

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

"EVALUACION GRADO DE VULNERABILIDAD EN
CENTROS POBLADOS ANTE EL FENOMENO SISMICO
CASO ESPECIFICO SOLOLA"



T E S I S

que para obtener el título de

A R Q U I T E C T O

presenta

WILLIAM RENE ISMATUL LAZ

Guatemala, noviembre de 1989

DL
02
T (333)

ACTO QUE DEDICO:

A DIOS

A MIS PADRES:

Isaias Ismatul

Martina Laz de Ismatul

A MIS HERMANOS:

Graciela, Herlinda, Aura (Q.E.P.D.)

Mario, Luis, Carolina y Herbert

A MI NOVIA:

Lidia Higueros Bonilla

A LA FACULTAD DE ARQUITECTURA

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

DECANO	Arq. Francisco Chavarría Smeaton
SECRETARIO	Arq. Sergio E. Veliz Rizzo
VOCAL PRIMERO	Arq. Mario Antonio Rivera
VOCAL SEGUNDO	Arq. Hector Castro
VOCAL TERCERO	Arq. Rafael Herrera
VOCAL CUARTO	Br. Juan Carlos Alvarado
VOCAL QUINTO	Br. Carlos Roca Jerez

TRIBUNAL QUE PRACTICO
EL EXAMEN GENERAL PR
VADO DE EPS

DECANO	Arq. Eduardo Aguirre C.
SECRETARIO	Arq. Heber Paredes N.
EXAMINADOR	Arq. Mario Ceballos E.
EXAMINADOR	Arq. Jorge Escobar O.
EXAMINADOR	Arq. Carlos Quan M.

I N D I C E

PAGINA No.

CAPITULO 1:

CONCEPTOS INTRODUCTORIOS

- Introducción.....	1
- Objetivos.....	4
- Antecedentes.....	5
- Justificaciones.....	6
- Hipótesis.....	8
- Marco Teórico.....	10
- Metodología de trabajo.....	14
- Delimitación del Tema de Estudio.....	18
- Referencias.....	21

CAPITULO 2:

CARACTERISTICAS GENERALES DE LA POBLACION

- Características Históricas.....	22
- Características Políticas.....	25
- Características Antropológicas.....	28
- Características Socio-Económicas.....	33
- Referencias.....	41

CAPITULO 3:

CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS Y CLIMATICAS..... 42

CAPITULO 4:

SISMICIDAD EN GUATEMALA

- Fuentes Sismogénicas..... 43
- Historia Sísmica..... 51
- Perspectivas Sísmicas..... 56
- Referencias..... 58

CAPITULO 5:

ANALISIS DE LA VIVIENDA EN SOLOLA

- Consideraciones Generales..... 59
- Análisis de los Sistemas de Construcción..... 62
- Análisis Forma-Espacio-Función..... 67
- Evaluación Mano de Obra..... 72
- Evaluación Materiales..... 74
- Clasificación de las Fallas constructivas..... 75
- Referencias..... 79

CAPITULO 6:

EVALUACION VULNERABILIDAD DEL CENTRO POBLADO

- Boleta Censal.....	80
- Consideraciones Generales.....	85
- Clasificación de las Edificaciones.....	86
- Zonas de Peligro.....	88
- Comportamiento Sísmico de las Construcciones.....	91
- Zonas de Evacuación.....	95
- Elementos a Riesgo.....	95
- Referencias.....	97

CAPITULO 7:

LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACION DE CRITERIOS PRELIMINARES SISMO-URBANISTICOS Y RECOMENDACIONES SOBRE EL USO DEL ADOBE.

- Recomendaciones sobre el uso del adobe.....	98
- Reforzamiento Mínimo en Viviendas Tradicionales.....	104
- Criterios Generales Sismo-Urbánísticos.....	106

CAPITULO 8:

- Conclusiones.....	113
- Recomendaciones.....	116
- Bibliografía.....	119

A N E X O

- Recomendaciones para fabricación de ladrillo de terracreta.....	A-1
- Elaboración del adobe estructural.....	A-7
- Recomendaciones.....	A-10

I N D I C E D E G R A F I C A S

PAGINA No.

GRAFICA No.:

1.	Comportamiento Sísmico de las Construcciones.....	20b
2.	Localización Geográfica.....	21a
3.	Temperatura Media Anual.....	46b
4.	Promedio de Temperatura Mínima.....	46c
5.	Promedio de Temperatura Máxima.....	46d
6.	Marco Sísmico.....	57a
7.	Sismicidad en Guatemala.....	57b
8.	Esquema Simplificado Zona de Subducción en Guatemala.....	57c
9.	Orígen Probable Sismos 1765 a 1902, Zona de Subducción....	57d
10.	Sismos de 1902, Zona de Subducción.....	57e
11.	Erupción Explosiva Volcán Santa María, 1902.....	57f
12.	Sismos Importantes después de 1902, Zona de Subducción....	57g
13.	Eventos Mayores, Zona falla del Polochic.....	57h
14.	Evento Mayor Falla Motagua (1976) y otros	57i
15.	Sismos Relevantes, Fuentes sísmicas Secundarias.....	57j
16.	Zona de Subducción, Posibles Eventos Sísmicos.....	57k
17.	Zona de transcurrencia, Posibles Eventos sísmicos.....	57L
18.	Daños Ocasionados por Humedad.....	78a
19.	Daños Ocasionados por erosión , Uniones de Muros.....	78b
20.	Topografía del terreno.....	78c
21.	Agregados a construcciones Originales.....	78d
22.	Uso de Materiales incompatibles.....	78e
23.	Ausencia de Elementos de Amarre.....	78f
24.	Falla Ocasionada por el Sismo.....	78g
25.	Distribución de la Vivienda.....	96a
26.	Manzanas Censadas.....	96c
27.	Uso del Suelo.....	96e
28.	Pendientes del Terreno.....	96h

GRAFICA No.:

29.	Clasificación de las construcciones existentes.....	96i
30.	Zonas de Peligro.....	96j
31.	Red Vial Existente	96L
32.	Zonas de Alto Riesgo.....	96m
33.	Comportamiento Sísmico de las Construcciones Existentes...	96n
34.	Areas de Evacuación y Albergue Temporal.....	96o
35.	Recomendaciones Ubicación de Construcciones en adobe.....	112a
36.	Reforzamiento en pié de muros de adobe.....	112b
37.	Reforzamiento de Grietas en muros.....	112c
38.	Reforzamiento de Grietas en esquina.....	112d
39.	Reforzamiento de dinteles.....	112e
40.	Reforzamiento en cabeza de muros.....	112f
41.	Reforzamiento en muros largos y altos.....	112g
42.	Recomendación para caso de unión de materiales.....	112h
43.	Recomendaciones generales sismo-urbanísticos.....	112i
44.	Recomendaciones generales sismo-urbanísticos.....	112j

1 CONCEPTOS INTRODUCTORIOS

I N T R O D U C C I O N

Aún cuando es bién sabido que la República de Guatemala se encuentra clasificada dentro de una zona de alta sismicidad, la amenaza sísmica no ha sido considerada en los planes para el desarrollo urbano, y menos en proyectos de prevención y reducción.

El Municipio de Sololá, habitado mayoritariamente por indígenas, se caracteriza por ser una sociedad que experimenta las contradicciones sociales y económicas propias de un País en vías de desarrollo, y como tal, evidencia un déficit en aspectos de educación, salud y vivienda, entre otros.

Para el caso que nos interesa, la vivienda tradicional existente, presenta un estado sumamente precario desde el punto de vista constructivo, constituyéndose en uno de los principales elementos a riesgo, ante el fenómeno sísmico.

Un terremoto en campo abierto es poco menos que intrascendente. Los graves resultados en pérdidas de vidas humanas y materiales, así como los daños ocasionados a las actividades económicas que se observan cuando un sismo ha afectado a una Ciudad, de cualquier categoría, es más un problema de esta forma de convivencia que del propio sismo.

Es muy generalizado, sobre todo en nuestro medio, que la solución a problemas derivados de la excitación sísmica, se limite, fundamentalmente al análisis y comportamiento de las estructuras, sin embargo los terremotos que afectaron a ciudades con edificaciones construidas satisfaciendo prescripciones de normas sismoresistentes vigentes, han evidenciado grandes vacíos, siéndolo quizá los más importantes, la falta de métodos locales para la construcción, el mejoramiento de los materiales y la ausencia de unas especificaciones sismo-urbanísticas.

Por tal razón, el Arquitecto, como responsable directo en el diseño de los espacios urbanos y arquitectónicos, debe asumir la necesaria responsabilidad en la definición de la seguridad, tanto en la etapa de planificación, como en -- los centros poblados existentes.

El enfoque principal de este trabajo, es mediante el análisis de los diferentes factores interactuantes en el fenómeno sísmico, la evaluación del grado de vulnerabilidad del Municipio de Sololá, para adoptar medidas que permitan aminorar el efecto de los sismos, preferentemente pre-catástrofe, a efecto de procurar la continuidad de las actividades que se desarrollan en el Municipio, y minimizar los daños que se puedan producir.

El trabajo comprende un estudio del Municipio en relación a sus aspectos históricos, antropológicos y sociológicos, análisis del proceso normal de vivienda, identificación de áreas de peligro y vivienda vulnerable, reforzamiento-

mínimo en vivienda tradicional; así como una propuesta de lineamientos preliminares de criterios sismo-urbanísticos.

O B J E T I V O S

OBJETIVOS GENERALES

- Desde la especialidad de la Arquitectura, ahondar en el conocimiento teórico para lograr la correcta comprensión del fenómeno sísmico y su variado impacto en los distintos niveles de un Centro poblado, según sus características sociales, económicas y culturales.
- Estimular el interés en Instituciones Gubernamentales y privadas, para la -- creación de programas locales de prevención y mitigación de desastres naturales.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar el grado de vulnerabilidad de la población de Sololá ante el fenómeno sísmico.
- Establecer los riesgos de daño que pueda producir un sismo, para que sean consideradas medidas apropiadas que puedan minimizarlos.
- Comprender y conocer los sistemas constructivos tradicionales y los materia-

les correspondientes, para determinar la vulnerabilidad de los mismos actuando como conformantes de un conjunto urbano.

- Proponer lineamientos para integrar el fenómeno sísmico al proceso de diseño urbano .

OBJETIVOS ACADEMICOS

- Aplicación de conocimientos adquiridos en la facultad a un problema real, escasamente investigado y así contribuir en pequeña medida al desarrollo integral del Municipio de Sololá.

