se considera la reducción de la vulnerabilidad, respecto a los arreglos espaciales, esta investigación muestra que es necesario un estudio adicional que tome en cuenta la vulnerabilidad asociada a la actividad política de los estudiantes, en este estudio no se hizo una valoración de esa actividad, sino se llama la atención sobre el hecho de que actividades políticas, que se desarrollan sin planificación, sin selección de los espacios adecuados para desarrollarla y sin previo conocimiento del total de la población, agudiza la problemática que en este estudio se ha analizado desde la perspectiva de la vulnerabilidad. El correlato de estas investigaciones y sus resultados, también debería ser considerado, como un elemento que debe ser trasladado en términos de información a: estudiantes, personal administrativo y docentes que idealmente deben ser actores en programas de mitigación si se desea una efectiva reducción del riesgo. Para considerar la problemática que ya puede asociarse al cambio climático, se incluyeron elementos sobre ventilación e iluminación. El cálculo de ventanas para el control de ventilación e iluminación se realizó con un mínimo del 10 % del área total del ambiente, a este porcentaje se le dio un 30% para ventilación. Con estos parámetros se obtiene que en los ambientes se logre el confort climático.



Como resultado de la utilización de los indicadores propuestos de la vulnerabilidad se considera lo siguiente:

TABLA PARA EVALUACIÓN DEL ENTORNO COMPONENTE BIO CLIMÁTICO						
EVALUACIÓN	CONFORT TÉRMICO	VIENTO	SOLEAMIENTO	PRECIPITACIÓN	RUIDOS	CALIDAD DE AIRE
1	El terreno donde se ubica el campus central de la USAC es favorable con temperaturas media anuales de 20 grados, humedad relativa del 70% , presentando períodos de calor en marzo y abril.	En el valle de la Ciudad de Guatemala, predomina el viento del norte favorecido por el cañon del Palín que favorece el movimiento.	Mayormente soleado en las fachadas oriente, sur y occidente, estan protegidas por parteluces perpendicular a la inciendencia solar	Se tiene marcada las estaciones secas y lluvosas, con condiciones normales entre los 600 ml.	Existe contaminación auditiva causada por los vehiculos del estacionamiento	El sitio se encuentra contaminado por la ubicación del campus dentro del sector industrial de la ciudad y el excesivo parque vehicular que ingresa a las instalaciones universitarias.

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL EDIFICIO

PROCEDIMIENTO: La evaluación de vulnerabilidad se realizará por medio de llenar el histograma, que contiene los componentes fisico-estructurales, arreglos espaciales y poblacionales y cada componente desglosa los variables correspondientes.

CUADRO DE COMPONENTES Y VARIABLES DE LA VULNERABILIDAD			
NUMERO	COMPONENTES DE VULNERABILIDAD	VARIABLES	CRITERIOS
1	ESTRUCTURA DEL EDIFICIO	Evaluación de daños en el edificio.	Se consideran los sistemas de construcción empleados e esa época, y cómo afecta el paso del tiempo en la estructura.
		Arreglo espacial asociado ala amenaza	Se considera, el área destinada para los arreglos espaciales
		Planificaciones de edificios para usos mixto.	Se considera la aplicación de normativos de construcción
		Planificaciones edificaciones académicas, concepción del cultural del riesgo	Se considera la norma NRD 2 .
		Los arreglos espaciales, asociado a vulnerabilidad.	Se considera la capacidad de espacio fisico en la célula espacial.
		Criterios de diseño , proceso de diseño, rampas, salidas de emergencia, circulaciones verticales.	Se valora la existencia de estas facilidades físicas en el edificio.
2	ARREGLOS ESPACIALES	Vulnerabilidad física, arreglos espaciales.	Se valora el funcionamiento de los arreglos espaciales en salones de clase y oficinas administrativas.
		Arreglo espacial asociado a vulnerabilidad	Se analiza como puede afectar el funcionamiento de los muebles respecto a la circulación.
		Antropometría y Ergonometría	Se aplica las medidas del ser humano en actividades estáticas y dinámicas.
		Criterios de diseño , proceso de diseño, rampas, salidas de emergencia, circulaciones verticales, utilizados para su diseño.	Se los procesos de diseño para los arreglos espaciales y la circulación.
		Gestión de riesgo, Planificaciones edificaciones académicas	Se considera las normas establecidas por la Conred para edificios públicos ya construidos
		Número de personas que han ocupado el edificio.	Se considera la capacidad destinada originalmente para usuarios y cuantos existen en el presente.
3	POBLACIONAL	Percepción cultural del riesgo	Se considera la comparación de la realidad, con la probabilidad de sucesos, daños y pérdidas.
		Población al inicio del funcionamiento del edificio.	Se considera que los edificios fueron planificados para un promedio de 125 alumnos por nivel.
		Personal administrativo y docente que habia en ese tiempo. Agentes y Usuarios	Se analiza que a inicios de uso del edificio solo contaba con un director del área coman, una secretaria, y un salón de maestros

Fuente: Guia de E.valuación, CEPREDENAC, Adaptación y elaboración Propia.

ASIGNACION DE VALORES SEGUN LA ESCALA

Para la evaluación de cada componente de la vulnerabilidad, se le otorga valor a todas las variables que lo integra, haciendo uso de la información de las características del edificio, para completar, los valores obtenidos en una escala E que va desde un valor 1 hasta 3 por cada valor de la variable objeto de estudio. Los valores a dar en dicha escala serán seleccionados en las tablas de evaluación. Las tablas fueron elaboradas considerando, tres rangos de situaciones que se pueden presentar en cada variable, y su significado es el siguiente.

ESCALA	DESCRIPCIÓN DE VALORES
1	Representa situaciones donde el edificio, bajo condiciones particulares pudiera presentar niveles de vulnerabilidad altos.
2	Representa situaciones donde el edificio, presenta niveles de vulnerabilidad moderada
3	Representa situaciones donde el edificio presenta bajos niveles de vulnerabilidad.

Puede existir niveles mixtos en el cual no se encuentren asociadas en este caso el evaluador puede decidir asociarlo a la escala mas adecuada.

ASIGNACIÓN DE PESO O IMPORTANCIA

En los histogramas la asignación de peso o importancia, corresponde a la importancia del problema.

PESO	DESCRIPCIÓN	PESO INVERSAMENTE PROPORCIONAL A LA VULNERABILIDAD
3	ALTO NIVEL DE VULNERABILIDAD	
2	NIVEL MODERADO DE VULNERABILIDAD	
1	BAJO NIVEL DE VULNERABILIDAD	

DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA

La columna F determina la cantidad de veces que en el histograma obtiene la misma evaluación.

VARIABLES	EVALUACIÓN	CANTIDAD DE
Evaluación de datos en el edificio S-9	3	1
Arreglo espacial asociado a amenazas	1	2
Planificaciones de edificios para usos mixto.	3	1
Planificaciones edificaciones académicas, concepción del cultural del riesgo	1	2
Los arreglos espaciales, asociado a vulnerabilidad.	1	2
Criterios de diseño , proceso de diseño, rampas, salidas de emergencia, circulaciones verticales.	2	2
Vulnerabilidad física, arreglos espaciales.	1	2
Arreglo espacial asociado a vulnerabilidad	1	2
Antropometría y Ergonometría	2	2
Criterios de diseño , proceso de diseño, rampas, salidas de emergencia, circulaciones verticales, utilizados para su diseño.	2	2
Gestión de riesgo, Planificaciones edificaciones académicas	3	1
Número de personas que han ocupado el edificio.	3	1
Percepción cultural del riesgo	2	2
Población al inicio del funcionamiento del edificio.	3	1
Personal administrativo y docente que había en ese tiempo. Agentes y Usuarios	1	3

COMPONENTES DEL EDIFICIO			RELACION ESCALA/PESO					
NÚMERO	COMPONENTES	SUB-COMPONENTES	E	P	E	P	E	P
3	POBLACIONAL	Percepcion cultural del riesgo						
		Poblacion al inicio del funcionamiento del edificio.						
		Personal administrativo y docente que habia en ese tiempo. Agentes y Usuarios						
		Frecuencia	1		1		1	
			EXPXF	3X1X1=3	2X2X1=2	1X3X1=3	8	
			PXF	3X1=3	2X1=2	1X1=1	6	
VALOR TOTAL			EXPXF/PXF				1.33	

RANGOS			
1.0 - 1.5	1.6 - 2.0	2.1 - 2.5	2.6 - 3.0
R	N	A	V

SIGNIFICADO DE LAS EVALUACIONES

El valor oscilará entre 1 y 3

La evaluación final de ciclo de vida del proyecto vendrá dada por un promedio de los valores registrados por todos los componentes.

El procedimiento plantea la suma los valores registrados por todos los componentes y de divien entre el número total de componentes.

VALORES	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN DE CICLO DE VIDA
Entre 1 y 1.5	Significa que el edificio es muy vulnerable, pudiendo afectar la calidad de la enseñanza de los estudiantes, laboral en el personal docente y administrativo.	Se define como no apto en las condiciones que se presenta
Entre 1.6 y 2	Significa que el edificio es vulnerable, pudiendo afectar la calidad de la enseñanza de los estudiantes, laboral en el personal docente y administrativo.	Se sugiere mejorar, la infraestructura, los accesos, los ingresos, los arreglos espaciales, aplicar la norma NRD 2.
Entre 2.1 y 2.5	Significa que el edificio presenta un estado de vulnerabilidad moderada.	Se considera esta opción, siempre y cuando no se obtengan calificaciones de 1 (escala) en algunos de los siguientes aspectos: arreglos espaciales, rutas de evacuación, áreas de circulación.
Superiores a 2.6	Significa que el proyecto no indexa vulnerabilidades a los usuarios.	Se considera un edificio seguro para su uso.

COMPONENTES DE VULNERABILIDAD: FISICO-ESTRUCTURAL				
SUBCOMPONENTE	FACTOR DE PONDERACIÓN	EVALUACIÓN		
		1	2	3
Evaluación de daños en el edificio S-9	El edificio muestra daños físicos en muros y columnas .			
Arreglo espacial asociado a amenaza	La distribución de los arreglos espaciales, permite una evacuación inmediata.			
Planificaciones de edificios para usos mixto.	La jornada vespertina ocupa la totalidad de los salones disponibles.			
Planificaciones académicas, percepción del cultural del riesgo	La tipología constructiva del edificio, comparte los patrones de diseño con otras unidades académicas.			
Los arreglos espaciales, asociado a vulnerabilidad.	Según los requerimientos mínimos de circulación cumple con las normas NRD2			
Criterios de diseño , proceso de diseño, rampas, salidas de emergencia, circulaciones verticales.	Aplican los criterios de circulación mínima en pasillos entre escritorios			

Fuente: CEPREDENAC. Elaboración y adaptación propia.

COMPONENTES DE VULNERABILIDAD: ARREGLOS ESPACIALES				
SUBCOMPONENTE	FACTOR DE PONDERACIÓN	EVALUACIÓN		
		1	2	3
Vulnerabilidad física, arreglos espaciales.	Los arreglos espaciales se ven afectados por la orientación respecto al norte en ventilación e iluminación.			
Arreglo espacial asociado a vulnerabilidad	Según los salones de clase el arreglo espacial es ortogonal y esta orientado hacia la salida			
Antropometría y Ergonometría	Existe aplicación de medidas mínimas antropometría y ergonometría.			
Criterios de diseño , proceso de diseño, rampas, salidas de emergencia, circulaciones verticales, utilizados para su diseño.	Se aplican elementos de circulación vertical para evacuación de los usuarios en caso de un evento extremo.			
Gestión de riesgo, Planificaciones edificaciones académicas	Se toma en cuenta la gestión de riesgo para la planificación de edificios seguros.			
Número de personas que han ocupado el edificio.	El crecimiento poblacional respecto a la población inicial rebasa los límites proyectados.			

Fuente: CEPREDENAC. Elaboración y adaptación propia.

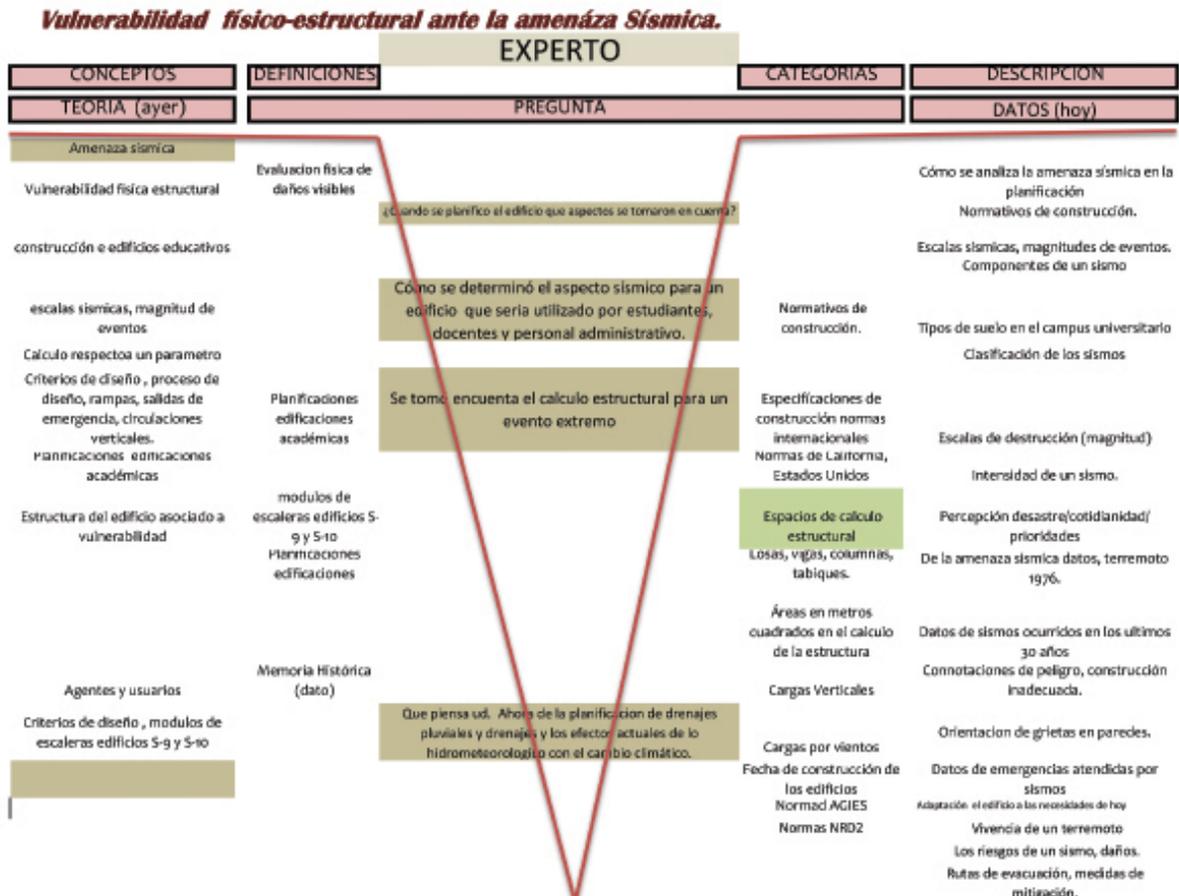
COMPONENTES DE VULNERABILIDAD: POBLACIONAL				
SUBCOMPONENTE	FACTOR DE PONDERACIÓN	EVALUACIÓN		
		1	2	3
Percepción cultural del riesgo	Las personas conocen la incidencia de los arreglos espaciales y como puede afectar al momento de una evacuación por emergencia.			
Población al inicio del funcionamiento del edificio.	Cuando se inició el funcionamiento del edificio, proyectaron su uso a futuro y su capacidad máxima.			
Personal administrativo y docente que habia en ese tiempo. Agentes y Usuarios	Aun trabaja personal, que se encontraba cuando inició el funcionamiento de este edificio.			