A N T E C E D E N T E S

Históricamente es difícil investigar ejemplos de desastres naturales, sin embargo se conocen los desastres mayores y en su casi totalidad, movimientos sísmicos. La historia sísmica de Guatemala nos muestra ejemplos de completa destrucción. Basta para formarse una idea de catástrofes ocurridas en el presente siglo dentro del territorio nacional: año de 1902, terremoto de Quetzaltenango con probable grado 8 en la Escala de Mercalli, años 1907 y 1910, fuertes temblores en la región Central, probablemente de grado 5; años de 1915, y 1917 fuertes temblores de grado 6, y en Diciembre de 1917 una serie de temblores y terremotos que dejan en ruinas la Ciudad Capital, en Agosto de 1942 fuerte temblor de grado 6, 1950 temblor de grado 5 y luego, a partir de 1958 una serie de temblores esporádicos hasta llegar al más reciente y dañino como lo fué el terremoto de 1976 con la destrucción casi total de todos los asentamientos humanos localizados a lo largo de la falla del Motagua.

Sin embargo debido a la escasa investigación realizada en relación a este tema, la documentación es limitada y por lo regular se refiere a estudios geológicos, formación de fallas, etc. y casi siempre post-catástrofe. De la investigación realizada cabe mencionar el trabajo del Arquitecto Marcelino González Cano, " Proyecto Piloto, Prevención y Mitigación del Riesgo sísmico e hidrometeorológico - Antigua Guatemala " desarrollado conjuntamente por el Consejo Nacional para la protección de Antigua Guatemala (CNPAG) y la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos, a través de un Curso Seminario. Dentro de los propósitos del curso seminario cabe mencionar los más importantes:

- Introducir al estudiante en el conocimiento de un área especializada de la Arquitectura, cuya práctica se desarrollara en un País con alta actividad sísmica.
- Dotarlo con adiestramiento práctico de campo, que permita evaluar la calidad de la construcción y los materiales correspondientes.

Al término del Curso Seminario se prepararon las conclusiones y recomendaciones haciendo énfasis en el estudio y evaluación del riesgo sísmico en otras regiones del país, dirigida a los Epesistas principalmente. En consecuencia el presente trabajo pretende atacar un problema escasamente investigado y que incide directamente en el desarrollo de nuestras comunidades, en este caso el Municipio de Solola.

J U S T I F I C A C I O N E S

Históricamente, la práctica de la arquitectura estuvo basada principalmente en valores estéticos e intuiciones de artistas, en escasos conocimientos científicos y en los motivos y

necesidades de una parte de la sociedad. Sin embargo, los conocimientos científicos, las posibilidades técnicas, y los métodos de organización del trabajo permiten hoy la innovación y el desarrollo de nuevas soluciones que satisfagan las necesidades de la sociedad entera. Así, el reto actual del profesional de la Arquitectura consiste en combinar las posibilidades enunciadas, que puedan producir por medio del trabajo humano un ambiente físico satisfactorio para todos los hombres.

- Guatemala esta situada en la Región de convergencia de tres placas tectónicas. La Placa del Caribe, La Placa de Norteamérica y la Placa Oceánica del Coco. Las zonas de contacto de estas zonas han generado a lo largo de la historia de nuestro País, sismos que han sido los causantes de pérdidas humanas, y las edificaciones, infraestructura, servicios públicos y actividades económicas han sufrido considerables daños en detrimento de nuestro desarrollo.
- En el caso específico de las edificaciones y concretamente la vivienda tradicional, es la que más daño sufre durante un sismo. Esto se agudiza en el área rural, donde por mucho tiempo el desconocimiento de sistemas constructivos acordes y adecuados a cada Región, la mala utilización de materiales y la falta de mano de obra competente, han contribuido a que las construcciones representan un verdadero peligro para sus habitantes.
- El Municipio de Sololá es la cabecera del Departamento del mismo nombre, el cual se encuentra localizado en la Región del Altiplano Occidental de la República de Guatemala.

Dicho Municipio se encuentra cortado por profundos hundimientos de terreno, posee una topo

grafía bastante irregular, con pendientes muy pronunciadas y severamente erosionadas.

- El Altiplano Occidental entre los años 1765 y 1976 ha sido afectado seriamente por sismos de origen tectónico (zona de subducción) y volcánico (serie 1902).
- El Departamento de Sololá está afectado por la zona de subducción y muy próxima a la cadena volcánica.
- El 85% de las construcciones del Municipio de Sololá son del tipo tradicional, caracterizadas por ser muy débiles para resistir fuerzas horizontales, construidas por mano -- de obra de baja calidad y materiales poco resistentes como el adobe y bajareque.
- El presente trabajo va dirigido a esta Población cuyas características étnicas, sociales, económicas, culturales y antropológicas se consideran representativas del Altiplano Occidental de Guatemala, con el propósito de precisar un problema, en este caso evaluar la vulnerabilidad sísmica, a efecto de adoptar medidas e iniciar programas de -- prevención pre-catástrofe acordes y coherentes a las condiciones existentes en estas -- Comunidades con el objeto de beneficiar a este conglomerado social y mejorar su desarrollo integral.

H I P O T E S I S

El estado físico de las construcciones de la vivienda tradicional en el Municipio de Sololá se considera de alto riesgo ante el fenómeno sísmico; a consecuencia de la inadecuada --

utilización de los materiales de construcción constitutivos; de una técnica de construcción no apropiada y por encontrarse muy próximas a la zona de subducción y a la cadena volcánica afectando al Municipio en su conjunto (personas, edificaciones, actividades económicas, -- servicios públicos e infraestructura).

M A R C O T E O R I C O

En cualquier momento y lugar puede ocurrir un desastre que afecte y dañifique el diario acontecer de un gran número de personas y bienes. Cualquiera que sea su origen, viene sucediéndose cotidianamente en todos los lugares del mundo y traen siempre consigo una cauda trágica de destrucción. El impacto de un desastre puede recaer en las vidas de la personas y en los bienes que el hombre que posee, con el consiguiente detrimento del esquema tradicional de vida provocando innumerables quebrantos físicos y psicológicos. Debemos reconocer -- que debido a la condición de la gran mayoría de los desastres (imprevisibles), existe una marcada desproporción entre el imperativo de salvar el mayor número de vidas y bienes, y las posibilidades con que cuentan los organismos del Gobierno para lograrlos.

En el caso concreto de los terremotos, los ocurridos a lo largo de la historia de nuestro -- País han sido los causantes de grandes debacles socio-económicas, ya que generalmente su impacto es corto pero con una tremenda fuerza destructiva. Estadísticamente se manifiesta que la mayoría de los Países afectados son los considerados sub-desarrollados, y que en buen número coinciden con las zonas sísmicas. Generalmente los presupuestos se ven afectados ostensiblemente cuando un País sufre una catástrofe. El terremoto de 1976 por ejemplo, produjo - pérdidas equivalentes a la octava parte del producto nacional bruto (unos 500 millones de - dolares). Se reconoce que los efectos de los desastres, principalmente los telúricos y tec - tónicos, iran aumentando debido a que el 66% de la Población Mundial vive en países en vía - de desarrollo, en extrema concentración y crecimiento demográfico en zonas urbanas.

Un terremoto se origina en un plano de debilidad o en una fractura de la corteza terrestre llamada " falla ". El terreno a un lado de la falla se desliza o resbala horizontal o verticalmente con respecto al terreno del otro lado y esto genera una vibración que es transmitida hacia afuera en todas direcciones, esta vibración constituye el terremoto. - Debe considerarse también, la distribución geográfica de los focos sísmicos, la cual demuestra que los sismos ocurren en zonas de perfil accidentado, preferentemente las ocupadas por cordilleras y montañas geológicamente nuevas. Otro tipo de sismo es el llamado tectónico, que son los de mayor importancia por su número y extensión y se producen por la formación de fallas, rupturas y dislocaciones de capas enteras de la corteza terrestre.

Otra causa de los sismos es la actividad volcánica. Resumiendo las causas de los sismos son:

1. Movimiento de los continentes hacia el Océano (sismo tectónico).
2. Actividad volcánica.
3. Derrumbamientos de cuevas subterráneas.

Las condiciones sísmicas muestran que Guatemala está atravesada de un extremo a otro por dos grandes sistemas de fallas: la falla del Motagua y la del Polochic. Allí lindan entre sí la plataforma del Caribe y la Norteamericana, produciendo continuamente destrucciones y terremotos . Desde 1526 se han registrado más de 150 eventos dañosos. Uno de los límites de las plataformas que se marcan en las fallas Motagua-Polochic, discurre por el centro del país, desde el Golfo de Honduras hacia el Sur-Oeste y luego paralela al paralelo 15, pasando a 30 kilómetros de la capital.

La mitad Sur del país, que pertenece a la plataforma Norteamericana, se mueve hacia el Oeste con movimiento uniforme, mientras que los 10 ó 20 kilómetros, superiores rozan en forma entrecortada considerándose sus movimientos los causantes de los sismos. Las zonas de mayor intensidad se proyectan normales a la falla del Motagua. Al SurOeste de Guatemala discurre el límite de la plataforma del Caribe con la plataforma del Coco, en que éstas se sumerge en el interior del terreno, desencadenando terremotos en la costa del Pacífico. Probablemente esta fué la causa de los terremotos de 1902. El volcanismo del país incide en la formación de suelos de alta capacidad estática de carga, pero de comportamiento poco favorable a los efectos de influjos dinámicos, produciendo grietas y desprendimientos.

En conjunto, la parte del país que va desde el Océano Pacífico hasta el paralelo 16, queda afectada con frecuencia y gravedad por terremotos. Cuál es el comportamiento de las edificaciones ante el fenómeno sísmico?. Las ondas vibratorias producidas por los sismos, son las que ocasionan que la masa de un edificio se mueva en el sentido de la onda. Al presentarse una onda horizontal, una edificación cualquiera, tenderá a ser desplazada en ese sentido y su masa tenderá a permanecer en su posición original, siendo esto lo que produce la fuerza horizontal del sismo que es directamente proporcional a la masa del edificio. Las fuerzas que actúan sobre un edificio dependerán en su magnitud de dos factores:

1. Su masa; un edificio tenderá a desplazarse o quedarse en reposo, lo cual producirá fuerzas de energía proporcionales a su masa.

2. El grado de violencia del sismo, pues ante una mayor aceleración, la magnitud de la fuerza también será mayor.

Para fines prácticos la acción sísmica se reduce a un empuje horizontal, en edificios simétricos de uno o dos niveles, se considera que su punto de aplicación es el centro de gravedad del mismo, por donde pasará la resultante de los esfuerzos horizontales parciales originados en las masas de los distintos elementos de la construcción. Ver figura No. 1.

La fuerza sísmica producirá tres efectos:

- Volcamiento
- Deslizamiento
- Giro o torsión. Ver figura No. 1

Es de importancia que el techo sea lo más liviano posible, pues de lo contrario el centro -- de gravedad queda más alto, aumentando el peligro de volcamiento del edificio. Una edificación soportará más adecuadamente los efectos sísmicos si es más liviana y posee mayor número de elementos resistentes.

Resumiendo, en términos de vivienda un sismo puede ser definido como un evento que causa una ruptura o brecha en el proceso normal de vivienda. La meta del Gobierno, la población afectada y las Instituciones voluntarias es la de reducir el lapso de tiempo entre el evento sísmico y el retorno a la normalidad de las diferentes actividades. Los enfoques tradicionales

empleados, se han concentrado en la adopción de medidas post-catástrofe.

El enfoque central de éste trabajo, se refiere a la aplicación de medidas fundamentalmente - pre-catástrofe, por medio de una evaluación sísmica en un centro poblado, a efecto de determinar el grado de vulnerabilidad del mismo, en este caso del Municipio de Sololá. Los parámetros fundamentales para el desarrollo de éste trabajo inclúyen:

- Un estudio antropológico-sociológico de la comunidad.
- Análisis y comprensión del proceso habitacional.
- Análisis e identificación de áreas de peligro y vivienda vulnerable.

METODOLOGIA Y ESTRUCTURA DEL TRABAJO

Para la realización del presente trabajo se utilizó como guía el método científico o dialéctico. Por las características del tema, la investigación descriptiva basada en la interpretación de investigaciones y hechos pasados, es la más adecuada a utilizar.

La investigación documental científica, la selección, clasificación, análisis e interpretación de la información obtenida, conforman la base teórica del trabajo. La investigación de campo se efectuó por medio de una boleta censal, entrevistas y observaciones personales en una parte del Universo investigado.

ESTRUCTURA GENERAL

El trabajo de Tesis se ha estructurado en tres partes de la siguiente manera: - Fase Introdutoria e informativa, Fase intermedia y Fase de aplicación.

Cada una de las fases cubrirán ciertas acciones cuyo objetivo será investigar y detectar, a efecto de evaluar la vulnerabilidad del Municipio de Sojolá ante el fenómeno sísmico, los principales contenidos son:

FASE INTRODUCTORIA INFORMATIVA

Comprende los siguientes aspectos:

- Estudios históricos, antropológicos, y sociológicos.

Con el objeto de conocer los distintos niveles de desarrollo, las estructuras formales, los factores sociales, culturales que tienen influencia en el proceso habitacional.

- Estudios de Sismología regional y local.

Definición y conceptos básicos de sismos, recopilación y estudio macrosísmico de los terremotos históricos que han afectado la zona.

- Análisis de la vivienda en el Municipio.

Comprensión del proceso normal de vivienda como una mezcla y equilibrio de mano de obra, capacidades, materiales disponibles, patrones de asentamiento, cultura, condición social, protección ambiental, tradición así como forma y estructura .

- Estudios geográficos y climáticos.

Los medios utilizados para la obtención y recopilación de datos en esta fase fueron:

- Consultas e Instituciones
- Recopilación en Bibliografía especializada
- Entrevistas a personas particulares y funcionarios.
- Observación directa.

FASE INTERMEDIA: Evaluación Vulnerabilidad

Con la información de la primera fase se procederá a la evaluación del grado de vulnerabilidad, así también estimar la capacidad de respuesta de las construcciones actuales.

- Identificación de áreas de peligro y vivienda vulnerable.
- Determinación de las necesidades de la Comunidad de conformidad a las prioridades de la gente y al riesgo sísmico.

Medios:

Trabajo de campo:

- Ejecución censo
- Fotografías
- Entrevistas

Trabajo de Gabinete:

- Graficación de resultados
- Estadísticas

FASE DE APLICACION

Consiste en la propuesta de métodos para reducir y prevenir el riesgo sísmico.

- Representación de las principales fallas constructivas en la vivienda tra--

dicional y su reforzamiento mínimo.

- Recomendaciones mínimas para el uso del adobe.
- Propuesta de lineamientos para la elaboración de criterios sismo-urbanísticos.

Medios:

- Recopilación bibliográfica
- Observaciones Personales
- Gráficos

Esta metodología condujo a la recopilación de elementos que permitieron la evaluación del grado de vulnerabilidad del centro poblado, que a nuestro juicio - consideramos fundamental y prioritario para la elaboración y adopción de medidas específicas, que reduzcan el daño ante el fenómeno sísmico (legislación, organización grupos de rescate, organización para la reconstrucción, planes educativos etc.) que no forman parte de esta Tesis, por considerar que los mismos requieren de un equipo multidisciplinario que disponga de recursos técnico y económicos para su realización. (Ver Anexo No. 1).

DELIMITACION DEL TEMA DE ESTUDIO

ALCANCES

- El estudio abarca el Municipio de Sololá únicamente.
- Estudios antropológicos-sociológicos de la Comunidad de Sololá.
- Información general sobre clima, ecología y datos estadísticos en el área de Sololá.
- Estudio de la situación histórica y perspectivas futuras de sismicidad en la Región del Altiplano y la Zona de subducción.
- Comprensión del proceso normal de vivienda.
- Evaluación para la prevención y reducción del riesgo sísmico en el Municipio de Sololá en función de un estudio de calidad y técnicas constructivas.
- Identificación de áreas de peligro y vivienda vulnerable.

LIMITACIONES

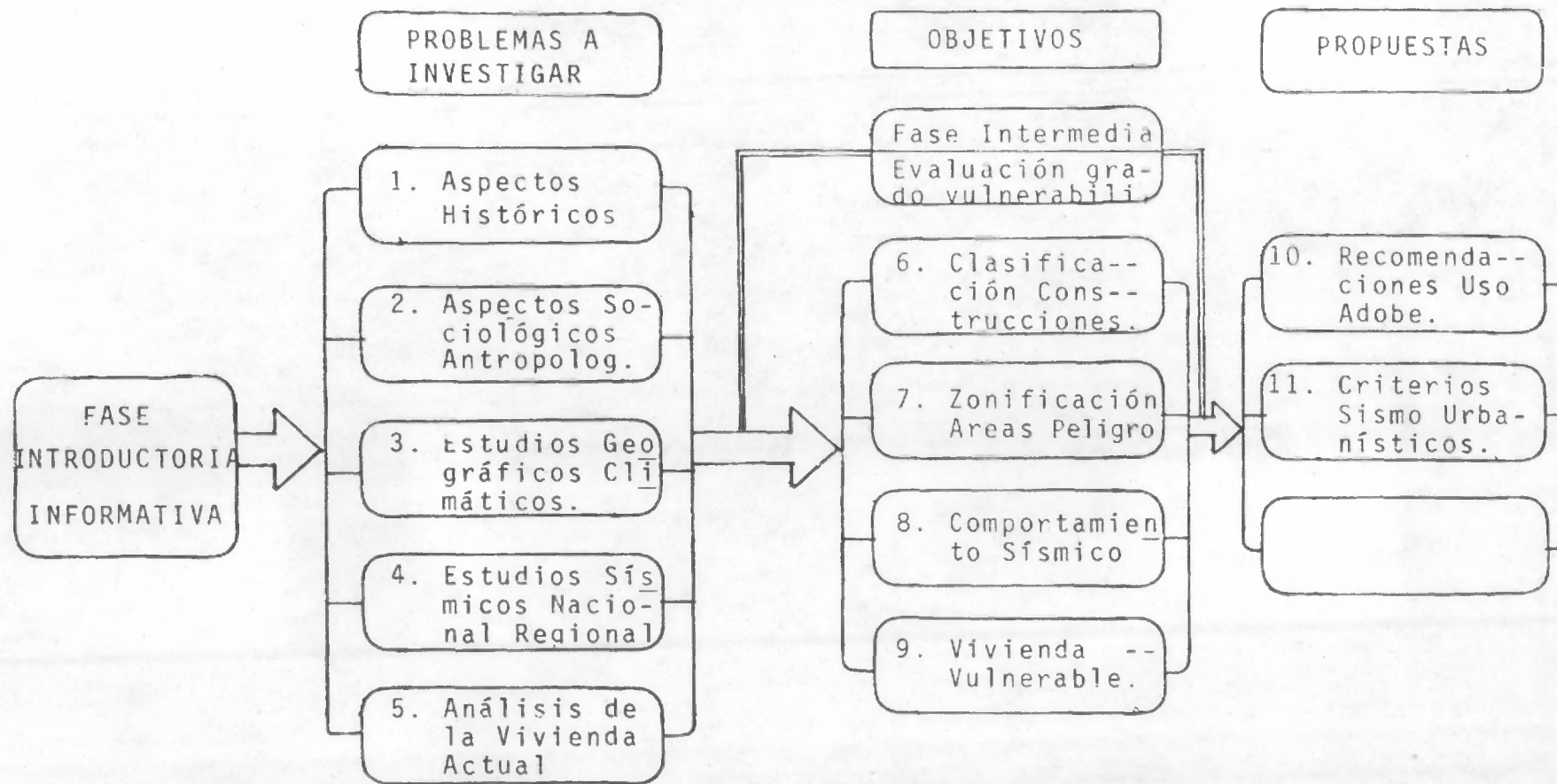
La obtención de resultados en la investigación está condicionada a los siguientes factores:

- No se cuenta con una zonificación sísmica que regule el diseño sismo-resistente

te a nivel nacional.

- Poca información en cuanto al fenómeno sísmico desde el punto de vista de la Arquitectura, a pesar del alto grado de riesgo latente en nuestro País.
- No se contemplan aspectos profundos de Ingeniería Estructural, ni condiciones y componentes del suelo que contribuyen significativamente en la distribución del daño.
- Debido a la inexistencia de proyectos relacionados con la amenaza, prevención y reducción sísmica que permitan una base de sustentación, en el presente trabajo no se consideran factores económicos (costos, factibilidad, estimaciones, etc.).

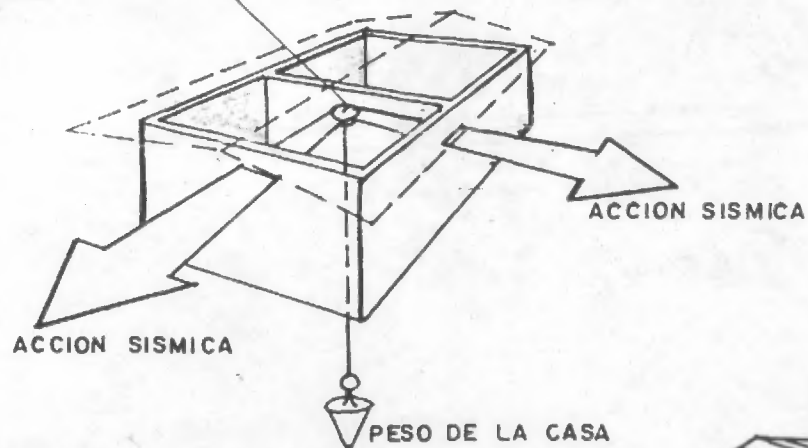
EVALUACION GRADO DE VULNERABILIDAD DEL MUNICIPIO DE SOLOLA



A N E X O No. 1.