Fuente: CEPREDENAC. Elaboración y adaptación propia.

1
2
3
4
5

3.6.2 Resultados de las Entrevistas a Expertos

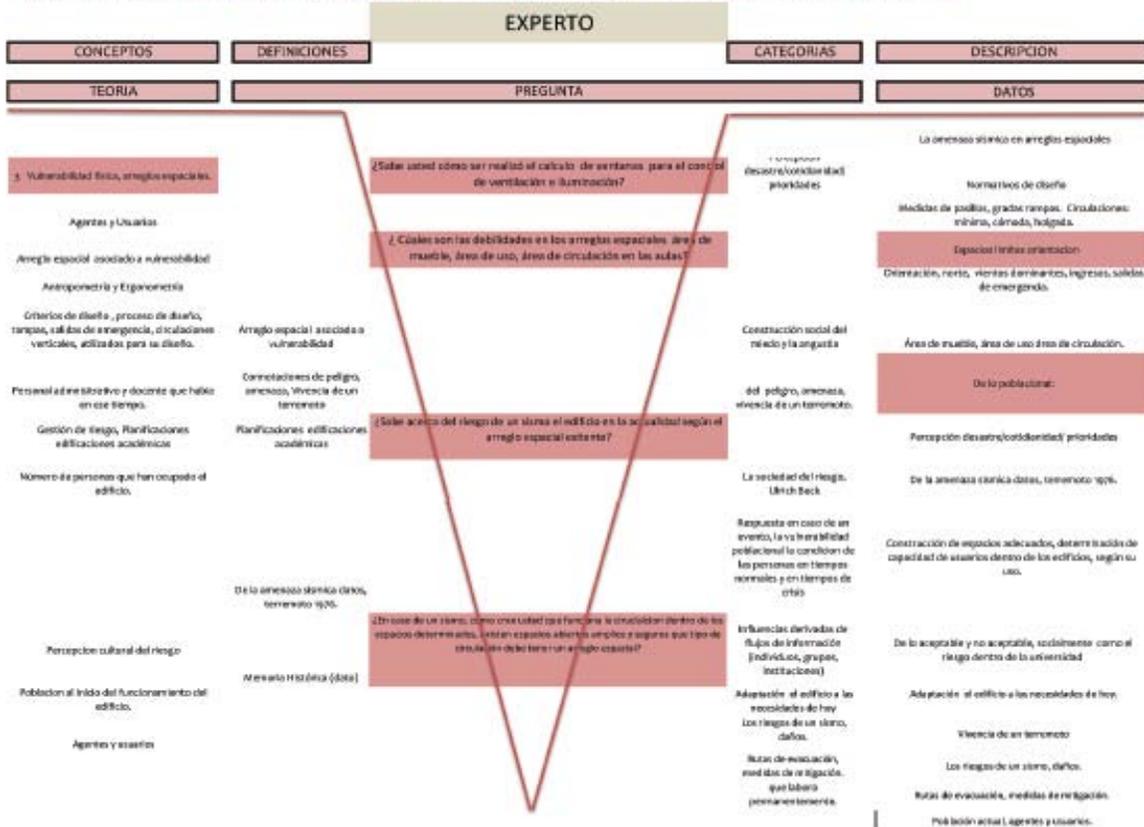
Para la elaboración del instrumento UVE heurística se determinaron los aspectos de las variables en vulnerabilidad físico estructural, arreglos espaciales y poblacionales ante la amenaza sísmica. Los instrumentos finales se muestran a continuación como resultado de las entrevistas a expertos y grupos, luego se hace el análisis correspondiente.



Fuente: Dra. Rosa Sánchez

Elaboración y adaptación propia.

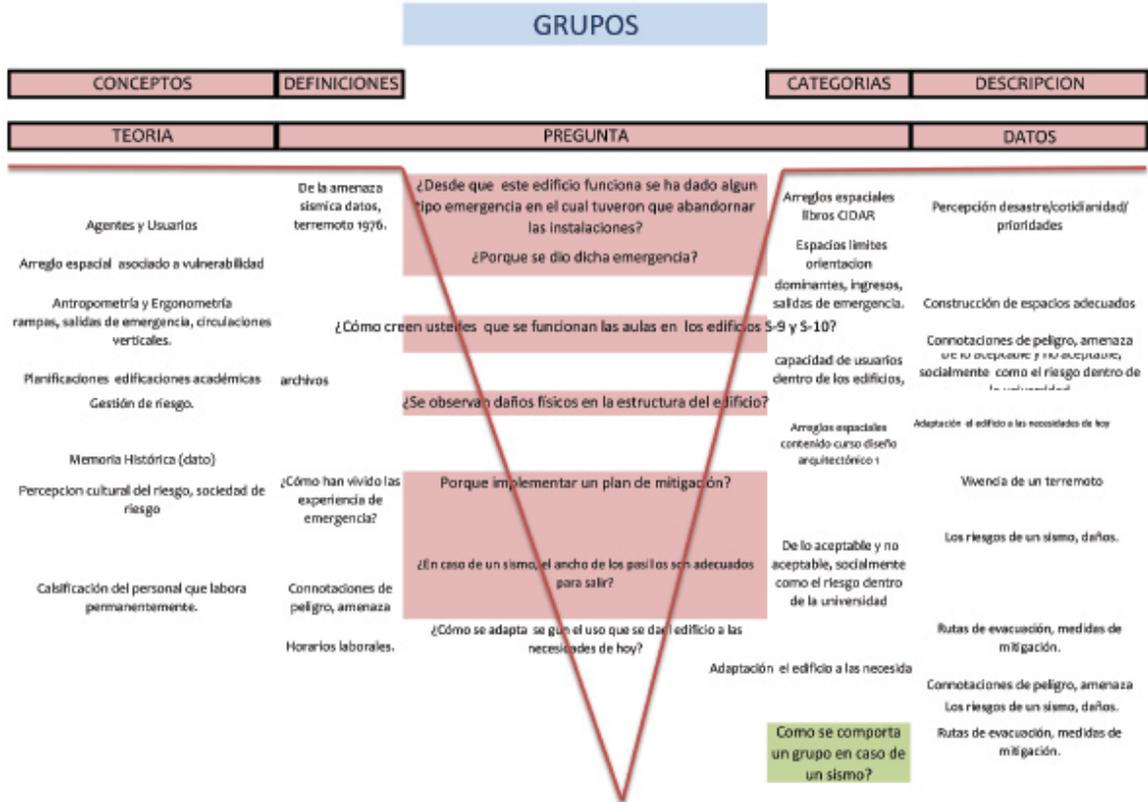
Vulnerabilidad en arreglos espaciales y poblacional ante la amenaza sísmica.



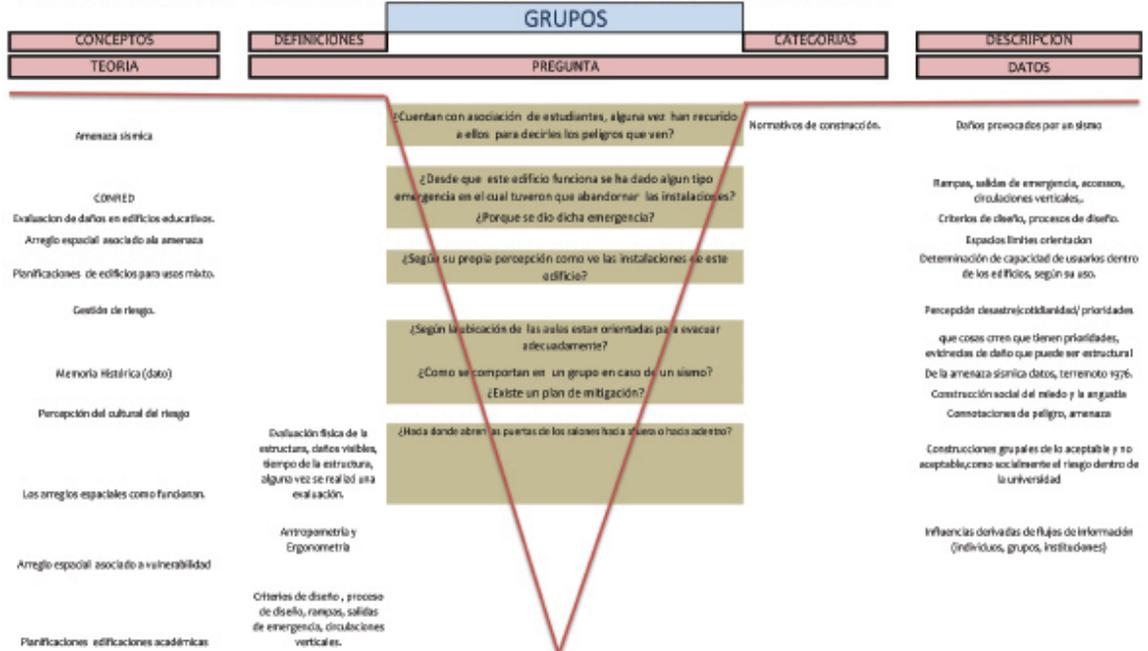
Fuente: Dra. Rosa Sánchez
 Elaboración y adaptación propia.

1
2
3
4
5

Vulnerabilidad física en arreglos espaciales y poblacional ante la amenaza sísmica.



Vulnerabilidad físico-estructural ante la amenaza Sísmica.



Fuente: Dra. Rosa Sánchez

Elaboración y adaptación propia.

Anexo No. XX

<p style="text-align: center;">GUIA METODOLÓGICA PARA ENTREVISTA A EXPERTO (A)</p>			
<p>Los entrevistas a expertos están preparadas como una actividad de campo abierto, para realizar una consulta retroactiva dirigida a un experto, que desarrolla sus actividades en la dimensión institucional, en el campo de la arquitectura, sobre tres áreas temáticas que están incluidas en la investigación, respecto a las cuales se requiere recopilar información cualitativa que incluya puntos de vista, opiniones y propuestas.</p> <p>Las entrevistas de la entrevista serán tanto una consulta como una retroalimentación respecto a los arreglos espaciales, como principal categoría de análisis, de retroalimentación para la retroalimentación de otros instrumentos de investigación y para el análisis e interpretación de datos.</p> <p>Al igual que los otros instrumentos, proporciona información específica sobre arreglos espaciales, y es un segundo nivel sobre la situación actual de los edificios S9 y S10, en la perspectiva de un escenario de riesgo.</p>			
<p>Actividades preliminares</p> <p>Coordinar con el experto la convocatoria para confirmar la hora y el lugar de la consulta y la disponibilidad de tiempo del entrevistado.</p>			
<p>Etapo 1</p> <p>Breve presentación del Investigador acerca del tema.</p> <p>Explicaciones sobre la consulta y los temas incluidos.</p> <p>Información sobre la Maestría en Gestión para la Reducción del Riesgo y el análisis de los edificios en estudio. Solicitar al entrevistado, se autorización para grabar la entrevista.</p>			
<p>Etapo 2</p> <p>Aplicación de la entrevista.</p>			
<p>Agradecimientos y cierre de la actividad</p>			
espacio	Entusiasmo	Entusiasmo	orientación
<p>¿Cuándo se planificó el edificio que aspectos se tomaron en cuenta?</p> <p>¿Sabe usted sobre qué daño ha causado o puede causar a un sismo?, ¿qué daños?</p>	<p>¿Sabe usted cómo se realizó el cálculo de resistencias para el control de ventilación e iluminación?</p>	<p>¿En caso de un sismo, como cree usted que funciona la circulación dentro de los espacios de áreas verdes, existen espacios abiertos seguros y seguros que tipo de circulación debe tener un arreglo espacial?</p>	<p>¿Que piensa ud. Ahora de la planificación de drenajes pluviales y aguas servidas y los efectos actuales de la hidrometeorología con el cambio climático.</p>
<p>Se tomó en cuenta el cálculo estructural para un evento extremo</p>	<p>¿Se observan daños físicos en la estructura del edificio?</p>	<p>¿Se observan daños físicos en la estructura del edificio?</p>	<p>¿Que piensa ud. Ahora de la planificación de drenajes pluviales y drenajes y los efectos actuales de la hidrometeorología con el cambio climático?</p>
<p>¿Sabe acerca del riesgo de un sismo el edificio es la actualidad según el arreglo espacial existente?</p>	<p>¿Cuales son las debilidades en los arreglos espaciales área de mueble, área de uso, área de circulación en las aulas?</p>	<p>¿Cuales son las debilidades en los arreglos espaciales área de mueble, área de uso, área de circulación en las aulas?</p>	<p>¿Sabe acerca del riesgo de un sismo el edificio en la actualidad según el arreglo espacial existente?</p>
<p>Cómo se determinó el aspecto sismico para un edificio que será utilizado por estudiantes, docentes y personal administrativo.</p>	<p>¿Cómo se comporta un grupo en caso de un sismo? ¿Para que implementar un plan de mitigación?</p>	<p>¿Cómo se comporta un grupo en caso de un sismo? ¿Para que implementar un plan de mitigación?</p>	<p>¿Sabe acerca del riesgo de un sismo el edificio en la actualidad según el arreglo espacial existente?</p>

Unidad Académica: _____ Escuela o programa _____ Carga que desempeña _____

Nombre del experto _____ Fecha _____ No. _____

Fuente: Dra. Rosa Sánchez

Elaboración y adaptación propia.