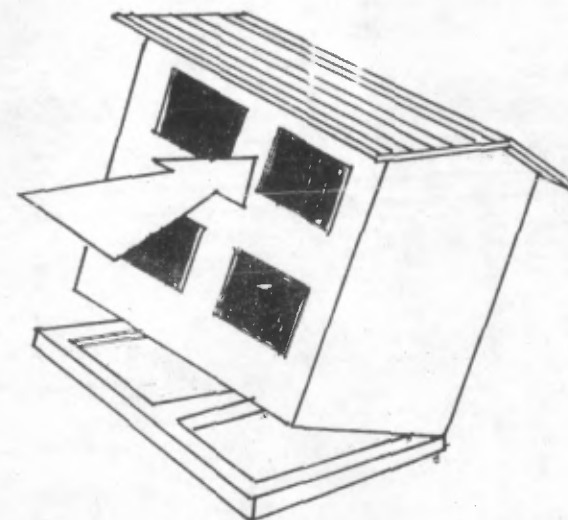
(REFERENCIA R-3)

CENTRO DE GRAVEDAD



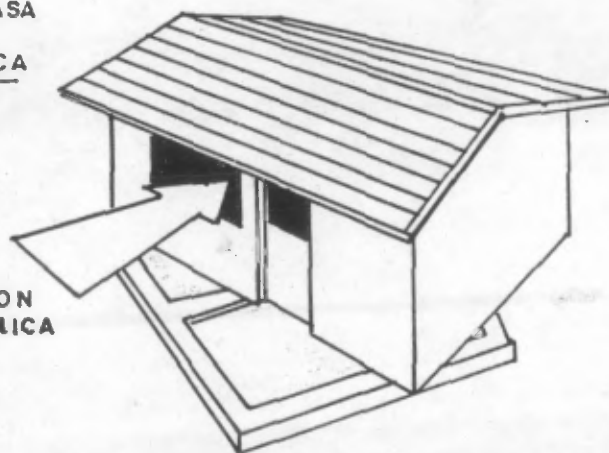
PUNTO DE APLICACION DE LA ACCION SISMICA

ACCION SISMICA



TENDENCIA AL VOLCAMIENTO

ACCION SISMICA



TENDENCIA AL DESLIZAMIENTO Y A LA TORSION

EFFECTOS SISMICOS EN LAS CONSTRUCCIONES

GRAFICA No. ①

(REFERENCIA R-2)

20b

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA

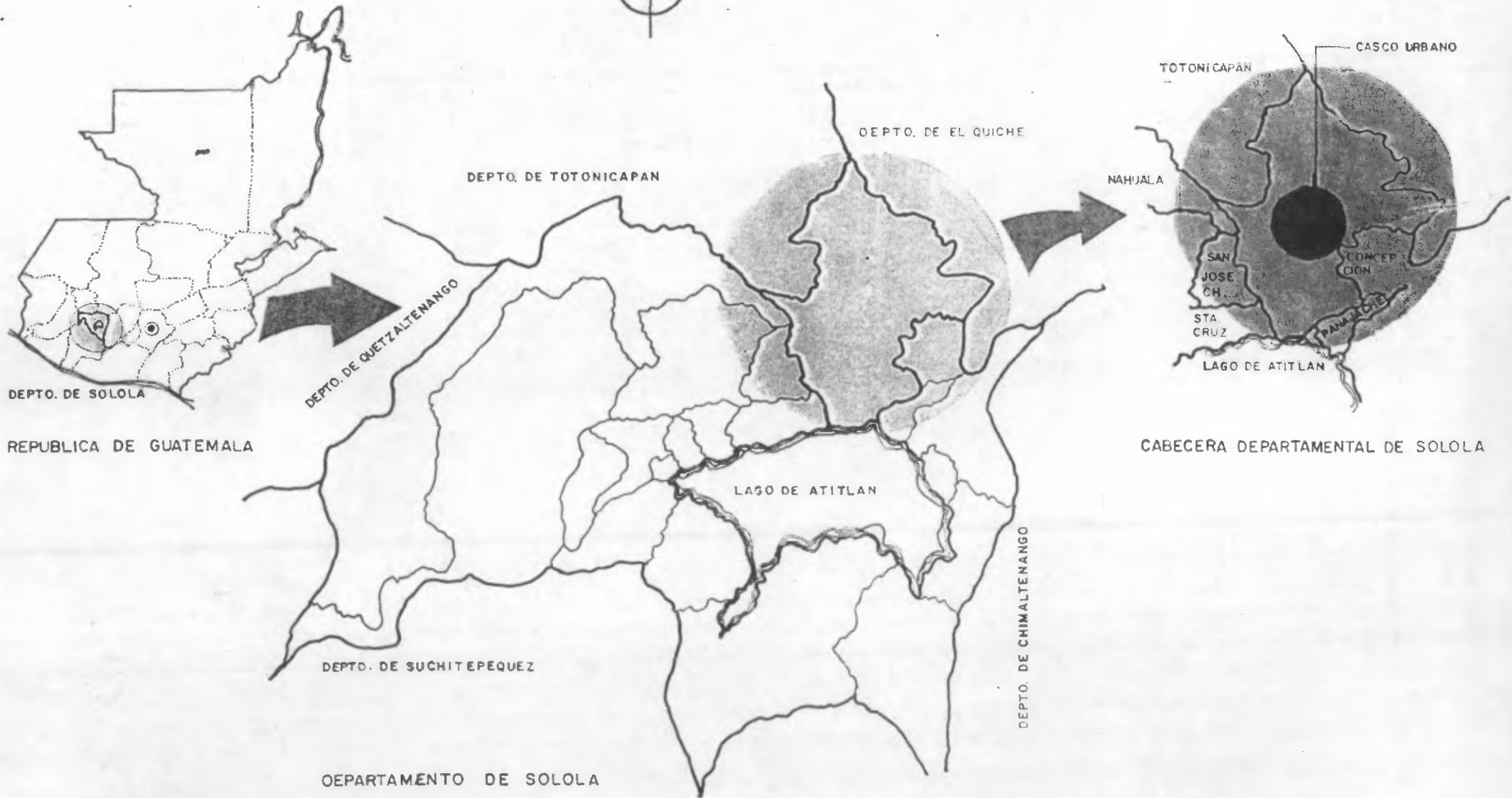
TESIS PROFESIONAL

WILLIAM ISMATUL LAZ

R E F E R E N C I A S

- REFERENCIA R-1: VIII Censo de Población. Dirección General de Estadística, Ministerio de Economía, Impreso en la Dirección General de Estadística, (1981).
- REFERENCIA R-2:
- IPGH (1977). TEMBLORES DE TIERRA. Cartilla Popular. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Publicación No. 363. México 1977.
 - LEON CHANG, Arturo Jo. (1986). "Estudio de Algunos Sismos de la Zona de Subducción en Guatemala". Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería. USAC.
 - SANDOVAL DEL VALLE, Juan Francisco (1974). "La construcción de viviendas y Pequeñas edificaciones en zonas sísmicas". Tesis de Grado. Facultad Ingeniería. USAC.
- REFERENCIA R-3: GONZALES CANO, Marcelino (1986). "Proyecto-Piloto. Prevención y Mitigación del riesgo sísmico e Hidrometeorológico. Antigua G. Plan Estratégico". Suplemento/Carta Informativa. Año XIII, No. 2, CNPAG.

2 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA POBLACION



LOCALIZACION GEOGRAFICA

GRAFICA No. (2)

CARACTERISTICAS HISTORICAS

La actual cabecera de Sololá o algún lugar adyacente a la misma ya existía desde el período indígena con su nombre Tecpanatitlán-Tzololá que los Españoles cambiaron después de su conquista por el de Nuestra Señora de la Asunción de Sololá. No existe por lo tanto una fecha de fundación de esta cabecera.

Fué Capital de la Provincia de su nombre durante la Colonia y Cabeza de Curato en la Vicaria de Atitlán, contando en esa época con cinco Iglesias, veinticuatro cofradías y ocho mil novecientos feligreses.

Pueblo de origen Cakchiquel, Sololá posee un potencial de riqueza inconmensurable. Su valor etnológico es reconocido, así como su valor panorámico que rivaliza con los mejores puntos de belleza natural de otras Regiones, unido a su privilegiado clima, características que lo hacen distinguir.

Por Decreto del 12 de Noviembre de 1825 de la Asamblea fué elevado a la categoría de Villa y por acuerdo del 7 de Agosto de 1924, se le dió el Título de Ciudad. (Referencia R-4).

TRAZO DE LA POBLACION

El trazo de esta población se remonta al año de 1547, según documentos como el Memorial de Sololá, escritos de Francisco Díaz, Adrián Recinos y otros, parte de los cuales citamos aquí.

" Quince meses después de haber aparecido (Los Castellanos en CHIX XOT) se introdujo el tributo a favor del Capitán (Alvarado) por Chinta Queh. Aquí - en Tzololá, el día 6 Tzii (12 de Enero de 1528) fue introducido el tributo ", ello indica que el poblado, supuestamente disperso como todos los indígenas, - fue reducido a calles trazadas en Octubre de 1547 por el Oidor Juan Rogel. Es to no quiere decir que entonces se fundó la cabecera, debido a que la misma ya existía desde mucho antes.

" Durante este año llegó el Señor Licenciado Don Juan Roser, en el quinto mes - del año desde que comenzó nuestra instrucción en la palabra de Nuestro Señor - Dios, se agruparon las casas por orden del Señor Juan Roser. Entonces llegó - la gente desde las cuevas y los barrancos el día 7 Caok (30 de Octubre 1547), se estableció esta Ciudad y allí estuvimos todas las tribus " .

En 1563 se realizó la traza de las calles " Durante este año se midieron los - solares aquí en Tzololá y todas las calles " . (Referencia R-4).

Es claro que la configuración y distribución espacial que posee esta población (forma regular cuadrangular) responde a las características de los centros poblados fundados por los Conquistadores Españoles en América. Una de las principales características lo constituye el Centro de la Población formado por -- edificios religiosos y administrativos.

CARACTERISTICAS POLITICAS

LOCALIZACION

El Municipio de Sololá es la cabecera del Departamento del mismo nombre, el - cual se encuentra localizado en la Región del Altiplano Occidental de la Repú**u**blica de Guatemala, a una distancia de 139 kilómetros de la Ciudad Capital por la ruta Interamericana.

EXTENSION

La extensión territorial del Municipio de Sololá es de aproximadamente 94 kiló**o**metros cuadrados los cuales se encuentran distribuidos en rural y urbano, la - extensión territorial del área urbana es de aproximadamente 2 kilómetros cua--drados.

DELIMITACION

Colinda al Norte con Totonicapán y Chichicastenango (Quiché) al Este con Pa**a**najachel y Concepción (Sololá); al Sur con el Lago de Atitlán; al Oeste con Santa Cruz La Laguna, San José Chacayá y Nahualá (Sololá).

DEMARCACION

El Municipio de Sololá, que es la Cabecera del Departamento, se encuentra conformado de la siguiente manera:

ALDEAS

- Argueta
- San Jorge La Laguna
- Pixabaj
- Los Encuentros
- Xaquijyá
- Xajaxac
- Pupujil
- El Tablón
- Sacsiguán
- Chuiquel
- Cauxic

CASERIOS

- San Isidro
- Potrero
- Xequel

GOBIERNO LOCAL

- Gobierno Municipal
- Gobierno Departamental

(Referencia R-4)

CARACTERISTICAS ANTROPOLOGICAS

CONSIDERACIONES GENERALES

La construcción de la vivienda no queda en un simple proceso de erigir un techo, sino dentro de este mismo van enmarcados aspectos de tipo social y antropológico. Diseñar y mantener el ambiente para el hombre es una responsabilidad extremadamente compleja. Requiere el conocimiento de las fuerzas sociales, económicas y técnicas que producen el ambiente construido, el conocimiento del hombre y el conocimiento del ambiente natural en el que éste vive y el cual debe conservar y mejorar.

La herencia de nuestro pasado es única, variada y riquísima, tenemos como Arquitectos, la obligación de contribuir a su rescate, a su comprensión y a conservar la como ejemplo de validéz actual.

Para la ejecución de estas estrategias, el Arquitecto debe conocer las complejas estructuras culturales que motivan a diferentes grupos de la sociedad, motivos - que muchas veces están en competencia y algunas veces en conflicto con las condiciones ambientales.

Particularmente Sololá, es una región riquísima en tradiciones, el interés y el

respeto por sus motivos, sus aspiraciones y las necesidades derivadas de ellos plasmadas en muchas expresiones, debieran ser expresadas y conservados a través de nuestra profesión, con belleza y propiedad, con razón y entusiasmo.

VALORES Y TRADICIONES DE LA COMUNIDAD

Nuestra intención no es analizar el origen de las tradiciones pues creemos que no es nuestra competencia, pero si destacar las mismas y fundamentalmente en materia de vivienda, para definir un marco conceptual de lo que pretendemos -- conservar y mejorar.

Es importante definir algunos conceptos que serán base fundamental en el desarrollo de este enfoque, haciendo énfasis en que nuestro punto de vista no es de polémica, sino más bien objetivo y basado en la convivencia con la población durante el Ejercicio Profesional Supervisado, y en el que se observaron conflictos socio económicos y culturales, que afectan directa o indirectamente las actividades de este conglomerado social principalmente a la población indígena.

CULTURA (Referencia R-5)

Conjunto de comportamientos motores y mentales nacidos del encuentro entre el hombre con la naturaleza y con sus semejantes.

TRADICION (Referencia R-5)

Conjunto de verdades, costumbres, instituciones, noticias, doctrinas, leyendas, transmitidas oralmente o por escrito, de padres a hijos con el ejemplo.

Es innegable que este Pueblo tiene sus raíces en las etnias Precolombinas y como tales posee concepciones que entrañan afán de perpetuidad y singularidad ante las imposiciones de los Colonizadores de ayer, y de la interferencia de numerosos sectores del País de hoy, (Instituciones de beneficencia, Ejército, Universidades, etc.), que muchas veces con buena intención, imponen criterios extraños a estas Comunidades, generando actitudes defensivas, descontento y en muchos casos repudio.

LA VIVIENDA TRADICIONAL Y SU CONCEPTO IDEOLOGICO

Las expresiones de la cultura, surgidas históricamente, tienen íntima relación con determinadas peculiaridades sociales y geográficas. La vivienda tradicional en Sololá responde claramente a estas instancias.

En la época Colonial, la vivienda tomó dos corrientes ideológicas: la cultural del conquistador y la indígena, sus manifestaciones culturales se materializaron en la arquitectura.

El resultado de observaciones en la Comunidad, así como la evaluación a trabajos realizados anteriormente, demuestran que se puede establecer dos grandes divisiones en materia de vivienda: tradicional indígena y tradicional no indígena.

Los elementos o características que identifican a la vivienda tradicional indígena son:

A NIVEL ESPACIAL

- Desarrollo y actividades en áreas grandes y alturas considerables.
- Muchas áreas libres
- Existencia de patios amplios.

A NIVEL PSIQUICO

La gran mayoría de las personas que habitan estas viviendas trabajan en el campo, acostumbrándose a espacios abiertos, por lo que su vivienda la consideran - una prolongación de este ambiente, donde no se asume una actitud de encierro. - Alto valor de unidad y cohesión comunitaria.

A NIVEL FUNCIONAL

Uso de áreas como: temascal, troje, oratorio.. (Referencia R-6)

ADAPTACION AL MEDIO

- Uso del humo como medio de conservación de madera.
- Uso de adobe que constituye eficiente aislante térmico.
- Uso de piso de tierra para conservar el calor.

En conclusión, la vivienda tradicional indígena existente en el Municipio manifiesta soluciones específicas y donde el aspecto costumbre, juega un papel -- preponderante tanto en la distribución de espacios como en el empleo de materiales.

LOS PROGRAMAS POST-TERREMOTO

Durante el transcurso del Ejercicio Profesional Supervisado, se pudo observar que los programas de vivienda ejecutados por BANVI y BANDESA, adolecen de un estudio que involucre una investigación del medio ambiente, de las personas, sus costumbres, su forma de habitar, etc., sino por el contrario los mismos -- han sido planificados y desarrollados en función de aspectos técnicos y económicos.

CARACTERISTICAS SOCIO-ECONOMICAS

CONSIDERACIONES GENERALES

El Municipio de Sololá habitado mayoritariamente por indígenas se ha caracterizado por ser un grupo social que experimenta continuamente los conflictos sociales y económicos propios de un País en vías de desarrollo, cuyos puntos más relevantes son la tenencia de la tierra de forma desequilibrada, condiciones inadecuadas (deficitarias) de salud y nutrición, recursos naturales no aprovechados por falta de conocimiento, estos mismos recursos en deterioro constante (tala inmoderada, contaminación ambiental), sistemas educativos precarios e ineficientes, situación que globalmente evidencia las condiciones infrahumanas de vida para este sector.

En resumen el Municipio de Sololá presenta un déficit generalizado en sus estructuras sociales, económicas, de equipamiento , servicios públicos y de vivienda principalmente, la que se agudiza por el acelerado crecimiento de la población (en el área rural básicamente).

NIVEL OCUPACIONAL

El mayor porcentaje de habitantes del Municipio se dedican a la agricultura netamente minifundista, y en algunos casos estos productores complementan sus in

gresos económicos a través de las migraciones hacia la Costa Sur, realizando labores de agricultura en determinadas épocas del año.

Existen otras personas que se dedican a la actividad pecuaria, pesca en el La go o en los Ríos.

En el área Urbana sus habitantes se dedican a diversas actividades tales como:

- Oficinistas
- Comerciantes
- Artesanos (Artículos de jarcia)
- Profesionales
- Técnicos

ESTRUCTURA ECONOMICA

Se presentan a continuación las principales actividades que se desarrollan en el Municipio de Sololá.

AGRICULTURA

La agricultura del Municipio es la base fundamental de la economía y su patrimonio principal. La topografía del terreno es bastante irregular y en gran --

parte erosionada pero a pesar de esta situación se aprecian bastantes parcelas cultivadas con maíz, trigo, cebada, frijol, café, cebollas y variedad de legumbres.

PRODUCCION PECUARIA

Esta actividad es realizada tanto en el área rural como el área Urbana, donde un mínimo porcentaje de personas se dedica a la crianza de ganado porcino, y aves de corral.

No poseen métodos ni técnicas apropiadas para la crianza de animales, utilizando sistemas tradicionales.

PRODUCCION PESQUERA

Esta actividad es realizada por pequeñas comunidades próximas al lago, dedicándose a la pesca de cangrejos, camarones, peces etc. sus métodos son sencillos y tradicionales realizándolo por medio de redes y varas.

El producto es vendido en la Cabecera del Municipio.

PRODUCCION ARTESANAL

Parte de los habitantes del Municipio se dedican a la actividad artesanal ela--

borando entre otros: petates hechos de tul, canastas, lazos de la membrana - del maguey y artículos de arcilla .

En el área rural la mujer se dedica a tejer telas típicas de la Región, utilizadas para uso personal y para vender en los días de mercado.

PRODUCCION INDUSTRIAL

La Pequeña Industria se encuentra en el Municipio con perspectivas de desarrollo, las que pueden ser un medio de solución para la falta de empleo en determinadas épocas del año, entre éstas tenemos: fábrica de harina de trigo, fábricas de block, fábrica de ladrillo cocido, fábrica de ladrillo de cemento líquido así como la existencia de 2 aserraderos.

COMERCIO

El comercio se desarrolla principalmente los días Martes y Viernes cuando se celebra el mercado, al que asisten vendedores y compradores de todos los Municipios del Departamento y de otros departamentos cercanos a Sololá, que lo hace de los más pintorescos del Altiplano.

Además el Municipio cuenta con comercios de diferente tipo tales como: farmacias, carpinterías, sastrerías, zapaterías, barberías, cafeterías, ferreterías, gasolineras y tiendas de artículos varios.

(Referencia R-7)

ESTRUCTURA SOCIAL DEL MUNICIPIO

S A L U D

Las condiciones de salud que se manifiestan en el Municipio no se consideran -- del todo ideales principalmente en el área rural.

La asistencia Hospitalaria del Municipio se localiza en el área Urbana donde se encuentra un Hospital y un Centro de Salud tipo "B", en las Aldeas vecinas de - Concepción, Pixabaj y Argueta se localizan 3 puestos de salud.

La mortalidad del Municipio es de 14 x 1,000, comparada con la mortalidad del - país que es de 28 x 1,000, vemos que no es tan grande.

El Municipio posee una tasa de natalidad bastante elevada, que es de 42.2% si-- tuación que hace que la población crezca aceleradamente.

EDUCACION

El nivel educacional del Municipio se ve afectado debido al ausentismo escolar, derivado de las necesidades de las familias, principalmente del área rural, de- que todos sus miembros aporten económicamente el sostén de la misma.

(Referencia R-7)

EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS PUBLICOS

EDUCACION

Los edificios escolares de acuerdo a los niveles educativos son:

Escuelas Pre-Primarias

La Cabecera del Municipio posee 1 escuela de pre-primaria urbana. El área rural del Municipio no cuenta con Escuela Pre-primaria.