GUIA METODOLÓGICA PARA ENTREVISTA A GRUPOS			
Las entrevistas a grupos se realizan como una actividad de campo, estructurada, para una consulta relativamente rápida (una hora aproximadamente), el grupo desarrolla sus actividades en la dimensión local /en el campo de la arquitectura, sobre tres áreas temáticas que están incluidas en los otros instrumentos, respecto a las cuales se requiere recolectar información complementaria, más cualitativa que incluya opiniones, propuestas y puntos de vista.			
Tendrá una orientación de consulta y retroalimentación respecto a las vulnerabilidades en los arreglos espaciales.			
Al igual que los otros instrumentos, sistematiza información sobre la situación actual de los edificios, con los factores determinantes en la perspectiva de un escenario de riesgo			
Actividades preliminares			
Coordinar con el experto la convocatoria para confirmar la hora y el lugar en que ha organizado la consulta. Dependiendo de esta información se garantizará que estará disponible para respetar el experto participante en la actividad. Al cierre de ésta, puede dar detalles extras del tema en consulta.			
Etapas			
Etapas 1			
Breve presentación del investigador acerca del tema.			
Explicación sobre la consulta y los temas incluidos.			
Información sobre la Maestría en Gestión para la reducción del riesgo y el análisis de los edificios en estudio.			
Etapas 2			
Formulación de preguntas			
Presentación de Codexyd, sensibilización.		Dudas e inquietudes	
Etapas 3			
Agradecimientos y cierre de la actividad			
Espacios			
¿Según su propia percepción cómo ve las instalaciones de este edificio?		Actitudes	
¿Según la ubicación de las aulas están orientadas para evacuar adecuadamente? ¿Hacia dónde abren los puentes de los salones hacia afuera o hacia adentro?		¿Cuentan con asociación de estudiantes, alguna vez han recurrido a ellos para decidir los peligros que ven?	
¿Se observan daños físicos en la estructura del edificio?		¿Cómo se comporta en un grupo en caso de un sismo?	
¿Cómo ve el estado de que el uso que se tiene edificio a las necesidades de hoy?		¿Porque se dio dicha emergencia?	
¿Se observan daños físicos en la estructura del edificio?		¿Existen un plan de mitigación?	
¿Cómo ve el estado de que el uso que se tiene edificio a las necesidades de hoy?		¿En caso de un sismo, el hecho de los posibles adecuados para salir?	
¿Cómo ve el estado de que el uso que se tiene edificio a las necesidades de hoy?		¿Cómo creen ustedes que se funcionan las aulas en los edificios S-9 y S-10?	
Unidad Académica: _____		Escuela o programa _____	
Nombre del experto _____		Cargo que desempeña _____	
Fecha _____		No. _____	

formular preguntas que tiene que ver con los arreglos espaciales.

si llegan mas alumnos que hacen para ubicarse dentro del aula por ejemplo llegan ochenta y la capacidad es para cuarenta.

cuando un profesor hace un examen como los ubica, que pasaría si llegan ochenta y el salón es de cuarenta.

lo mas diez preguntas y una hora de duración

Fuente: Dra. Rosa Sánchez

Elaboración y adaptación propia.

3.7 De La Amenaza Sísmica

En su momento, la amenaza sísmica para el cálculo de los edificios fue considerada según las normas AST¹² de California, que consideran especificaciones estructurales para movimientos horizontales asociados a sismos de diferente intensidad.

3.7.1 De los Arreglos Espaciales

En caso de un sismo que obligara a un desalojo repentino no planificado, los alumnos resultarían seriamente afectados, porque los parámetros que se consideraron para la definición de las deficiencias en espacios entre pasillos, hoy resultan inadecuados si se consideran las medidas mínimas de circulación. Este problema se agrava por razones culturales, debido a que los alumnos al sentarse, adoptan una posición que puede describirse con la expresión “postura sentado-descansando”, lo que aumenta el obstáculo en los pasillos entre escritorios.

Según el Arquitecto Virgilio Ramírez, experto en Diseño Arquitectónico, las deficiencias que se dan en los arreglos espaciales, están ya determinadas desde la adopción de un arreglo ortogonal, que define la ubicación de la pizarra en coincidencia con el espacio donde se ubica el ingreso y salida de quienes ocupan el salón. Además, los pasillos no cumplen con las medidas mínimas de circulación que, en teoría, debería tener un mínimo de 1.20 m. de espacio entre escritorios. A esto se agregaría, según el experto, el hecho que los espacios de circulación se obstruyen por los bolsones y materiales específicos de la carrera, como los que se usan tableros dibujo.

Además confirma que no existen espacios adecuados para una evacuación, además de espacios abiertos y seguros, para que se ubique la población en caso de una evacuación inmediata.

Agregó que se desconocen los componentes sísmicos que se consideraron para la edificación del edificio S-9, pero se presume que se utilizaron las normas mínimas de cálculo estructural, tal y como se aplicó en los edificios que habían sido construidos anteriormente.

Se recomienda la circulación en bloques es decir formar un pasillo al centro de los escritorios paralelo a la pizarra; en varias ocasiones se ha propuesto a las autoridades correspondientes colocar varias pizarras y formar grupos de escritorios, pero desafortunadamente todo ha quedado en buenas intenciones. El pasillo paralelo permite evacuar de manera ordenada.

Otras debilidades que percibe el Arquitecto Ramírez, se detalla de la siguiente manera: los pasillos están colocados de manera ortogonal; en un principio las puertas de los salones, se abatían a ciento ochenta grados, es decir hacia adentro y hacia afuera, pero en la actualidad solo se abaten hacia adentro a noventa grados, y generalmente se traban al momento de abrirse.

12

Con estas siglas en el ámbito de la construcción se hace referencia a las normas aplicadas al POT Municipalidad de Guatemala.

Cuando los edificios se diseñaron en los años setenta, se tomó en cuenta la ocupación de los mismos con un promedio de ciento veinticinco alumnos por nivel, actualmente la ocupación ha sobrepasado la capacidad máxima; algunas aulas llegan a tener más de cien alumnos por aula, lo que define un hacinamiento dramático y eleva exponencialmente el riesgo ante un desastre provocado antrópico, siempre al momento de evacuar ante una emergencia.

Finalmente, señala que los drenajes pluviales deberían diseñarse en un sistema separativo, con mayor capacidad, debido a los eventos extremos asociados a cambio climático que provocan un aumento de la lluvia en períodos cortos, comparados con la precipitación que hasta hace algún tiempo se consideraba como normal en el país.

SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES COLAPSADO



Fuente: Ing. David Pazmiño.

SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES COLAPSADO



Fuente: Ing. David Pazmiño.

SISTEMA DE AGUAS PLUVIALES COLAPSADO



Fuente: Ing. David Pazmiño.

1
2
3
4
5

3.7.2 De la Vulnerabilidad Física Estructural

Según la Arquitecta Patricia Rivera de la División de Servicios Generales de la USAC, los drenajes de los edificios construidos en el campus central ya rebasaron su período de vida útil. Esto es aplicable además a las bajadas de agua pluvial. El problema se agrava cuando a estos sistemas no se les da el mantenimiento respectivo aún cuando dentro del personal se cuenta con cuadrillas de servicios. Aunque esto se explica en parte, porque cuando se construyeron los edificios no se incluyeron consideraciones de riesgo a desastres o de cambio climático y se tomaba únicamente en cuenta el cálculo estructural, consideración que es aplicable tanto al edificio S-9 como a los demás que se construyeron según el mismo modelo que se utilizó con el criterio de “edificios típicos” que se construyeron en el campus central.

Esos edificios fueron ubicados según el sector que le fue asignado a cada unidad académica. No obstante en ese período tampoco se hicieron estudios de suelo. Actualmente, desde hace aproximadamente 6 años, sí se realizan dichos estudios previamente a planificar un edificio en la USAC. Además indica que se han observado pequeñas fisuras que generalmente se presenta en tabiques o muros de división, pero no en la estructura portante como columnas y losa. Sin embargo, sí se encuentran filtraciones de agua en las losas debido a la falta de mantenimiento. La vida útil de los materiales utilizados como impermeabilizantes, también ya finalizó. En general no presentan daños estructurales de consideración. En opinión de la experta se han introducido nuevos elementos de vulnerabilidad asociados a cambios en la ubicación de oficinas o aulas que se modifican según las necesidades, pero sin considerar elementos de riesgo.

En su origen el edificio fue pensado para albergar en el primer nivel oficinas combinado con aulas y el segundo y tercer nivel con aulas puras. A medida que la universidad fue adoptando nuevas tecnologías, se fueron modificando aulas para ser destinadas a laboratorios. Indica que sí se ha modificado el diseño original respecto al uso actual. En lo que respecta a drenajes, indica que ya se ha establecido un estudio en todo el campus central, elaborado por una compañía privada contratada por la universidad, que incluye un estudio de las redes de agua potable y drenajes, aunque se desconoce si este estudio considera el enfoque de riesgo a desastres y la forma como los resultados definirán decisiones posteriores.

Opina que sí se considera el enfoque de gestión de riesgo en el diseño de los nuevos edificios; indica que siempre debería haber salidas de emergencia, incluir el tema de incendios, y propone eliminar las rejas entre pasillos, que se han instalado, en especial cuando un edificio es otorgado a dos unidades académicas, porque, cuando funcionan en horarios diferentes, estas rejas se cierran con el argumento de protección de bienes, pero con ello se bloquea la circulación entre pasillos.

El cierre de los pasillos, además de ser una obstrucción a la circulación, al momento de producirse un evento y una salida repentina no planificada, estaría además inhabilitado el paso hacia gradas y otros pasillos y así sucesivamente, dependiendo del número de niveles que se cuente en el edificio.

3.7.3 De la Vulnerabilidad Poblacional

Cuando se puso en funciones el edificio, se tomaron en cuenta los aspectos técnicos de diseño, es decir que sí se le dio una asignación de uso a cada ambiente. A medida que transcurrió el tiempo, las autoridades de cada Facultad han decidido cambios de uso de los espacios, sin tomar en cuenta lo relativo a la amenaza sísmica.

La Arq. Rivera propone que una medida de mitigación de la vulnerabilidad poblacional, debe incluir capacitaciones a los alumnos, docentes, personal administrativo y de servicio, aunque en principio, la población estudiantil no tome esta información como indispensable, propone que sea el inicio de un trabajo que haga conciencia respecto a la importancia del tema.

Este tipo de medidas según su recomendación debe incluir información a los trabajadores para que cuando haya visitantes, pueda proporcionar información sobre rutas de evacuación, considerando que los trabajadores tienen permanencia en todos los espacios del campus.

Sugiere hacer un simulacro cada año, con su respectiva simulación ; da un ejemplo claro con el caso de la biblioteca central donde cada día se observa una afluencia de muchos estudiantes de distintas facultades, que si bien se tiene proyectado colocar señales éticas, y sensores de control de libros en vez de molinetes, suele suceder que cuando se han dado casos de salidas repentinas, "...el primer estudiante brinca el molinete, el segundo también pero el tercero se cae y el resto por salir le pasa encima y como consecuencia causan daños a las personas en el suelo lo que incluso podría provocar la muerte por asfixia..."

Indica que "...la percepción del riesgo por parte de los estudiantes, al momento de un sismo, con un salón lleno, sobrepasando la capacidad instalada, provoca que con puertas cerradas, con abatimientos hacia adentro, hacinamiento de estudiantes, los primeros que salen pasan atropellando al que sea, aunque si la medida de las puertas de un metro cincuenta, con abatimiento hacia adentro y cuando la persona está en estado de pánico empuja la puerta hacia afuera..."

Propone trabajos de remodelación y mejoramiento, pero sobre todo que se debe capacitar a todos los usuarios como efectivamente lo hacen en los centros educativos de nivel preprimario, primario y diversificado.





Capítulo 4

Propuesta
Facultad de Arquitectura

4.1 Propuesta

4.1.1 Puntos que deben ser considerados

Atendiendo a las especificaciones de edificios que son utilizados por la población estudiantil, uno de los elementos que se puede analizar utilizando el enfoque de arreglos espaciales es: La distribución, la ubicación, y los abatimientos de las puertas. Tanto en Guatemala como en países con amenaza sísmica, ha quedado demostrado que cuando se considera la amenaza sísmica el abatimiento de las puertas, debe ser hacia afuera. Pero que una medida mínima de la mitigación de la vulnerabilidad de la población sería garantizar que efectivamente puede abrirse, pero que no hay barreras como desniveles en el piso que obstaculizan su apertura, hacia adentro o hacia afuera.

Este fue otro de los elementos que se ha convertido en parte de los componentes que se consideran como percepción del riesgo de los estudiantes que participaron en el simulacro. Pero el demostrárselos también puede constituirse en un elemento que se considere en un modelo utilizado por la Universidad de San Carlos. De hecho, en una de las entrevistas a expertos se resaltó que la Universidad de San Carlos debe además hacer una revisión del uso que se da a distintos edificios, donde no solo las puertas podrían ser un obstáculo que definiera la posibilidad de una salida ordenada y segura, para quienes utilizan distintos edificios, como sería el caso de la biblioteca central, que tiene instalados molinetes.

A continuación se incluyen los resultados a la propuesta que contiene las modificaciones al instrumento original (Mendoza 2009) y que se considera que puede ser utilizado para la evaluación de otros edificios del campus central con características similares al edificio al que fue aplicado (S_9).

PROPUESTA PARA IDENTIFICACIÓN DE UN ESCENARIO DE RIESGO						
COMPONENTES	EDIFICIO S-9		ENTORNO		ÁREAS VERDES PROXIMAS	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
AMENAZA SÍSMICA	El Edificio, cumple con las normas de construcción		En los pasillo existe obstaculos fisicos.		Existe un lugar para ubicarse en caso de evacuación.	
VULNERABILIDAD FISICO ESTRUCTURAL	La estructura del edificio está capacitada para un sismo extremo.		Existen componentes en el entorno estructurales que presenten daños.		Se encuentran elementos fisico estructurales que impidan el acceso al área en mención.	
VULNERABILIDAD EN ARREGLOS ESPACIALES	Existe una aplicación en arreglos espaciales.		Las ventanas estan orientadas para evitar soleamiento.		Existe mobiliario urbano en las áreas verdes alrededor	
VULNERABILIDAD POBLACIÓN ESTUDIANTES (usuarios)	Hacinamiento, confort climático, área de uso, área de circulación		Existen edificios cercanos con gran cantidad de población, que obstuye la circulación en el entorno del edificio.		Se encuentran elementos fisico que impidan el acceso al área en mención.	
VULNERABILIDAD POBLACIÓN ADMINISTRATIVA (agentes)	Hacinamiento, confort climático, área de uso, área de circulación		Cuenta con señalización para evacuación a un punto seguro		Existe un punto de referencia para ubicarse en el área verde en caso de un evento.	

Criterios de ponderación

ALTA 3
MEDIA 2
BAJA 1

TABLA PARA EVALUACIÓN DEL ENTORNO COMPONENTE BIO CLIMÁTICO						
EVALUACIÓN	CONFORT TÉRMICO	VIENTO	SOLEAMIENTO	PRECIPITACIÓN	RUIDOS	CALIDAD DE AIRE
1	El terreno donde se ubica el campus central de la USAC es favorable con temperaturas media anuales de 20 grados, humedad relativa del 70% , presentando períodos de calor en marzo y abril.	En el valle de la Ciudad de Guatemala, predomina el viento del norte favorecido por el cañon del Palín que favorece el movimiento.	Mayormente soleado en las fachadas oriente, sur y occidente, estan protegidas por parteluces perpendicular al la incidencia solar	Se tiene marcada las estaciones secas y lluviosas, con condiciones normales entre los 600 ml.	Existe contaminación auditiva causada por los vehiculos del estacionamiento	El sitio se encuentra contaminado por la ubicación del campus dentro del sector industrial de la ciudad y el excesivo parque vehicular que ingresa a las instalaciones universitarias.