Escuelas Primarias

El Municipio cuenta con 5 escuelas primarias donde se imparten todos sus grados. Se cuenta también con 1 escuela exclusivamente para indígenas, y con 1 escuela - nocturna para adultos, la que funciona en el Local de la Escuela tipo Federación.

Escuelas Secundarias

Se cuenta con 5 Escuelas de Educación Básica, ubicadas en la Cabecera Municipal. Las cuales funcionan de la siguiente manera: Una escuela normal para Maestros,

un Instituto Mixto Nocturno privado, un Colegio Seminario y un Instituto Básico en Cooperativa.

Equipamiento Comunal

El Municipio cuenta con un Salón Municipal, y actualmente está en construcción un edificio que albergará las instalaciones del gimnasio Municipal.

AGUA POTABLE

El Municipio de Sololá está surtido por dos fuentes de abastecimiento de agua, el Porvenir y Los Orozco, obtenidas de dos nacimientos. Es almacenada en dos tanques y de allí distribuida hacia la Población.

DRENAJES

El Municipio de Sololá cuenta con una red de drenajes que cubren la mayor parte de la Población. El área rural no cuenta con red de drenajes, y la evacuación se realiza con pozos ciegos y el drenaje de las aguas es natural (pendiente -- del terreno).

ENERGIA ELECTRICA

Es proporcionada por el INDE a través de su planta en Santa María de Jesús Quet

zaltenango, existiendo corriente de 110 y 220 Voltios.

TELEFONO

En el Municipio actualmente existe una Agencia de GUATEL conectada a la Planta automática de Panajachel, con proyección a construir una similar en el Municipio de Sololá.

TELEGRAFOS

Se cuenta con una Central de Correos y Telégrafos, por medio de la cual el Municipio se puede comunicar con los Departamentos de Guatemala; así como con el Extranjero.

RECREACION

Las instalaciones que existen para la recreación son en su mayoría pertenecientes a las diferentes Escuelas o Institutos, y actualmente se construye el Gimnasio Municipal.

(Referencia R-7)

R E F E R E N C I A S

- REFERENCIA R-4: Diccionario Geográfico Nacional, TOMO II. Dirección General de Cartografía, Tipografía Nacional de Guatemala,- Páginas 768-778, Segunda Edición, Guatemala 1981.
- REFERENCIA R-5: Documento de Apoyo, Primer Concurso sobre Revitalización Urbana, Coordinación EPS - UNIDAD 3.3 Facultad de Arquitectura, USAC 1988.
- REFERENCIA R-6: Temascal: " Ambiente pequeño de poca altura que se cierra en forma hermética, y en el que colocan piedras puestas - al fuego y se les hecha agua produciendo vapor y calor, - utilizando este sistema como aseo personal ".

Troje: " Ambiente destinado al almacenamiento de granos - y herramientas de trabajo ".

Oratorio: " Ambiente exclusivo para oración y meditación, colocan altares con imágenes religiosas".
- REFERENCIA R-7: Observación personal
Oficina de Estadística de Sololá

CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y CLIMÁTICAS

TOPOGRAFIA

El Municipio de Sololá posee un terreno bastante irregular, con pendientes muy inclinadas severamente erosionadas y tierras desnudas en algunas regiones de - cadena montañosa de los Andes, afloramiento de rocas, playas arenosas. Posee un suelo clase II. Los suelos de esta clase son de productividad moderada y - tienen algunas limitaciones que restringen las selecciones de plantas o requieren prácticas de conservación moderada.

Estos suelos necesitan un manejo cuidadoso para prevenir la degradación de las características físicas del suelo o para mejorar la relación al ser cultivadas. Las limitaciones son pocas y las prácticas de conservación fáciles de aplicar.

Estos suelos son de pendientes moderadas, susceptibilidad moderada de la ero-- sión por el viento o agua, moderada profundidad efectiva del suelo, estructura y capacidad de laboreo de las prácticas de manejo que pueden ser necesarias ya sean solas o combinadas por el uso y conservación de estos suelos con terrazas, cultivos en fajas, labranza en contorno de rotación incluyendo pastos y legu-- minosas.

Composición del suelo: (ver cuadro No. 1).

C U A D R O No. 1
 COMPOSICION DEL SUELO

TIPO DE SUELO	SIMBOLO	MATERIAL MADRE	RELIEVE	DRENAJE MATERNO	Suelo Superficial			Sub-Suelo			
					COLOR	TEXTURA Y CONSISTENTE	ESPE-SOR A PROX.	COLOR			ES-PE-SOR
Patzi-té	P ₂	Ceniza Volcánica (pomalea).	Escarpa do.	Bueno	Café obscuro	Franco Arenoso suelta friable.	15-25 Cms.	Café	Fria ble.	Fran cc.	30-60 Cms

(Referencia R-8)

BOSQUES

El Municipio cuenta todavía con extensiones de bosques que lo hacen rico en este tipo de recurso natural; tipo vegetación: ciprés común, pino curtido y triste, mano de león, aliso, álamo encino, tayuyo y lanal, pino, árboles frutales - como: jocote, durazno, melocotón, que dan fertilidad a sus tierras.

R I O S

El Municipio de Sololá es rico en recursos hidráulicos debido a que cuenta con varios ríos que bañan sus tierras, los cuales la fertilizan, alimentan al Lago de Atitlán y proporcionan fuentes de agua a la población.

Entre los ríos que atraviesan el Municipio, los más importantes son: Xibalbay, Quixcal, Cojolyá, y Buena Ventura.

CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE VIDA

Climáticos

Descripción del Lugar

Nombre	: Sololá	Municipio:	Sololá	Area 8 zona de vida:
Latitud	: 14° 46' 26"	Longitud	: 91° 11' 15"	Bosque muy húmedo --

Altitud : 2,114 mts. S.N.M.

montano bajo subtropical (bnh-mb).

CLIMA

Las condiciones climáticas del área de Sololá corresponden a las de la región templada fría del altiplano de Guatemala.

Las temperaturas más bajas se producen en los meses de Enero y Febrero la influencia de los vientos Noreste y Suroeste que transportan las lluvias desde el Océano Atlántico y Pacífico respectivamente y de otros vientos de carácter local originados por los anteriores.

PRECIPITACION PLUVIAL

Las lluvias presentan una marcada característica estacional, distribuyéndose principalmente en un período que va de Mayo a Octubre, generalmente con dos máximos de precipitación anual, en las diferentes cuencas varía en función de su distancia a los dos océanos y su posición relativa con respecto a la cadena montañosa que reduce la lluvia transportada por los vientos del Pacífico. La precipitación anual en milímetros cuadrados de la región es de 2,065 a 3,900- y la de la cabecera es de 1,718.2.

En términos generales puede decirse que el clima es templado con invierno benigno, bosque húmedo con invierno seco benigno.

TEMPERATURA

Para las cuencas vecinas del Lago de Atitlán, no existen datos de temperatura media, pero puede asumirse un valor medio anual de 18.3°C . establecido con los registros de promedio de temperatura máxima y mínima de la estación de Sololá.

La temperatura media en Panajachel establecida de una manera semejante para -- los períodos cortos de registro de que se dispone, indica un valor de 17.6°C .-- que puede considerarse como la temperatura media correspondiente a las zonas -- de los alrededores del lago. Según clasificación de L.R. Holdridge establece que la Bio temperatura se encuentra entre 12.5°C . a 18.6°C ., con evapo-trans--piración de 35%.

VIENTOS

El área de Sololá se encuentra bajo la influencia de dos clases de viento principales. El viento Noroeste que proviene del Océano Atlántico y el viento Suroeste que proviene de la Costa del Pacífico. Los accidentes físicos que se enuentran a su paso original modifican a la dirección y magnitud de estos vientos produciéndose corrientes secundarias de carácter local.

Las velocidades varían entre 30.6 y 18.4 Km/hora, notándose algunas direcciones predominantes de los vientos a lo largo de los meses del año. Tipo y dirección del viento combinado NE-SO y NNE-SSO turbulencia por los cerros, fuerte y problemático.

HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE

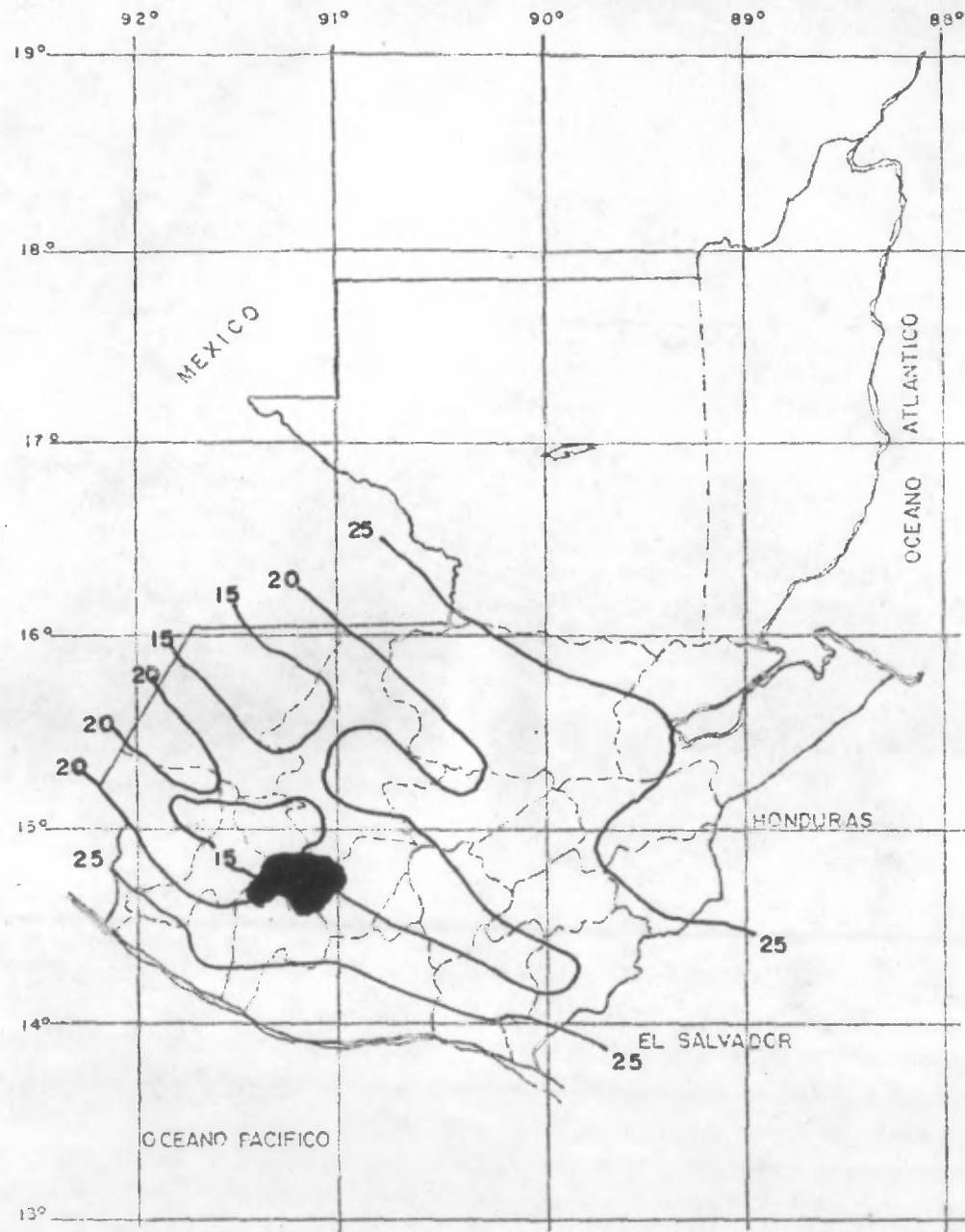
La humedad relativa en la zona de Sololá alcanza sus valores mínimos en los meses de Marzo y Abril, según las curvas de humedad relativa establecidas en el Territorio de la República de Guatemala por el Observatorio Nacional y presentadas por el Atlas Climatológico de Sololá, quedará comprendido entre las curvas correspondientes al 70 y 80% de humedad relativa anual media.

CLASIFICACION DEL SISTEMA THORNTHWAITTE

No. 27 Microclima	:	B' ₂	b'	bi
Jerarquía de Temperatura	:	B' ₂	Templado 1' de 80 a 100	
Tipo de Variación de la Temperatura	:	b' con invierno benigno de 35 a 49%		
Jerarquías de Humedad	:	B húmedo, vegetación natural característica: Bosque índice 1 = 64 a 127		
Tipo de Distribución de la lluvia	:	i con invierno seco el estacional = i 4.		

(Referencia R-8)

CUADRO CLIMATOLOGICO DEL MUNICIPIO DE SOLOLA								
M E S E S DEL AÑO	T E M P E R A T U R A					P R E C I P I T A C I O N P L U V I A L		H U M E D A D M E D I A
	M E D I A	P R O M E D I O		A B S O L U T A S		M. M.	D I A S	
		M A X I M A	M I N I M A	M A X I M A	M I N I M A			
ENERO	14.3	17.9	10.8	22.0	3.0	0.0	0	81
FEBRERO	15.2	19.4	11.1	25.0	3.0	1.0	1	77
MARZO	18.3	23.4	13.1	27.0	5.0	3.7	1	75
ABRIL	19.4	23.6	16.2	27.0	8.0	20.1	2	79
MAYO	21.4	27.0	15.6	31.0	9.0	50.0	2	81
JUNIO	19.7	24.2	15.2	29.0	8.0	289.0	13	83
JULIO	20.0	23.8	16.2	28.0	10.0	285.2	18	85
AGOSTO	19.8	23.1	16.5	27.0	10.0	309.3	20	87
SEPTIEMBRE	20.4	23.8	17.2	28.0	11.0	537.0	22	84
OCTUBRE	18.8	22.3	15.2	26.0	9.0	187.0	11	82
NOVIEMBRE	17.7	21.5	14.0	25.0	7.0	36.0	3	76
DICIEMBRE	14.9	17.9	11.8	21.0	4.0	0.0	0	77
A N U A L	18.3	22.3	14.3	31.0	3.0	1718.2	91	81



TEMPERATURA MEDIA ANUAL EN C°

GRAFICA No. ③

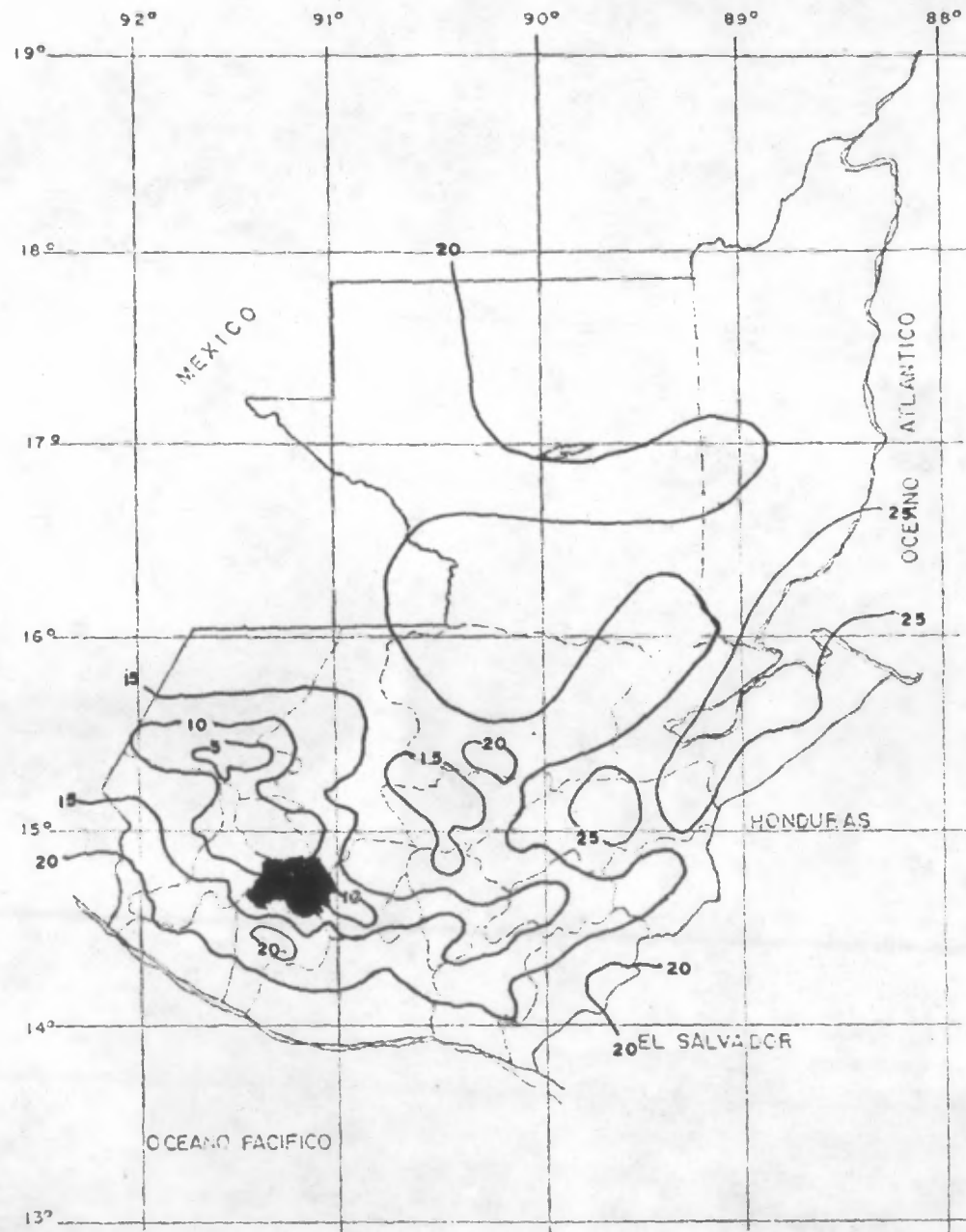
(REFERENCIA R-8)

46b.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS PROFESIONAL

WILLIAM ISMATUL LAZ



PROMEDIO DE TEMPERATURA MINIMA

GRAFICA No. ④

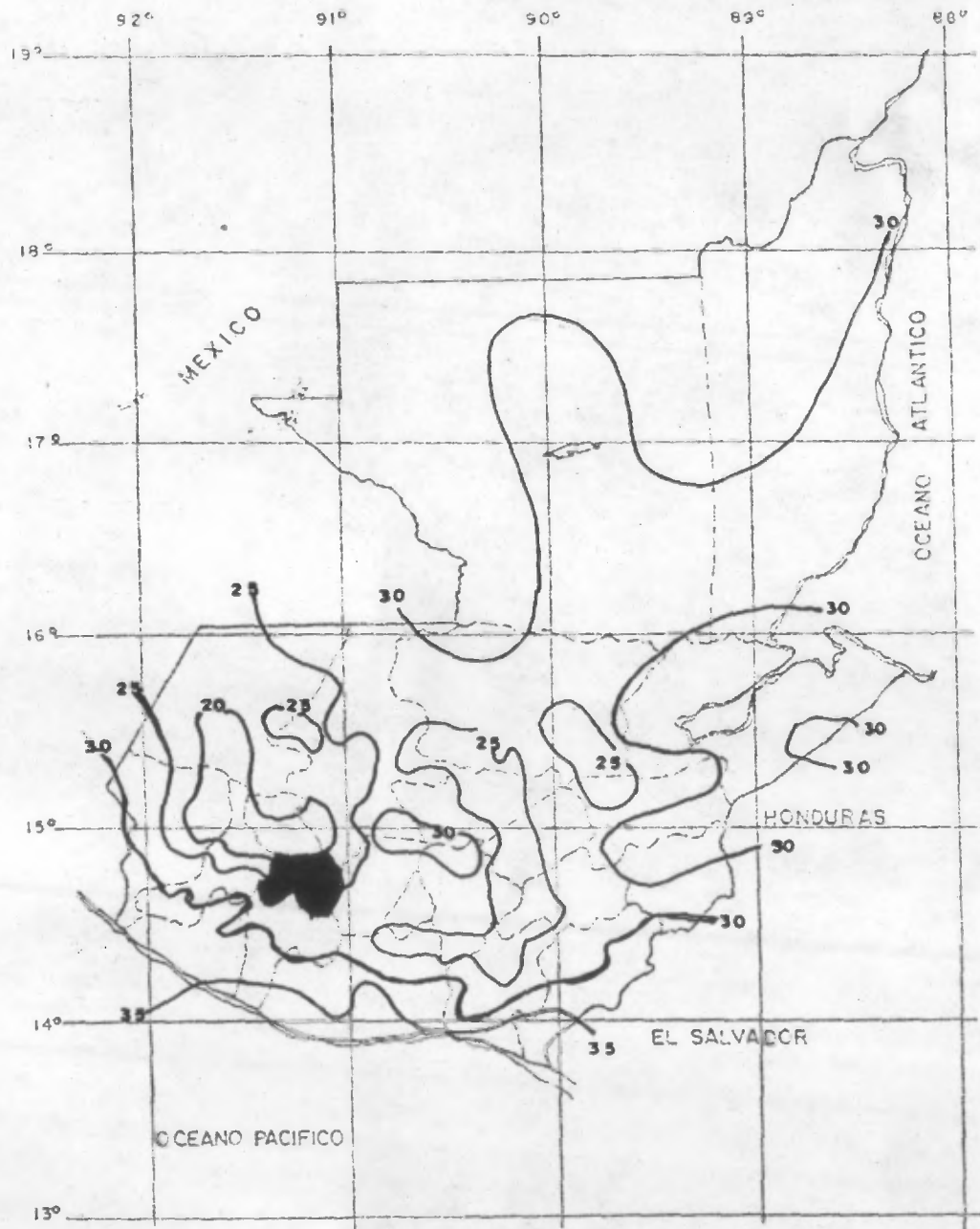
46 C.