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL EDIFICIO

PROCEDIMIENTO: La evaluación de vulnerabilidad se realizará por medio de llenar el histograma, que contiene los componentes físico-estructurales, arreglos espaciales y poblacionales y cada componente desglosa las variables correspondientes.

CUADRO DE COMPONENTES Y VARIABLES DE LA VULNERABILIDAD			
NUMERO	COMPONENTES DE VULNERABILIDAD	CRITERIOS	
1	ESTRUCTURA DEL EDIFICIO	Evaluación de daños en el edificio.	Se consideran los sistemas de construcción empleados en esa época, y cómo afecta el paso del tiempo en la estructura.
		Arreglo espacial asociado a amenaza	Se considera, el área destinada para los arreglos espaciales
		Planificaciones de edificios para usos mixto.	Se considera la aplicación de normativos de construcción
		Planificaciones edificaciones académicas, concepción del cultural del riesgo	Se considera la norma NRD 2 .
		Los arreglos espaciales, asociado a vulnerabilidad.	Se considera la capacidad de espacio físico en la célula espacial.
		Criterios de diseño , proceso de diseño, rampas, salidas de emergencia, circulaciones verticales.	Se valora la existencia de estas facilidades físicas en el edificio.
2	ARREGLOS ESPACIALES	Vulnerabilidad física, arreglos espaciales.	Se valora el funcionamiento de los arreglos espaciales en salones de clase y oficinas administrativas.
		Arreglo espacial asociado a vulnerabilidad	Se analiza como puede afectar el funcionamiento de los muebles respecto a la circulación.
		Antropometría y Ergonometría	Se aplica las medidas del ser humano en actividades estáticas y dinámicas.
		Criterios de diseño , proceso de diseño, rampas, salidas de emergencia, circulaciones verticales, utilizados para su diseño.	Se los procesos de diseño para los arreglos espaciales y la circulación.
		Gestión de riesgo, Planificaciones edificaciones académicas	Se considera las normas establecidas por la Conrad para edificios públicos ya construidos
		Número de personas que han ocupado el edificio.	Se considera la capacidad destinada originalmente para usuarios y cuantos existen en el presente.
3	POBLACIONAL	Percepción cultural del riesgo	Se consideran la comparación de la realidad, con la probabilidad de sucesos, daños y pérdidas.
		Población al inicio del funcionamiento del edificio.	Se considera que los edificios fueron planificados para un promedio de 125 alumnos por nivel.
		Personal administrativo y docente que había en ese tiempo. Agentes y Usuarios	Se analizan que a inicios de uso del edificio solo contaba con un director del área cooman, una secretaria, y un salón de maestros

Fuente: Guía de E. evaluación, CEPREDENAC, Adaptación y elaboración Propia.

VARIABLES	EVALUACIÓN	CANTIDAD
Evaluación de daños en el edificio S-9		
Arreglo espacial asociado a amenaza		
Planificaciones de edificios para usos mixto.		
Planificaciones edificaciones académicas, concepción del cultural del riesgo		
Los arreglos espaciales, asociado a vulnerabilidad.		
Criterios de diseño , proceso de diseño, rampas, salidas de emergencia, circulaciones verticales.		
Vulnerabilidad física, arreglos espaciales.		
Arreglo espacial asociado a vulnerabilidad		
Antropometría y Ergonometría		
Criterios de diseño , proceso de diseño, rampas, salidas de emergencia, circulaciones verticales, utilizados para su diseño.		
Gestión de riesgo, Planificaciones edificaciones académicas		
Número de personas que han ocupado el edificio.		
Percepción cultural del riesgo		
Población al inicio del funcionamiento del edificio.		
Personal administrativo y docente que había en ese tiempo. Agentes y Usuarios		

SUB-COMPONENTES	RELACION ESCALA/PESO						RANGOS			
	E	P	E	P	E	P	1.0-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3.0
	3	1	2	2	1	3	R	N	A	V
Evaluación de datos en el edificio										
Arreglo espacial asociado a amenazas										
Planificaciones de edificios para usos mixtos										
Planificaciones académicas, percepción del cultural del riesgo										
Los arreglos espaciales, asociados a vulnerabilidad										
Orientes de diseño, proceso de diseño, rampas, salidas de emergencia, circulaciones verticales										
Frecuencia	2		1		3					
EXP/P										
P/P										
VALOR TOTAL	EXP/P/P									

SUB-COMPONENTES	RELACION ESCALA/PESO						RANGOS			
	E	P	E	P	E	P	1.0-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3.0
							R	N	A	V
Vulnerabilidad física, arreglos espaciales										
Arreglo espacial asociado a vulnerabilidad										
Antropometría y Ergonomía										
Creencias de diseño, proceso de diseño, rampas, salidas de emergencia, circulaciones verticales, utilizados para su diseño										
Gestión de riesgo, Planificaciones adicionales académicas										
Número de personas que han ocupado el edificio										
Frecuencia	2		2		2					
EXP/P										
P/P										
VALOR TOTAL	EXP/P/P									

SUB-COMPONENTES	RELACION ESCALA/PESO						RANGOS			
	E	P	E	P	E	P	1.0-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3.0
							R	N	A	V
Percepción cultural del riesgo										
Población al inicio del funcionamiento del edificio										
Personal administrativo y docente que había en ese tiempo. Agentes y Usuarios										
Frecuencia	1		1		1					
EXP/P										
P/P										
VALOR TOTAL	EXP/P/P									

COMPONENTES DE VULNERABILIDAD: FISICO-ESTRUCTURAL				
SUBCOMPONENTE	FACTOR DE PONDERACIÓN	EVALUACIÓN		
		1	2	3
Evaluación de daños en el edificio	El edificio muestra daños físicos en muros y columnas .			
Arreglo espacial asociado a amenaza	La distribución de los arreglos espaciales, permite una evacuación inmediata.			
Planificaciones de edificios para usos mixto.	La jornada vespertina ocupa la totalidad de los salones disponibles.			
Planificaciones académicas, percepción del cultural del riesgo	La tipología constructiva del edificio, comparte los patrones de diseño con otras unidades académicas.			
Los arreglos espaciales, asociado a vulnerabilidad.	Según los requerimientos mínimos de circulación cumple con las normas NRD2			
Criterios de diseño, proceso de diseño, rampas, salidas de emergencia, circulaciones verticales.	Aplican los criterios de circulación mínima en pasillos entre escritorios			
Fuente: CEPREDENAC Elaboración y adaptación propia.				

COMPONENTES DE VULNERABILIDAD: ARREGLOS ESPACIALES				
SUBCOMPONENTE	FACTOR DE PONDERACIÓN	EVALUACIÓN		
		1	2	3
Vulnerabilidad física, arreglos espaciales.	Los arreglos espaciales se ven afectados por la orientación respecto al norte en ventilación e iluminación.			
Arreglo espacial asociado a vulnerabilidad	Según los salones de clase el arreglo espacial es ortogonal y esta orientado hacia la salida			
Antropometría y Ergonomía	Existe aplicación de medidas mínimas antropometría y ergonomía.			
Criterios de diseño, proceso de diseño, rampas, salidas de emergencia, circulaciones verticales, utilizados para su diseño.	Se aplican elementos de circulación vertical para evacuación de los usuarios en caso de un evento extremo.			
Gestión de riesgo, Planificaciones edificaciones académicas	Se toma en cuenta la gestión de riesgo para la planificación de edificios seguros.			
Número de personas que han ocupado el edificio.	El crecimiento poblacional respecto a la población inicial rebasa los límites proyectados.			
Fuente: CEPREDENAC Elaboración y adaptación propia.				

1
2
3
4
5

COMPONENTES DE VULNERABILIDAD: POBLACIONAL				
SUBCOMPONENTE	FACTOR DE PONDERACIÓN	EVALUACIÓN		
		1	2	3
Percepción cultural del riesgo	Las personas conocen la incidencia de los arreglos espaciales y como puede afectar al momento de una evacuación por emergencia.			
Población al inicio del funcionamiento del edificio.	Cuando se inició el funcionamiento del edificio, proyectaron su uso a futuro y su capacidad máxima.			
Personal administrativo y docente que había en ese tiempo. Agentes y Usuarios	Aun trabaja personal, que se encontraba cuando inició el funcionamiento de este edificio.			
Fuente: CEPREDENAC Elaboración y adaptación propia.				

SIGNIFICADO DE LAS EVALUACIONES		
El valor oscilará entre 1 y 3		
La evaluación final de ciclo de vida del proyecto vendrá dada por un promedio de los valores registrados por todos los componentes.		
El procedimiento plantea la suma los valores registrados por todos los componentes y de dividien entre el número total de componentes.		
VALORES	DESCRIPCIÓN	VALORACIÓN DE CICLO DE VIDA
Entre 1 y 1.5	Significa que el edificio es muy vulnerable, pudiendo afectar la calidad de la enseñanza de los estudiantes, laboral en el personal docente y administrativo.	Se define como no apto en las condiciones que se presenta
Entre 1.5 y 2	Significa que el edificio es vulnerable, pudiendo afectar la calidad de la enseñanza de los estudiantes, laboral en el personal docente y administrativo.	Se sugiere mejorar, la infraestructura, los accesos, los ingresos, los arreglos espaciales, aplicar la norma NRD 2.
Entre 2.1 y 2.5	Significa que el edificio presenta un estado de vulnerabilidad moderada.	Se considera esta opción, siempre y cuando no se obtengan calificaciones de 1 (escala) en algunos de los siguientes aspectos: arreglos espaciales, rutas de evacuación, áreas de circulación.
Superiores a 2.6	Significa que el proyecto no indexa vulnerabilidades a los usuarios.	Se considera un edificio seguro para su uso.

Elementos

para una evaluación
de arreglos espaciales
con enfoque de riesgo a desastres,
aplicado al edificio S-9

1

2

3

4

5



Capítulo 5

Consideraciones finales

Facultad de Arquitectura

5.1 Consideraciones Finales:

Para este estudio se aplicó el método de evaluación de Mendoza, con las modificaciones correspondientes que se encuentran en el plan de Evaluación de CEPREDENAC.

La metodología de investigación permite analizar distintos escenarios con expertos y grupos; entre los expertos se incluyeron arquitectos especialistas en diseño arquitectónico, arquitectos encargados de la infraestructura del campus central.

El desarrollo de la simulación permitió determinar qué tipos de ejercicios se realizaría, tiempos de realización y cantidad de participantes.

Para la evaluación del edificio se utilizó la metodología, de evaluación de CEPREDENAC y la Arq. Susana Palma. La evaluación permite ponderar, según las formulas, el grado de vulnerabilidad del edificio.

Para poder aplicar los ejercicios de UVE Heurística es necesario contar con expertos, que enriquezcan el documento aportando elementos científicos y su propia percepción del riesgo.

La metodología de investigación permite aplicar niveles técnicos para realizar la concienciación y sensibilización de los actores correspondientes, dentro de un escenario de riesgo.

La participación de agentes y usuarios de las instalaciones, permite la interacción y participación de simulaciones y simulacros periódicos, a fin de convertirse en un instrumento de mitigación de vulnerabilidades.

5.2 Recomendaciones:

1 La universidad de San Carlos, como ente mayor de la educación superior, debe ser pionera en la aplicación de la gestión de Riesgo a Desastres.

Por lo tanto se deben hacer evaluaciones a los edificios de todos los campus universitarios, a fin de promover medidas de mitigación ante la amenaza sísmica.

Se requiere de la participación de la CADECYD en el desarrollo de estas evaluaciones con el apoyo de las diferentes unidades académicas.

2 Las herramientas de evaluación deben ser socializadas entre las diferentes entidades, a fin de lograr un plan de emergencia en cada edificio.

La señalización de las rutas de evacuación es imprescindible, así como eliminar los obstáculos en todos los accesos vehiculares y peatonales en interiores de edificios, áreas verdes, senderos.

3 Se debe iniciar una base de datos de identificación, valoración y cuantificación de daños por riesgos presentes, como la quebrada de Villalobos al Poniente de la USAC, en la que se evidencian los daños en los sistemas de drenaje pluvial y de aguas servidas.

Los efectos del cambio climático, provocan que los sistemas de alcantarillado colapsen cada invierno, agregado a esto no existe un programa de mejora al mismo.

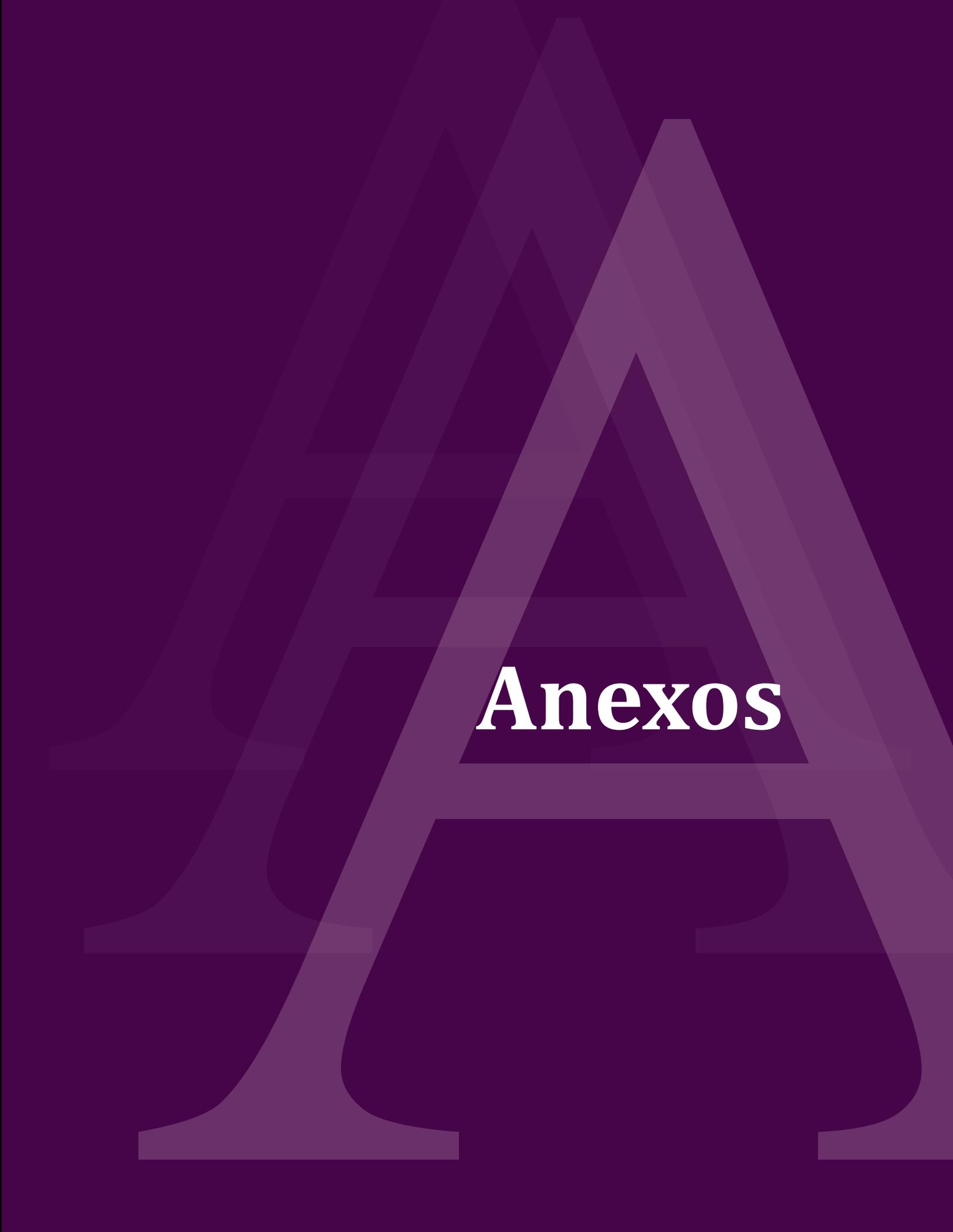
Es necesario apoyar a la entidad correspondiente para realizar este tipo de estudios para determinar las actividades que en un futuro pueden salvar vidas.

4 Se requiere hacer conciencia a los usuarios de la importancia de la actividad sísmica en Guatemala, un país con una larga y costosa historia de sismos en sus poblados, y que ha costado la vida de muchas personas como el de 1976.

En el simulacro se evidenció que las puertas en el edificio se abaten hacia adentro, por lo que se recomienda cambiar sus abatimientos hacia afuera, aplicando la Norma de Reducción número 2 (NRD 2) que sugiere la CONRED

Además se recomienda optimizar los espacios de circulación entre escritorios según las sugerencias de los expertos.

5 Las mejoras en los Arreglos Espaciales, permite evacuar los salones de manera ordenada y más rápido al momento de una emergencia, tal y como se evidenció en las fotografías del simulacro y en el video anexo a este documento.



Anexos

1 Instrumentos

1.1 Mapa Conceptual

Universidad Arreglos Espaciales, El Riesgo.

CONCEPTOS	DEFINICIONES	CATEGORIAS	DESCRIPCIÓN
TEORIA		PREGUNTA	DATOS
La universidad como espacio educativo público urbanización			Ciudad/portunidades; segregación/modelo económico; Origen/ámbito: rural/urbano; urbano/urbano; prioridades;
La universidad como escenario de Preparación académica			
Planificación urbana del campus universitario			Cartografía de procesos de planificación de universidades.
Construcción de edificios en lugares sin planificación. Desde una planificación global			<p>Perspectivas sociológica/cultural: histórica, políticas, crecimiento de la población estudiantil, utilización de espacios, sin estrategia de planificación, decisiones sin análisis técnico-profesional.</p> <p>Características físicas, estructurales, el riesgo.</p>
Ubicación de edificios en lugares de riesgo.			Análisis de los desastres frente a la vulnerabilidad en la historia reciente de la USAC. Políticas universitarias riesgo.

1.6 Instrumento de Entrevista

GUIA METODOLÓGICA PARA ENTREVISTA A EXPERTO (A)			
Las entrevistas se plantean a partir de preguntas sobre el grado de implementación de ciertos aspectos, así como, para realizar una consulta que permita registrar una hora aproximada de implementación de un aspecto, que de ser posible sus actividades en los asentamientos de entrevista serán tanto una consulta como una actividad en el terreno respecto a los registros espaciales, como el tipo de categorías de análisis, respecto a los componentes del riesgo, que se			
Al igual que los otros instrumentos, proporcionará información específica sobre el riesgo en el terreno, y en un segundo nivel sobre la situación actual de los edificios SS y SIO, en la perspectiva de un escenario de riesgo.			
Actividades preliminares			
Coordinar con el experto la convocatoria para confirmar la hora y el lugar de la consulta y la disponibilidad de tiempo del entrevistado.			
Etapa 1			
Breve presentación del investigador acerca del tema.			
Explicación sobre la consulta y los temas incluidos.			
Información sobre la liberación de Seston para la reducción del riesgo y el análisis de los edificios en estudio. Solicitar al entrevistado, su autorización para grabar la entrevista y autorización para el dibujo.			
Etapa 2			
Aplicación de la entrevista.			
Agradecimientos y cierre de la actividad			

1.7 Instrumento de Entrevista

GUIA METODOLÓGICA PARA ENTREVISTA A GRUPOS			
Las entrevistas grupales se realizan como una actividad de campo, estructurada, para una consulta relativamente rápida (una hora aproximadamente), al grupo de expertos sus actividades en la comunidad local (en el terreno) una orientación de consulta y la información respecto a la situación actual de los edificios en el terreno.			
Al igual que los otros instrumentos, proporcionará información sobre la situación actual de los edificios, así como, para registrar una hora aproximada de implementación de un aspecto, que de ser posible sus actividades en los asentamientos de entrevista serán tanto una consulta como una actividad en el terreno respecto a los registros espaciales, como el tipo de categorías de análisis, respecto a los componentes del riesgo, que se			
Actividades preliminares			
Coordinar con el experto la convocatoria para confirmar la hora y el lugar que ha organizado la consulta. Dependiendo de esta información se garantizará que estará disponible para realizar el dibujo y la			
El experto, autoriza en la actividad. Al cierre de esta, puede derivarse otras de temas en consulta.			
Etapa 1			
Breve presentación del investigador acerca del tema.			
Explicación sobre la consulta y los temas incluidos.			
Información sobre la liberación de Seston para la reducción del riesgo y el análisis de los edificios en estudio.			
Etapa 2			
Formulación de preguntas		Presentación de Datos, autorización.	Cierre de la actividad
Etapa 3			
Agradecimientos y cierre de la actividad			
	Coeficiente de orientación	Actividad	Prácticas
Unidad Académica	Grupo de programa	Grupo de referencia	
	Fecha	Hora	

2 Cuadros

2.1 Amenaza Sísmica

CUADRO NUMERO			
AMENAZA SÍSMICA			
Grado I:	La sacudida no es perceptible por los sentidos humanos, sísmico detectada y registrada solamente por los sismógrafos.	Grado VII:	La mayoría de las personas se atemoriza y corre a la calle. Muchas tienen dificultad para mantenerse en pie. Las vibraciones son sentidas por conductores de automóviles, sacuden las carpas grandes, muchas construcciones del tipo A sufren daños graves (clase 3) y algunas incluso destrucción (clase 4). Muchas construcciones del tipo B sufren daños moderados (clase 2). Algunas construcciones del tipo C experimentan daños ligeros (clase 1). En algunos casos, se producen deslizamientos en las carreteras que transcurren sobre laderas con pendientes acusadas, se producen daños en las juntas de las canalizaciones y aparecen fisuras en muros de piedra. Se aprecia oleaje en las lagunas y el agua se estanca por retención del lodo. Cambia el nivel de agua de los pozos y el caudal de los manantiales. En algunos casos, vuelven a mojar manantiales que estaban secos y se secan otros que mojan. En ciertos casos se producen derrames en taludes de arena o de grava.
Grado II:	La sacudida es perceptible por algunas personas en reposo, en los pisos superiores de los edificios.	Grado VIII:	Miedo y pánico general, incluso en las personas que conducen automóviles, en algunos casos se desajustan las rutas de los árboles, los muelles, incluso los pesados, se desplazan o vuelcan, los limpiaparabrisas sufren daños parciales, muchas construcciones de tipo A sufren destrucción (clase 4) y algunas colapsan (clase 5). Muchas construcciones de tipo B sufren daños graves (clase 3) y algunas destrucción (clase 4). Muchas construcciones de tipo C sufren daños moderados (clase 2) y algunas graves (clase 3). En ocasiones, se produce la rotura de algunas juntas de canalizaciones. Las esteras y moquetas se mueven y giren. Se derrumban arcos de piedra, pequeños deslizamientos en las laderas de los barrancos y en las trincheras y terraplenes con pendientes pronunciadas, grietas en el suelo de varios centímetros de ancho.
Grado III:	La sacudida es percibida por algunas personas en el interior de los edificios y sólo en circunstancias muy favorables en el exterior. Observando atentamente se pueden notar ligeros balanceos de objetos colgados, más acusados en los pisos altos de los edificios. La vibración percibida es semejante a la causada por el paso de un camión ligero.	Grado IX:	Pánico general, daños considerables en el mobiliario, los animales corren confundidos y emiten sus sonidos peculiares. Muchas construcciones del tipo A sufren colapso (clase 5), muchas construcciones de tipo B sufren destrucción (clase 4) y algunas colapsan (clase 5), muchas construcciones del tipo C sufren daños graves (clase 3) y algunas destrucción (clase 4). Caen muros y columnas, daños considerables en depósitos de líquidos. Se resaca parcialmente las canalizaciones subterráneas, en algunos casos, los carriles del ferrocarril se curvan y las carreteras quedan fuera de servicio, se observa con frecuencia que se producen extrusiones de agua, arena y fango en los terrenos saturados, se abren grietas en el terreno de hasta 10 centímetros de ancho y de más de 10 centímetros en las laderas y en las márgenes de los ríos, aparecen además, numerosas grietas pequeñas en el suelo, desprendimientos de rocas y aludes, muchos deslizamientos de tierras, grandes olas en lagos y arroyos. Se mueven pozos secos y se secan otros existentes.

<p>Grado IV:</p>	<p>Es percibido por personas en el interior de los edificios y por algunas en el exterior. Algunas personas se despiertan, pero no se atemoriza. La vibración es semejante a la producida por el paso de un camión pesado con carga, las ventanas, puertas y vajillas vibran. Los pisos y muros producen chasquidos, el mobiliario comienza a moverse, los líquidos contenidos en recipientes abiertos se agitan ligeramente.</p>	<p>Grado XI:</p>	<p>La mayoría de las construcciones del tipo A sufren colapso (clase 5) muchas construcciones de tipo B sufren colapso (clase 5). Muchas construcciones de tipo C sufren destrucción (clase 4) y algunos colapso (clase 5), los carriles de las vías férreas se desvían y a veces se ondulan, las canalizaciones subterráneas son retorcidas o rotas. Daños peligrosos en presas, daños serios en puentes, el pavimento de las calles y el asfalto forman grandes ondulaciones, grietas en el suelo de algunos decímetros de ancho que pueden llegar a un metro, se producen anchas grietas paralelamente a los cursos de los ríos, deslizamientos de tierras sueltas en las laderas con fuertes pendientes, en los ribazos de los ríos y en las laderas escarpadas se producen considerables deslizamientos. Desplazamientos de arenas y fangos en las zonas litorales, cambio del nivel de agua en los pozos; El agua de canales y ríos es lanzado fuera de su cauce normal. Se forman nuevos lagos.</p>
<p>Grado V:</p>	<p>Es percibido en el interior de los edificios por la mayoría de las personas y por muchas en el exterior, muchas personas que duermen se despiertan y algunas huyen los animales se ponen nerviosos, las construcciones se agitan con una vibración general, los objetos colgados se balancean ampliamente. Los cuadros golpean sobre los muros o son lanzados fuera de su emplazamiento. En algunos casos los relojes de péndulo se paran, los objetos ligeros se desplazan o vuelcan, las puertas o ventanas abiertas batan con violencia, se vierten en pequeña cantidad los líquidos contenidos en recipientes abiertos y llenos, la vibración se siente en la construcción como la producida por un objeto pesado amarrándose. En las construcciones de tipo A son posibles ligeros daños, en ciertos casos modifica el caudal de los manantiales.</p>	<p>Grado XII:</p>	<p>Daños importantes en construcciones, incluso en las bien realizadas, en puentes, presas y líneas de ferrocarril, las carreteras importantes quedan fuera de servicio, las canalizaciones subterráneas quedan destruidas, el terreno queda considerablemente deformado tanto por desplazamientos de terrenos y caídas de rocas. Para determinar la intensidad de las sacudidas sísmicas se precisan investigaciones especiales.</p>
<p>Grado VI:</p>	<p>Lo siente la mayoría de las personas, dentro y fuera de los edificios. Muchas personas huyen atemorizadas. Algunas personas logran a perder el equilibrio. Los animales domésticos huyen de los establos, la vajilla y la cristalería se rompen, los libros caen de sus estantes, los cuadros se mueven y los objetos inestables vuelcan. Los muebles pesados pueden llegar a moverse. Las campanas pequeñas de torres y campanarios pueden sonar. Se producen daños moderados (clase 2) en algunas construcciones del tipo A. Se producen daños ligeros (clase 1) en algunas construcciones de tipo B y en muchas del tipo A.</p>	<p>Grado XIII:</p>	<p>Prácticamente se destruyen o quedan gravemente dañadas todas las estructuras, incluso las subterráneas, la topografía cambia, grandes grietas en el terreno con importantes desplazamientos horizontales y verticales, caída de rocas y hundimientos en los escarpes de los valles, producidas en vastas extensiones, se cierran valles y se transforman en lagos, aparecen cascadas y se desvían los ríos.</p>

Fuente: INSRUMER, Sección Simología 2012 Elaboración propia.

2.2 Matriz De Planificación

MATRIZ DE PLANIFICACIÓN DEL EDIFICIO S-9 CON ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO				
OBJETIVO GENERAL	CONTENIDO	RESULTADOS	ACTIVIDADES	INSTITUCIONES INVOLUCRADAS
	<p>Formular un plan para la reducción las vulnerabilidades ante los desastres para la comunidad de El Memorial que contribuya al desarrollo seguro de la comunidad.</p>	<p>Aplicación de herramientas en los proyectos donde se trabaja hombres y mujeres. Afrontando los cambios climáticos que afectan a la población.</p>	<p>Involucramiento de las autoridades, autoridades locales, entidad colaboradora (Cedecyd) Levantamiento de campo con la participación de líderes estudiantiles para la coordinación de un plan de emergencia.</p>	<p>CONARE, Porque es la entidad encargada de asistir la coordinación entre instituciones de igual manera como en caso de un evento. INSFUMIN, En la entidad que brinda información de los fenómenos naturales que pueden afectar a la región en el caso específico para época de lluvia y cuando suceden eventos climáticos. Esque también ante los cambios climáticos que producen fuertes precipitaciones en periodos cortos. UNIVERSIDAD, es la autoridad local que puede tener reuniones inmediatas y el vínculo de conexión con las entidades de acciones, por medio del Consejo a través de instrumentos.</p>
	<p>Objetivo Especifico Analizar la capacidad de implementación de mejoras en edificios educativos, participación de Cedecyd en nuevas propuestas.</p>	<p>Mejoramiento en la aplicación de materiales resistentes y apropiados, en nuevos edificios.</p>	<p>Inversión en mejoramiento de arreglos espaciales e infraestructura. Edificación de nuevos edificios educativos en lugares seguros</p>	
<p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p>	<p>Objetivo Especifico Analizar las vulnerabilidades existentes en el edificio, con el apoyo de la autoridad competente (Cedecyd) encargado de reducir el riesgo dentro de la Universidad de San Carlos.</p>	<p>Reducción de la amenaza sísmica.</p>	<p>Implementación de mejoras constructivas, en material de edificios seguros según la norma MID 2. (Reducción de la vulnerabilidad) reducción de amenaza por actividad sísmica. Construcción de infraestructura según las normas de la Conare, construcción de rampas y salidas de emergencia donde sea posible y necesario.</p>	

Fuente: Elaboración Propia

2.3 Anexo Cuadros

INSCRIPCIÓN TOTAL DE ESTUDIANTES POR UNIDAD ACADÉMICA SEGÚN SEXO CICLO ACADÉMICO 2,012						
UNIDAD ACADÉMICA	TOTAL		MASCULINO		FEMENINO	
	No.	%	No.	%	No.	%
TOTAL	159,611	100.0	77,072	48.3	82,539	51.7
SUBTOTAL CAPITAL	109,003	100.0	53,086	48.7	55,917	51.3
Agronomía	1,576	100.0	1,152	73.1	424	26.9
Arquitectura	3,842	100.0	2,109	57.8	1,733	42.2
Ciencias Económicas	21,676	100.0	12,394	57.2	9,282	42.8
Ciencias Jurídicas y Sociales	17,984	100.0	9,073	50.5	8,909	49.5
Ciencias Médicas	5,440	100.0	2,356	43.3	3,084	56.7
Ciencias Químicas y Farmacia	2,249	100.0	562	25.0	1,687	75.0
Humanidades	23,408	100.0	7,258	31.0	16,150	69.0
Ingeniería	12,813	100.0	10,832	84.5	1,981	15.5
Odontología	1,237	100.0	503	40.7	734	59.3
Medicina Veterinaria y Zootecnia	1,045	100.0	470	45.0	575	55.0
Ciencias Psicológicas	4,876	100.0	1,249	25.6	3,627	74.4
Historia	1,120	100.0	580	51.8	540	48.2
Trabajo Social	978	100.0	50	5.1	928	94.9
Ciencias de la Comunicación	4,733	100.0	2,139	45.2	2,594	54.8
Ciencia Política	1,546	100.0	506	32.7	1,040	67.3
EFPEM	3,798	100.0	1,496	39.4	2,302	60.6
Ciencias Lingüísticas	422	100.0	94	22.3	328	77.7
Superior de Arte -ESA-	507	100.0	156	30.8	351	69.2
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-	153	100.0	89	58.2	64	41.8
SUBTOTAL DEPARTAMENTAL	50,608	100.0	23,986	47.4	26,622	52.6
EXTENSIÓN CUNOC, Facultad de Arquitectura	227	100.0	155	68.3	72	31.7
SECCIONES DEPARTAMENTALES, Facultad de Ciencias Económicas	40	100.0	34	85.0	6	15.0
ESCUELAS DE ENFERMERÍA, Facultad de Ciencias Médicas	1,018	100.0	236	23.2	782	76.8
SECCIONES DEPARTAMENTALES, Facultad de Humanidades	1,409	100.0	536	38.0	873	62.0
SECCIONES DEPARTAMENTALES-EPPEM-	411	100.0	210	51.1	201	48.9
Centro Universitario de Occidente -CUNOC-	13,213	100.0	7,333	55.5	5,880	44.5
Centro Universitario del Norte -CUNOR-	3,857	100.0	1,916	49.7	1,941	50.3
Centro Universitario de Oriente -CUNORI-	4,024	100.0	1,798	44.7	2,226	55.3
Centro Universitario de Noroccidente -CUNOROC-	2,562	100.0	1,357	53.0	1,205	47.0
Centro Universitario del Sur -CUNSUR-	1,858	100.0	742	39.9	1,116	60.1
Centro Universitario de Suroccidente -CUNSOROC-	2,842	100.0	1,284	45.2	1,558	54.8
Centro Universitario de Sureste -CUNSOROR-	2,072	100.0	906	43.7	1,166	56.3
Centro Universitario de San Marcos -CUSAM-	6,000	100.0	2,753	45.9	3,247	54.1
Centro Universitario de Peten -CUDEP-	3,638	100.0	1,563	43.0	2,075	57.0
Centro Universitario de Itzabal -CUNIZAB-	1,576	100.0	564	35.8	1,012	64.2
Centro Universitario de Santa Rosa -CUNSARD-	1,605	100.0	585	36.4	1,020	63.6
Centro Universitario de Jutiapa -JUSAC-	740	100.0	283	38.2	457	61.8
Centro Universitario de Chimaltenango -CUNDECH-	1,211	100.0	523	43.2	688	56.8
Centro Universitario de Baja Verapaz -CUNBAV-	485	100.0	256	52.8	229	47.2
Centro Universitario de El Progreso -CUNPROGRESO-	334	100.0	143	42.8	191	57.2
Centro Universitario de Totonicapán -CUNTOTON-	630	100.0	259	41.1	371	58.9
Centro Universitario del Quiché -CUSACQ-	644	100.0	391	60.7	253	39.3
Centro Universitario de Zacapa -CUNZAC-	41	100.0	28	68.3	13	31.7
Instituto Tecnológico Maya de Estudios Superiores -ITMES-	47	100.0	25	53.2	22	46.8
Instituto Tecnológico Universitario Guatemala - Sur -ITUGS-	124	100.0	106	85.5	18	14.5
EPPEM: Escuela de Profesores de Enseñanza Media						
WAGT/aaac						al 7 de Mayo 2012

2.5 Tabla de Energía Liberada en un Sismo Según Su Magnitud

Magnitud	Energía liberada (ergios)	equivalente a
-2	0.0e+00	Una bombilla de 100 Watts encendida por una semana
-1	2.0e+05	
0	6.0e+06	Ondas sísmicas provocadas por una libra de explosivos
1	2.0e+08	Un camión de 2 toneladas viajando a 120.7 Km/h
2	6.0e+09	
3	2.0e+11	Los sismos más pequeños comunmente sentidos
4	6.0e+12	1,000 toneladas de explosivos
5	2.0e+14	Terremoto de Pochuta en 1991 (magnitud 5.3)
6	6.0e+15	
7	2.0e+17	Terremoto de 1976 (magnitud 7.5)
8	6.0e+18	Terremoto de 1942 (magnitud 8.3)
9	2.0e+20	Terremoto más grande registrado (magnitud 9.1)

Fuente: INSIVUMEH.

2.6 Tabla Del Cambio Climático 2010

Tiempo (minutos)	Lluvia (milímetros)
0	0,00
10	1,10
20	1,15
30	3,45
40	4,50
50	1,10
60	1,12
70	1,14
80	2,70
90	2,50
100	3,20
110	0,50
120	0,00

Un pluviograma registra los diferentes volúmenes de lluvia entre períodos de cada 10 minutos (tal como aparece en la tabla situada a la izquierda de esta página). El programa para el cálculo de la intensidad máxima de lluvia de un aguacero lo puede encontrar en la página anterior en la pestaña "Programa". En la columna de lluvia en milímetros del programa (se encuentra en color amarillo), sustituya estos datos registrados por su pluviógrafo; desde el tiempo 0.00 hasta el minuto 120. Del minuto 130 en adelante, puede agregar 0.0 en la columna amarilla de los milímetros. Podrá observar los cambios en esta matriz. También observará los cambios en el cuadro horizontal de abajo, encabezado a la izquierda con minutos, lluvia acumulada, lluvia máxima e intensidad máxima. La intensidad máxima (como podrá deducir), se refiere a valores agrupados de lluvia de 10 minutos, después agrupados en 20 minutos, después agrupados en 30 minutos como podrá observar en la fila de la intensidad máxima. Siempre, entre más pequeño es el tiempo del período del análisis, el valor de la intensidad de la lluvia será mayor. En investigaciones de erosión de suelos por efectos de la lluvia intensa, esta metodología es importante utilizarla, para estudios de erosión, deslizamientos, derrumbes, problemas de licuefacción de los suelos y en los diseños de estructuras que tienen que ver obras que están en cauces de ríos o aún en quebradas que la mayoría del tiempo no llevan agua, pero que durante la época lluviosa los caudales de escorrentía son sobresalientes y peligrosos. Posteriormente chequear los valor graficados en la parte baja.

Fuente: Ing. Fulgencio Garavito. 2010

2.7 Tabla de Cálculo para Intensidad de Lluvia

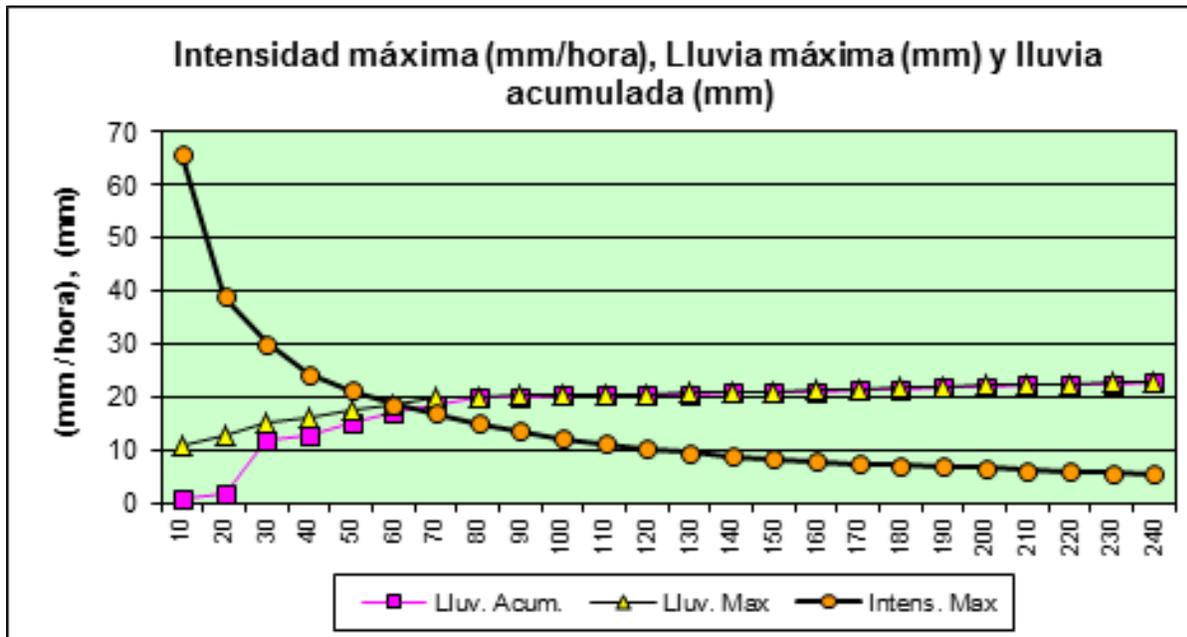
Codigo:	60100
ESTACION:	INSIVUMEH
Fecha de la tormenta:	JUN 01, 2004
Hora de inicio:	13 HORAS: 08 MIN
Hora de finalización:	17 HORAS: 20 MIN

PROGRAMA PARA EL CALCULO DE INTENSIDADES DE LLUVIA
Hidrología, INSIVUMEH, Guatemala F. Garavito

Tiempo Min	Lluvia mm	Lluvia acum mm	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	70 min	80 min	90 min	100 min	110 min	120 min	130 min	140 min	150 min	160 min	170 min	180 min	190 min	200 min	210 min	220 min	240 min	
0	0	0																								
10	1,70	1,10	1,10																							
20	1,00	2,10	2,10	2,10																						
30	10,00	12,10	11,00	12,10	12,10																					
40	0,90	13,00	10,90	11,90	13,00	13,00																				
50	2,70	15,10	3,90	13,00	14,90	15,10	15,10																			
60	2,70	17,20	4,20	3,10	15,10	16,10	17,20	17,20																		
70	1,20	18,40	3,30	3,40	8,30	16,30	17,30	18,40	18,40																	
80	1,40	19,80	2,60	4,70	6,60	7,70	17,70	19,70	19,80	19,80																
90	0,40	20,20	1,80	3,00	5,10	7,20	8,10	18,10	19,10	20,20	20,20															
100	0,30	20,40	0,80	2,00	3,20	5,30	7,40	8,30	18,30	19,30	20,40	20,40														
110	0,70	20,50	0,30	0,70	2,10	3,30	5,40	7,50	8,40	19,40	19,40	20,50	20,50													
120	0,70	20,60	0,20	0,40	0,80	2,20	3,40	5,50	7,60	8,50	19,50	19,50	20,60	20,60												
130	0,70	20,70	0,20	0,30	0,50	0,90	2,30	3,50	5,60	7,70	8,60	19,60	19,60	20,70	20,70											
140	0,70	20,80	0,20	0,30	0,40	0,60	1,00	2,40	3,60	5,70	7,80	8,70	19,70	19,70	20,80	20,80										
150	0,70	20,90	0,20	0,30	0,40	0,50	0,70	1,10	2,50	3,70	5,80	7,90	8,80	19,80	19,80	20,90	20,90									
160	0,30	21,10	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,90	1,20	2,70	3,90	6,00	8,10	9,00	19,90	20,00	21,10	21,10								
170	0,30	21,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	1,50	2,90	4,10	6,20	8,30	9,20	19,20	20,20	21,30	21,30							
180	0,30	21,50	0,40	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,30	1,70	3,10	4,30	6,40	8,50	9,40	19,40	20,40	21,50	21,50						
190	0,30	21,70	0,40	0,60	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,50	1,90	3,30	4,50	6,60	8,70	9,60	19,60	20,60	21,70	21,70					
200	0,30	21,90	0,40	0,60	0,80	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,70	2,10	3,50	4,70	6,80	8,90	9,80	19,80	20,80	21,90	21,90				
210	0,30	22,20	0,50	0,70	0,90	1,10	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	2,00	2,40	3,80	5,00	7,10	9,20	10,10	20,10	21,10	22,20	22,20			
220	0,30	22,40	0,50	0,70	0,90	1,10	1,30	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,20	2,60	4,00	5,20	7,30	9,40	10,30	20,30	21,30	22,40	22,40		
230	0,30	22,60	0,40	0,70	0,90	1,10	1,30	1,50	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,30	2,40	2,80	4,20	5,40	7,50	9,60	10,50	20,50	21,50	22,60	22,60	
240	0,30	22,70	0,30	0,50	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,50	2,90	4,30	5,50	7,60	9,70	10,60	20,60	21,60	22,70	22,70
Minutos	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240		
Lluv. Acum.	1,10	2,10	12,10	13,00	15,10	17,20	18,40	19,80	20,20	20,40	20,50	20,60	20,70	20,80	20,90	21,10	21,10	21,30	21,50	21,70	21,90	22,20	22,40	22,60	22,70	
Lluv. Max	11,90	13,00	15,10	16,30	17,70	18,70	19,80	20,20	20,40	20,50	20,60	20,70	20,80	20,80	21,10	21,30	21,50	21,70	21,80	22,20	22,40	22,60	22,70	22,70	22,70	
Intens. Max	66,00	39,00	30,20	24,45	21,24	19,70	18,07	16,15	14,61	13,28	12,23	11,23	10,35	9,61	8,97	8,46	7,99	7,59	7,23	6,92	6,66	6,41	6,17	5,98	5,80	

Fuente:Insivumeh
Ing. Fulgencio Garavito

2.8 Ejemplo Intensidad De Lluvia



Fuente:Insivumeh

2.9 Tabla Datos Climáticos Lluvia

CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	1990	LLUVIA	DIAS	3	1	1	3	17	23	17	13	21	7	7	8	121
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	1991	LLUVIA	DIAS	3	2	0	5	14	19	10	14	16	17	5	4	108
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	1992	LLUVIA	DIAS	1	0	3	4	5	18	19	17	19	14	6	1	107
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	1993	LLUVIA	DIAS	1	0	2	9	10	20	14	23	21	15	7	2	124
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	1994	LLUVIA	DIAS	2	2	1	6	13	18	14	25	15	13	6	4	119
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	1995	LLUVIA	DIAS	1	2	2	9	9	21	22	24	27	16	5	2	140
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	1996	LLUVIA	DIAS	4	2	3	12	14	27	23	18	22	14	8	1	148
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	1997	LLUVIA	DIAS	1	3	3	3	9	21	17	23	12	15	11	3	121
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	1998	LLUVIA	DIAS	1	0	1	0	7	17	15	20	19	21	11	3	115
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	1999	LLUVIA	DIAS	1	2	1	3	10	26	19	23	20	19	2	2	128
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2000	LLUVIA	DIAS	2	0	2	3	17	23	13	14	23	10	6	3	116
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2001	LLUVIA	DIAS	2	4	2	2	14	14	20	17	22	12	3	2	114
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2002	LLUVIA	DIAS	0	2	0	3	9	21	15	15	25	12	7	1	110
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2003	LLUVIA	DIAS	1	2	4	2	14	21	15	13	24	14	8	1	119
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2004	LLUVIA	DIAS	1	1	3	2	19								

Fuente:Insivumeh
Ing. Fulgencio Garavito

CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	1990	LLUVIA	mm	4.5	0.4	0.7	21.9	190.6	205.6	156.6	64.1	242.6	56.5	46.2	6.6	998.3
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	1991	LLUVIA	mm	4.6	0.8	0.0	14.4	128.9	328.8	157.8	88.3	180.8	189.7	161.0	51.8	1286.5
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	1992	LLUVIA	mm	1.5	0.0	11.7	32.5	21.9	261.3	189.2	210.5	151.5	134.0	21.8	0.6	1036.5
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	1993	LLUVIA	mm	0.1	0.0	11.4	97.4	65.3	300.4	110.4	233.9	229.0	112.9	29.5	0.2	1190.5
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	1994	LLUVIA	mm	5.0	0.4	0.9	12.5	122.0	170.0	125.0	256.8	188.0	101.2	3.3	3.1	898.2
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	1995	LLUVIA	mm	0.2	0.8	3.4	72.6	114.4	329.9	217.9	237.5	396.3	120.0	25.2	9.5	1523.7
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	1996	LLUVIA	mm	14.4	2.0	2.3	80.9	105.3	228.5	184.1	111.8	339.9	134.4	20.8	4.4	1214.0
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	1997	LLUVIA	mm	10.6	10.7	2.1	13.4	58.9	170.6	148.2	254.6	91.4	130.9	37.0	12.3	940.7
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	1998	LLUVIA	mm	0.1	0.0	21.2	0.0	68.9	280.1	216.9	210.8	127.8	224.0	365.5	3.6	1508.5
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	1999	LLUVIA	mm	1.0	52.2	0.4	6.4	96.8	295.1	277.8	221.7	328.9	174.3	19.7	3.0	1475.3
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2000	LLUVIA	mm	0.4	0.0	0.2	40.9	231.4	308.0	62.1	130.4	220.2	41.5	14.5	1.6	1049.2
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2001	LLUVIA	mm	1.1	4.8	2.6	4.1	129.5	162.8	175.1	223.3	162.7	137.6	19.6	1.3	1014.6
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2002	LLUVIA	mm	0.0	6.6	0.0	12.7	76.4	206.4	163.7	109.3	242.9	106.6	83.6	0.2	1012.4
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2003	LLUVIA	mm	0.9	14.4	20.3	36.8	159.9	303.1	196.8	109.4	374.2	42.1	18.8	2.0	1288.5
60100	INSIVUMEH	143511	903158	1502	2004	LLUVIA	mm	0.2	0.5	23.9	5.2	24.3								54.1

Fuente:Insivumeh
Ing. Fulgencio Garavito

2.10 Mapa de Temperatura del Mar

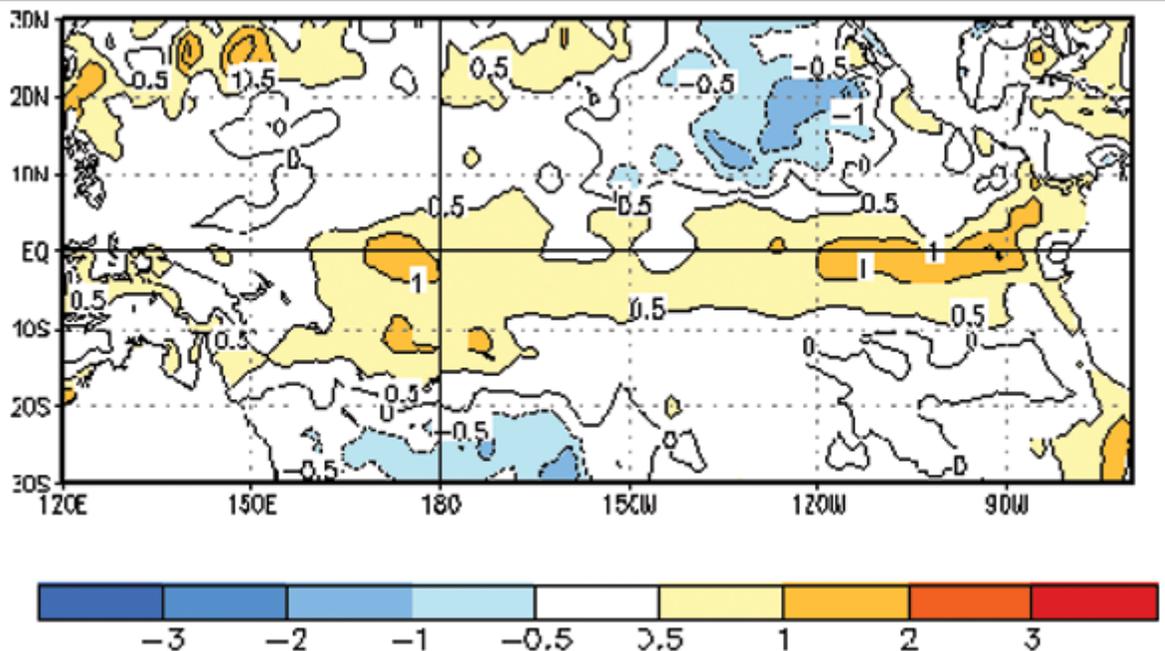
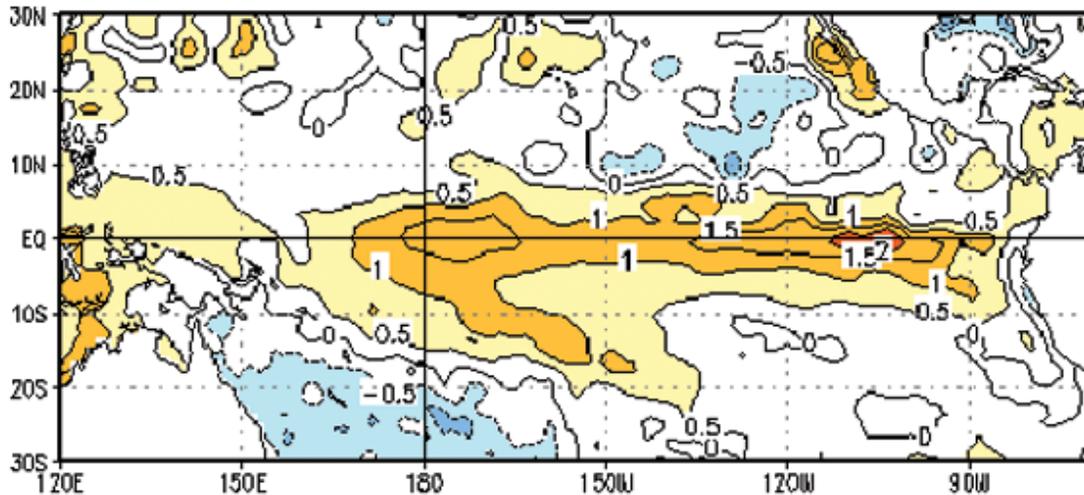


Figura 1. Promedio de anomalías (°C) de la temperatura superficial del mar (TSM) para el periodo de cuatro semanas, 10 diciembre 2006 – 6 enero 2007 (superior), y 7 enero 2007 – 3 febrero 2007 (inferior). Las anomalías de la TSM son calculadas respecto a la media del periodo base 1971-2000.

2.11 Mapa de Temperatura del Océano

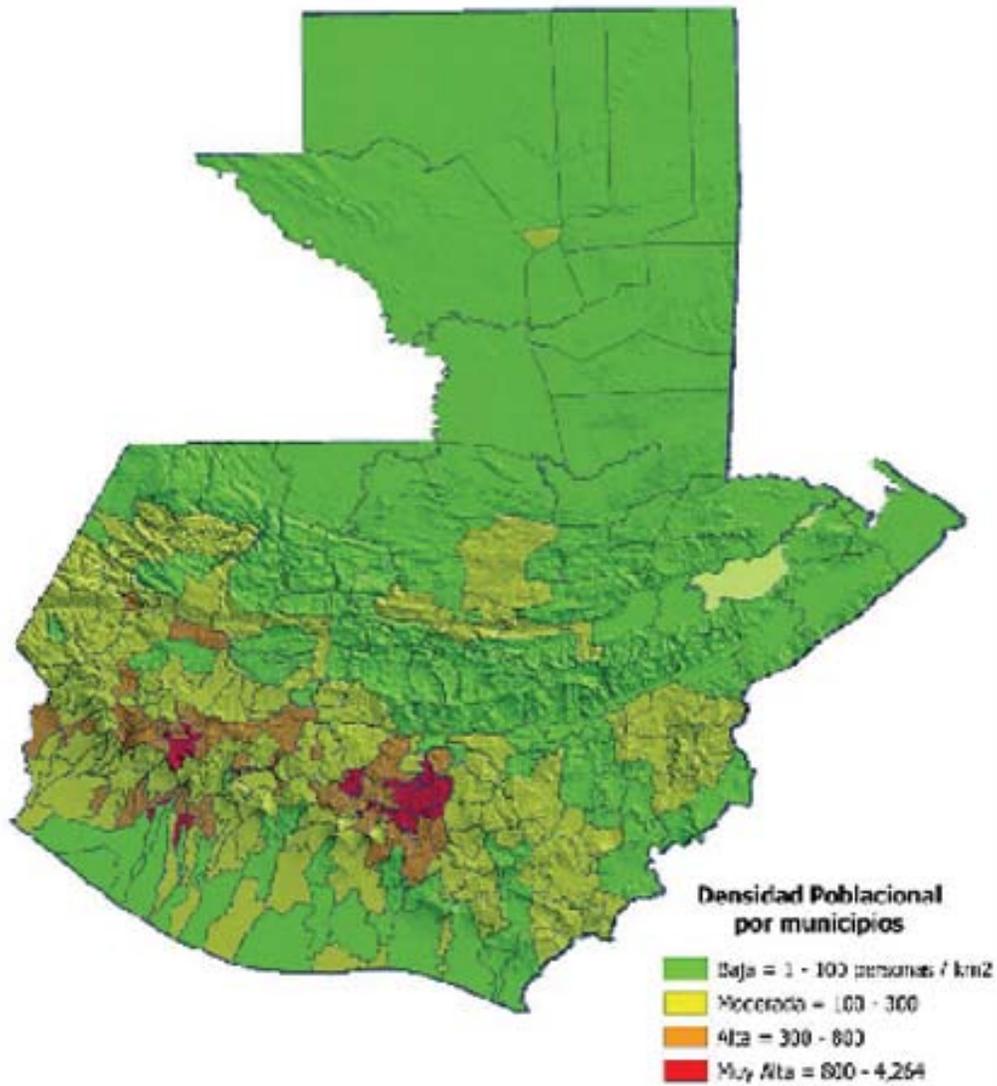


Temperatura del Océano Pacífico Sur las Condiciones del Niño
(Xue et al. 2003, J. Climate, 16, 1601-1612).



Anexos

3 Mapa de Densidad Poblacional



Mapa Densidad poblacional por sismos
Fuente: MAGA 2012

F

Fotografías

4 Descripción De Fotografías

4.1 Fotografías De Edificio S-9

Fotografías





Arriba: Ingreso principal al edificio S-9.

Izquierda: Ingreso al edificio por estacionamiento, poniente.

Fotografías



En esta página: Acceso frontal del lado oriente del edificio.

Derecha en su orden:
Acceso por el lado oriente al edificio.
Pasillo exterior lado sur, elemento de interconexión exterior con el edificio S-10, Vista fachada nor-este.



Fotografías



En esta página: Fachada Nor- este desde el área verde. (espacio libre para evacuación)

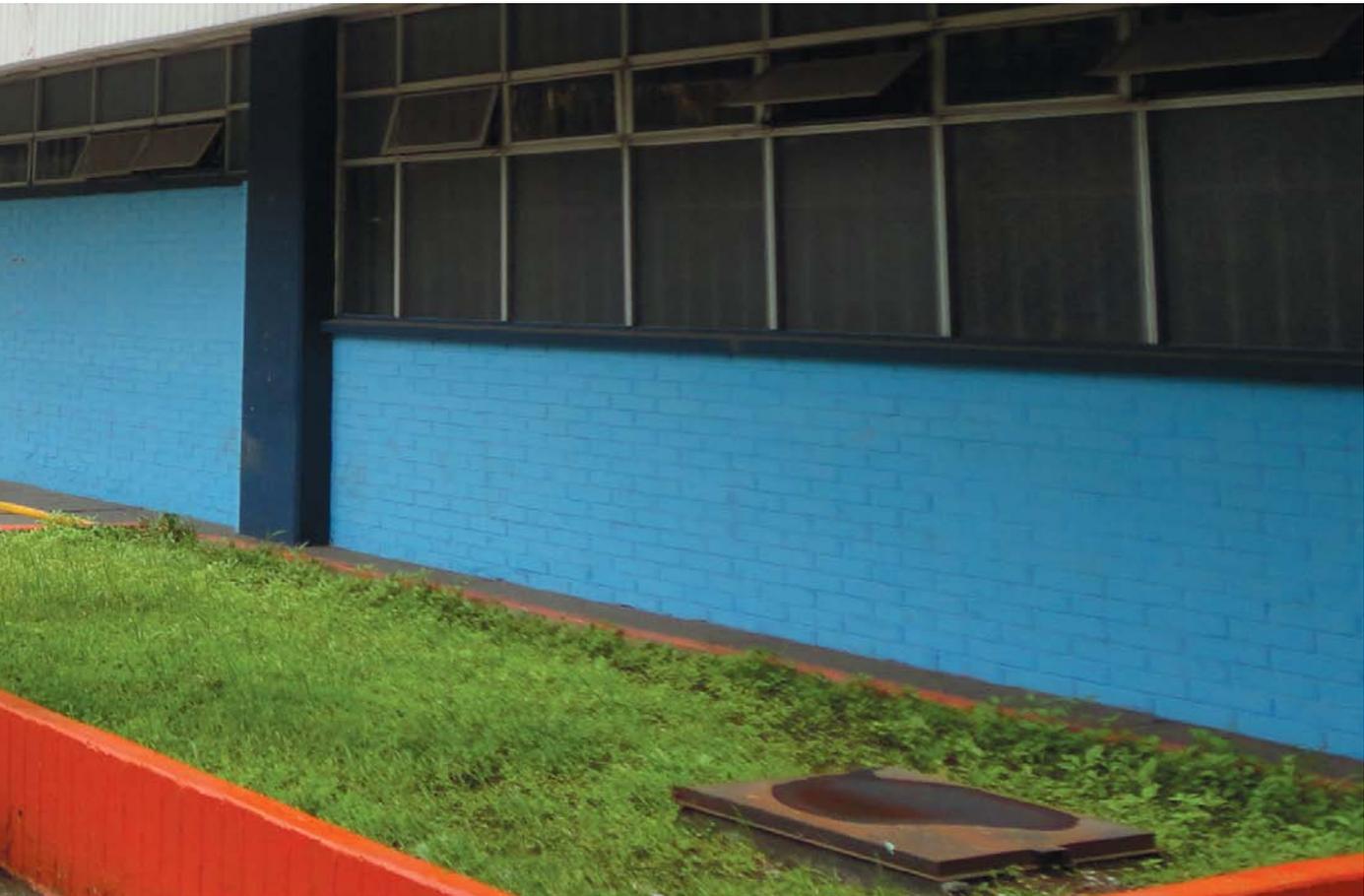
Derecha en su orden: Fachada Nor- este se muestran las cajas de instalaciones destapadas, que constituye un peligro para los usuarios. Vista desde el estacionamiento poniente, se pueden observar las barandas en el piso que son un elemento que aumenta la vulnerabilidad al momento de una evacuación de emergencia. Acceso e ingreso desde la pasarela que comunica al edificio S-11 (lado poniente) se observan ventanas destruidas.



Fotografías



Fotografías



Arriba: Vista desde el estacionamiento poniente, se puede observar las barandas en el piso que son un elemento que aumenta la vulnerabilidad al momento de una evacuación de emergencia.

Izquierda: Acceso por el lado oriente, desde el área verde.

Sobre estas líneas: Vista del ingreso desde el estacionamiento poniente.

Fotografías

4.2 Fotografías del Simulacro



Fotografías



Izquierda: Obstrucción de la circulación provocada por bolsas y materiales de estudio. En esta página, en su orden: Momento en el cual los alumnos tropiezan al intentar evacuar en un espacio con medidas menores al mínimo de 1.20 mts. Caída de varios alumnos sobre la primera persona. Continua agrupándose las personas sobre otros al intentar salir.

Fotografías





Izquierda: La circulación queda totalmente obstruida al paso, dificultando la salida.

Derecha en su orden: Momento en que una alumna sufre un desmayo, en una evacuación repentina. Los compañeros acuden en su auxilio previo a evacuar el salón.

Fotografías

Fotografías

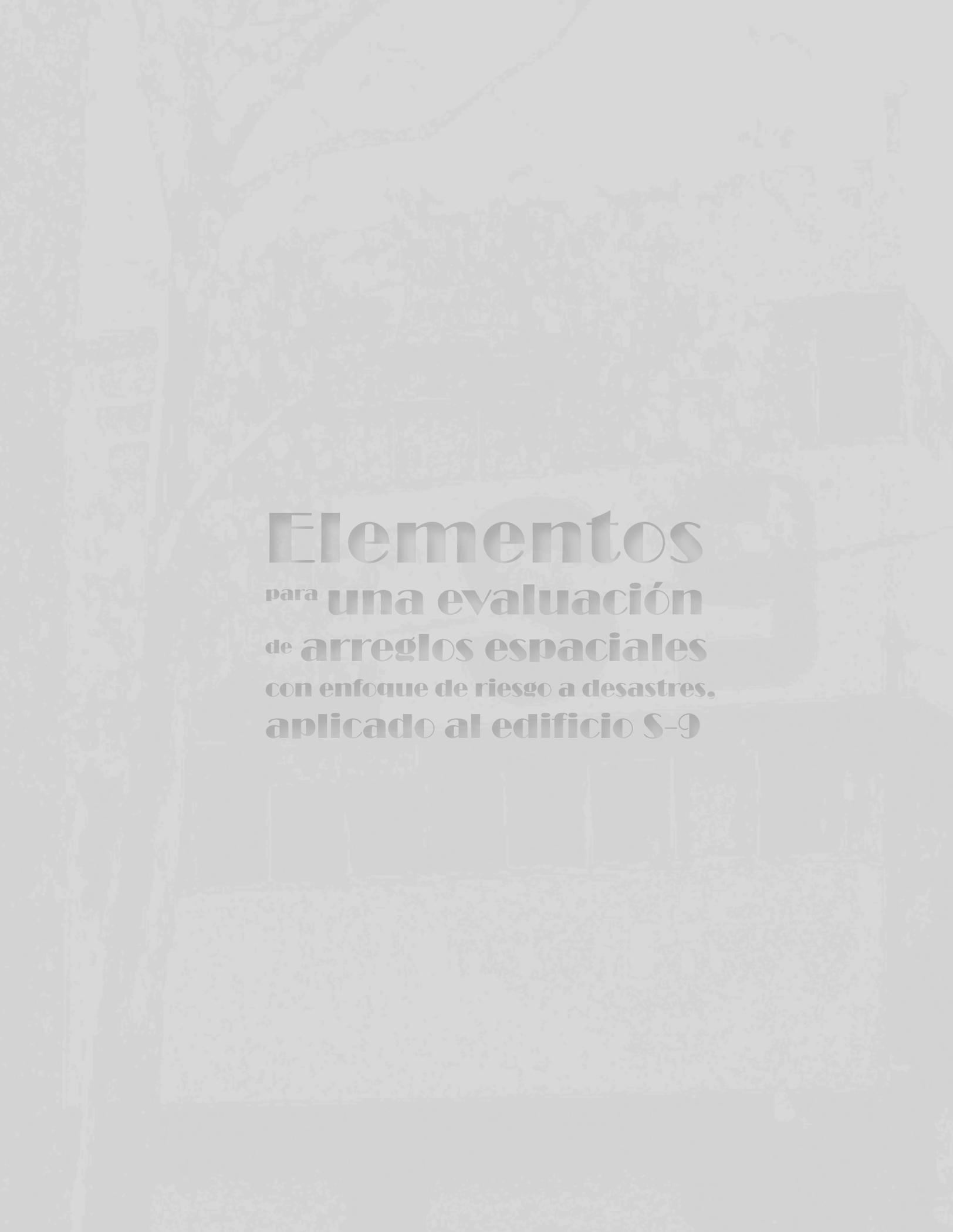




Izquierda: Apoyo de los alumnos inmediatos.

Derecha en su orden: Colocan a la persona en un lugar despejado para tenderla. Los alumnos colaboran atendiendo, previo a evacuar el salón.

Fotografías



Elementos
para una evaluación
de arreglos espaciales
con enfoque de riesgo a desastres,
aplicado al edificio S-9



Indices y Referencias

Referencias Bibliográficas

- ° Beck Ulrich La sociedad del riesgo, Hacia una nueva modernidad, 1998 Pág., 12,25.
- ° Benítez Pacheco, Ingrid Lorena; Licda. TS Sesam Acoj, Mayra Ligia; Lic. Q. Torres Valenzuela, Renato Jeroni; CARACTERIZACIÓN DE LOS EFECTOS DE DESASTRE EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN, PRIMERA PARTE.
- ° Ching, Francis. Arquitectura forma espacio y orden. 2003 13ª edición G. Gili, Barcelona.
- ° Molina Enrique, Villagrán Mario, Ligorría Juan Pablo; Amenaza Sísmica en Guatemala, INSIVUMEH 2012, fecha de consulta febrero 16 2012. Fuente disponible en digi.usac.edu.gt - fecha de consulta 16 enero 2012
- ° Sleeper, Ramsey, Las Dimensiones es arquitectura, 3002 primera edición en español, Limusa, México.

Instituciones u Documentos

- ° Constitución Política de la República de Guatemala.
- ° CONRED - Norma de reducción de desastres número dos NRD2, Guatemala 2011.
- ° Decreto Ley 109-96, Ley de Coordinadora Nacional para Reducción de Desastres de Origen Natural o Provocado.
- ° DIGI -Dirección General de Investigación –Ejercicio Profesional Multidisciplinario EPSUM, Instituto de investigaciones Químicas y Biológicas –IIQB, Comisión Universitaria de Desastres –USAC, Centro de Investigaciones de Ingeniería –CII 2002- Ing. C. Oliva, Juan Pablo; Br. Chupina, Alejandra; Br. Ovalle, Ligia, Dr. García Lemus, Víctor Manuel.
- ° GT). 2005. Atlas hidrológico. Escala 1:1, 000,000.
- ° INAFOR - De la Cruz, René. Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala basada en el sistema Holdridge. Guatemala. Instituto Nacional Forestal. 1,982
- ° INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT).
- ° MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación).
- ° World Vision módulo 3, Proceso de Gestión para el manejo de cuencas, Tácticas y Estrategias para el manejo de cuencas, página 2, 2009.

Referencias en Red

- ° <http://idea.unalmzl.edu.co> Indicadores (2003b) para la Medición del Riesgo: Fundamentos para un Enfoque Metodológico. BID/IDEA Programa de Indicadores para la Gestión de Riesgos, Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- ° http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/digirevista_files/ : 16 enero 2012 pág. 1
- ° <http://www.comunidadandina.org/PREDECAN/doc/libros/LIN+PLAN+DES+web.pdf>
- ° <http://es.scribd.com/doc/54092245/organizacion-espacial>: 21 junio 2012
- ° <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/guatemala/gshap.php> : 21 JULIO 2012
- ° <http://desastres.usac.edu.gt/documentos/pdf/spa/doc12727/doc12727-contenido.pdf> 27 julio 2012
- ° <http://unfccc.int/resource/docs/natc/guanc1.pdf> 24 09 1012

Indice De Mapas

Campus Central	16
Placas Tectónicas del mundo	25
Placas Tectónicas del mundo 2	25
Placas Tectónicas de Guatemala	29
Ubicación área afectada por el terremoto	31
Historial de sismos en Guatemala	31
Mapa 25 años registro sísmico	32
Mapa de deslizamientos	33
Cuencas Hidrológicas	49
Riesgos a sismos CEUR	51
Corte típico del fondo del Río	54
Mapa de densidad poblacional	108

Indice De Planos

Planta primer nivel S-9	55
Planta segundo nivel S-9	55
Planta tercer nivel S-9	56
Sección A-A' S-9	56
Sección B-B' edificio S-9	57
Elevación Frontal edificio S-9	57
elevación Lateral edificio S-9	58

Indice De Imágenes

Componentes de un sismo	23
Estructura interna de la Tierra	24
Impresión de un movimiento sísmico	26
Zonas Volcánicas del mundo	27
Topografía y Catastro USAC	34
Detalle de taludes USAC	34
Zona de Riesgo USAC	35
Zona de Riesgo USAC del cauce de río	35
Modulo de Gradadas Típicas	43
Área afectada por deslizamiento USAC	58
Falla cercana al edificio S-9	78
Sistema de aguas residuales colapsado	79
Sistema de aguas residuales dissipador de energía	79

Indice De Cuadros

Distribución poblacional	60
Estudiantes USAC	61
Propuesta de escenario de riesgo	62
Evaluación del entorno del componente bioclimático	66
Análisis de vulnerabilidad del edificio	66
Asignación de valores de vulnerabilidad	67
Asignación de importancia	67
Determinación de la frecuencia	67
Componentes del edificio	68
Rangos de componentes	68
Componentes del edificio de arreglos espaciales	69
Rangos de componentes	69
Componentes del edificio en vulnerabilidad poblacional	70
Rangos de componentes	70
Significado de las evaluaciones	70
Componentes de vulnerabilidad físico- estructural	71
Componentes de vulnerabilidad Arreglos espaciales	71
Componentes de vulnerabilidad poblacional	71
UVE vulnerabilidad físico-estructural	72
UVE vulnerabilidad en arreglos espaciales y pob.	73
UVE vulnerabilidad físico-estructural grupos	74
UVE vulnerabilidad en arreglos espaciales y pob. Grupos	74
Guia metodológica para la entrevista a expertos	75
Guia metodológica para la entrevista a grupos	76
Propuesta para identificación de un escenario de riesgo	84
Componentes de vulnerabilidad físico-estructural	87
Componentes de vulnerabilidad arreglos espaciales	87
Componentes de vulnerabilidad poblacional	88

Indice de Tablas

Mapa Conceptual	94
UVE vulnerabilidad fisico-estructural	95
UVE vulnerabilidad en arreglos espaciales y poblacional	95
UVE vulnerabilidad en arreglos espaciales y pob. Grupos	96
UVE vulnerabilidad fisico-estructural grupos	96
Guia metodológica para la entrevista a expertos	97
Guia metodológica para la entrevista a grupos	97
Amenáza sísmica	98
Matriz de planificación del edificio	100
Historial de sismo en Guatemala	102
Tabla de energía liberada en un sismo	103
Tabla cambio climático	104
Tabla para calculo de intesidad de lluvia	105
Ejemplo de intensidad de lluvia	105
Datos climáticos de lluvia	106
Promedio de anomalías de temperatura	106
Temperatura del océano Pacífico Sur	107
Tabla de amenazas naturales	107



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



IMPRIMASE

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo

DECANO

Dr. en Arq. Lionel Bojórquez Cativo

DIRECTOR DE POSGRADOS

Msc. Licenciada Rosa Sánchez Valle

ASESORA

Arq. Amílcar Horacio Figueroa Dávila

SUSTENTANTE

Elementos
para una evaluación
de arreglos espaciales
con enfoque de riesgo a desastres,
aplicado al edificio S-9

Riesgo

En esta investigación se estudian las condiciones físicas y sociales en el campus universitario que generan vulnerabilidad frente a amenaza sísmica el contexto a investigar, y en base a este análisis propone medidas de prevención y mitigación desde la perspectiva de la gestión para la reducción de riesgos a desastres.

**Arq. Amílcar Horacio
Figueroa Dávila**