(REFERENCIA R-8)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS PROFESIONAL

WILLIAM ISMATUL LAZ



PROMEDIO DE TEMPERATURA MAXIMA

GRAFICA No. 5
(REFERENCIA R-8)

46 d.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS PROFESIONAL

WILLIAM ISMATUL LAZ

R E F E R E N C I A S

REFERENCIA R-8: Observatorio Metereológico.

4 SISMICIDAD EN GUATEMALA

SISMICIDAD EN GUATEMALA

FUENTES SISMOGENICAS

En nuestro planeta existen zonas de alta actividad sísmica y zonas donde muy raras veces ocurre este tipo de fenómenos.

En general se ha determinado que las zonas sísmicas se agrupan en dos círculos que rodean la tierra: el círculo circumpacífico o de fuego del Pacífico que abarca: Nueva Zelandia, India Oriental, Japón, parte Occidental de las montañas rocosas y de los Andes incluyendo México, Centro y Suramérica hasta Chile. El otro círculo es llamado de los Mares Mediterráneos, cuya actividad mayor se manifiesta en Turquía e Irán.

Así se observa que Guatemala está localizada en una zona altamente sísmica, en la gráfica No. 6, se observan las regiones y epicentros más notables dentro del territorio nacional.

Guatemala está situada en la Región de convergencia de tres placas tectónicas: Placa del Caribe, Placa de Norteamérica y Placa Oceánica del Coco. Ver gráfica No. 7 .

Los sismos se generan cuando existe contacto entre dos placas tectónicas. Guatemala está afectada por dos zonas de contacto, una de las cuales por sí sola, harían del País una Región de alta actividad sísmica. Adicionalmente, debido a la interacción de las tres placas tectónicas, la superficie del País está -- fracturada por fallas pequeñas y medianas. Ver gráfica No. 7.

ZONA DE SUBDUCCION

La Placa Oceánica del Coco sufre subducción debajo de la placa del Caribe a lo largo de la Costa del Pacífico y Centroamérica, el contacto generado por ambas placas es denominado " Zona Benioff ", que es un plano inclinado (Subterráneo) de varios miles de kilómetros², la zona Benioff de Mesoamérica es sumamente activa y es la causante de gran parte de los temblores que se sienten constantemente en Guatemala. La Región de Sololá está situada en esta zona. Ver Figura No. 8 (Referencia R-9)

ZONA DE TRANSCURRENCIA

La Placa del Caribe se desplaza lateralmente con respecto al extremo Sur de la Placa de Norteamérica, la frontera entre las dos placas tectónicas es una franja que contiene la falla del Polochic y sus fallas subsidiarias, la falla del Motagua, la de San Agustín y la Falla de Jocotán. Estas fallas son similares a la de San Andrés en California y ambos sistemas aparentan tener sismicidades del mismo orden. (Referencia R-9).

FUENTES SECUNDARIAS VARIAS

Generan sismos de magnitud moderada o pequeña pero que localmente pueden ser altamente destructivos. A veces suceden en sitios relativamente inesperados delatando la presencia de fallas que anteriormente no se habían tomado en consideración. Tal es el caso de las fallas tras el Arco Volcánico en San Marcos, que ge

neró, sismos en Enero de 1986 y probablemente indujeron cierta actividad en el Volcán Tacaná. Las fuentes que los producen se pueden dividir:

- 1.) Grabenes y estructuras con fallamientos de tipo normal detrás del Arco Volcánico; la mejor desarrollada es la falla de Jalpatagua; en el centro y Occidente de Guatemala no han sido geológicamente reconocidas al detalle.

- 2.) Grabenes y estructuras con fallamientos de tipo normal perpendiculares al Arco Volcánico, se destaca el graben del Valle de Guatemala bastante activo sísmicamente con sus fallas de Mixco, Villa Nueva, Pinula y Palencia; los grabenes de Ipala y Chiquimula con importantes eventos sísmicos. Ver figura No. 7.

(Referencia R-9).

HISTORIA SISMICA

El Altiplano Occidental, al igual que gran parte de nuestro territorio, posee una larga historia de actividad sísmica.

Como se ha analizado anteriormente, gran parte de esta región pertenece a la denominada zona de subducción, que se caracteriza por la ocurrencia de grandes eventos, principalmente entre 1765 y 1902.

Se describen a continuación los sismos de los que se tiene registro.

Escritos de Francisco Díaz:

El terremoto de Mayo 1566 no causó estrago en las viviendas " Hubo un gran terremoto; las casas se cayeron por tierra en Zelahay y Patzún, pero no causó daños -- aquí en Sololá ".

En el Memorial de Sololá o anales de los Cakchiqueles figura que en 1577 la Cabecera fué sacudida por un terremoto, " El 28 de Noviembre fuimos sacudidos por un terremoto a media noche, en vísperas de la Fiesta de San Andrés ".

En la Crónica de Vásquez, aparece que " Los temblores de tierra que comenzaron en 1575, continuaron con asolación de muchos edificios en toda esta Provincia, -

hasta el día de San Andrés en 1577, en que a la media noche, como si se diese la despedida con un vaivén que duró casi tres horas, en que se arruinaron muchas casas, tuvo su término. "

En las figuras Nos. 9 y 10 se muestran los que se estima, son los eventos principales de la zona de subducción entre 1765 y 1902.

Se incluye la que aparenta ser la secuencia principal de finales del siglo --- XVIII (1765 - 1773) y la extraordinaria serie de 1902. Por la importancia que reviste, se muestra en la figura No. 11. El área afectada por la erupción explosiva del Volcán Santa María; también en 1902 (donde el domo Santiaguito comenzó a surgir en 1922). El evento de 1902 se considera inducido por el gran reajuste de la zona de subducción en ese año. (Referencia R-9).

En la figura No. 12, se muestran los principales eventos de la zona de subducción ocurridos después de 1902, que han causado algún grado de daño.

A continuación se transcribe los textos de Los Diarios de Centroamérica y El Imparcial con algunas informaciones relacionadas con la ocurrencia de sismos entre los años 1902 y 1950.

" Diario C.A., 15-5-1902 "

Sololá: la casa Departamental en donde se encuentra la Jefatura Policiaca y la

Comandancia de Armas, El Juzgado De Primera Instancia, La Oficina de Correos, Los Edificios Municipales, El Cuartel, Las Escuelas, La Iglesia Parroquial, - El Calvario y la mayor parte de las casas particulares fueron arruinadas completamente, sin que sea posible su pronta reparación o reconstrucción.

Las poblaciones de Santa Lucía, Nahualá, Santa Catarina y San Juan La Laguna fueron destruidas; en los demás lugares no fueron tan grandes las pérdidas. - En total hubo 11 muertos: de ellos 6 en Sta. Lucía, 4 en Santa Catarina y 1 en Nahualá; también hubo varios golpeados.

Diario C.A., 23-5-1902

Algunas de las pérdidas estimadas en Sololá son:

Cantón El Calvario	75 casas	\$ 231,390.00
Cantón San Diego	18 casas	\$ 94,090.00
Cantón San Bartolomé	33 casas	\$ 33,715.00
Cantón San Antonio	66 casas	\$ 111,903.00

El Imparcial 20-8-1942

Sololá: Jefatura Política: algunas averías. Cuartel: averías de más importancia. Intendencia: averías de más importancia. Mercado: averías insignificantes. Teatro Municipal: averiado. Escuela de Indígenas: seriamente dañada. Casas Particulares: ligeramente afectadas, no hubo ninguna caída.

El Imparcial 30-10-1950

Sololá: La Gobernación, La Alcaldía Ladina, La Municipalidad Indígena, Hospital, Prisiones, Escuelas, Iglesia del Calvario y cincuenta y dos casas sufrieron daños de consideración.

REFERENCIA R-9A.

ZONA DE TRASCURRENCIA

Los tres eventos principales de la zona de transcurrencia en los últimos 200 años se muestra en la Figura No. 13. Los dos primeros ocurrieron sobre la zona de la falla del Polochic; el tercero es el evento de 1976 sobre la falla del Motagua. Para la zona de transcurrencia, se plantea la hipótesis de ciclos de sismicidad, seguidos de períodos de calma. Así a un siglo XVII inactivo, sigue actividad sísmica entre 1702 y 1821, después un período de relativa inactividad y un nuevo período talvéz iniciado hacia 1945. Como quiera que sea, la zona es sísmicamente activa. Genera sismos de gran magnitud y no está exenta de sismos moderados localmente dañinos como se muestra en la figura No. 14. (Referencia-R9).

FUENTES SECUNDARIAS VARIAS

En el siglo XVIII se dieron posibles fallamientos del tipo normal perpendicular

lar al arco volcánico.

Fallamientos activos de cabalgamiento en Chiapas y Huehuetenango y fallamientos activos diversos en la zona de Ixcán.

En la Figura No. 15, se resumen los principales eventos de estas fuentes.

(REFERENCIA R-9).

PERSPECTIVAS SISMICAS EN LA REGION

La investigación sobre predicción se está llevando a buen ritmo en Estados Unidos, Unión Soviética, Japón y la República Popular de China.

Básicamente son tres los parámetros a investigar para la predicción sísmica:

- Lugar o Ubicación
- Máxima Magnitud
- Probable tiempo del evento

En todos los casos se necesita de instrumentación, datos históricos, largas observaciones, estadísticas y otros elementos que generalmente en nuestros países no están disponibles.

En el caso de Guatemala es poco lo que a este respecto se conoce, por lo que nos limitaremos a describir lo que en este sentido publicó el Ing. Héctor Monzón -- en la Revista Arquitectura. Vol. 13 No. 1, Noviembre-Diciembre 1986. Colegio de Arquitectos de Guatemala.

ZONA DE SUBDUCCION

El próximo gran sismo talvéz se origine en la Región Costera. Si el comporta---

miento es típico de sismos de subducción en Mesoamérica. (ejemplo: México - 19/IX/85, Quetzaltenango afectó Santiago de Guatemala el 29/VII/1773, Chimaltenango 6/VII/1942), entonces áreas del Altiplano y la Boca Costa resultarán seriamente afectadas; además algunos efectos significativos, especialmente en el suelo, se dejarán sentir a lo largo de la Costa del Pacífico.

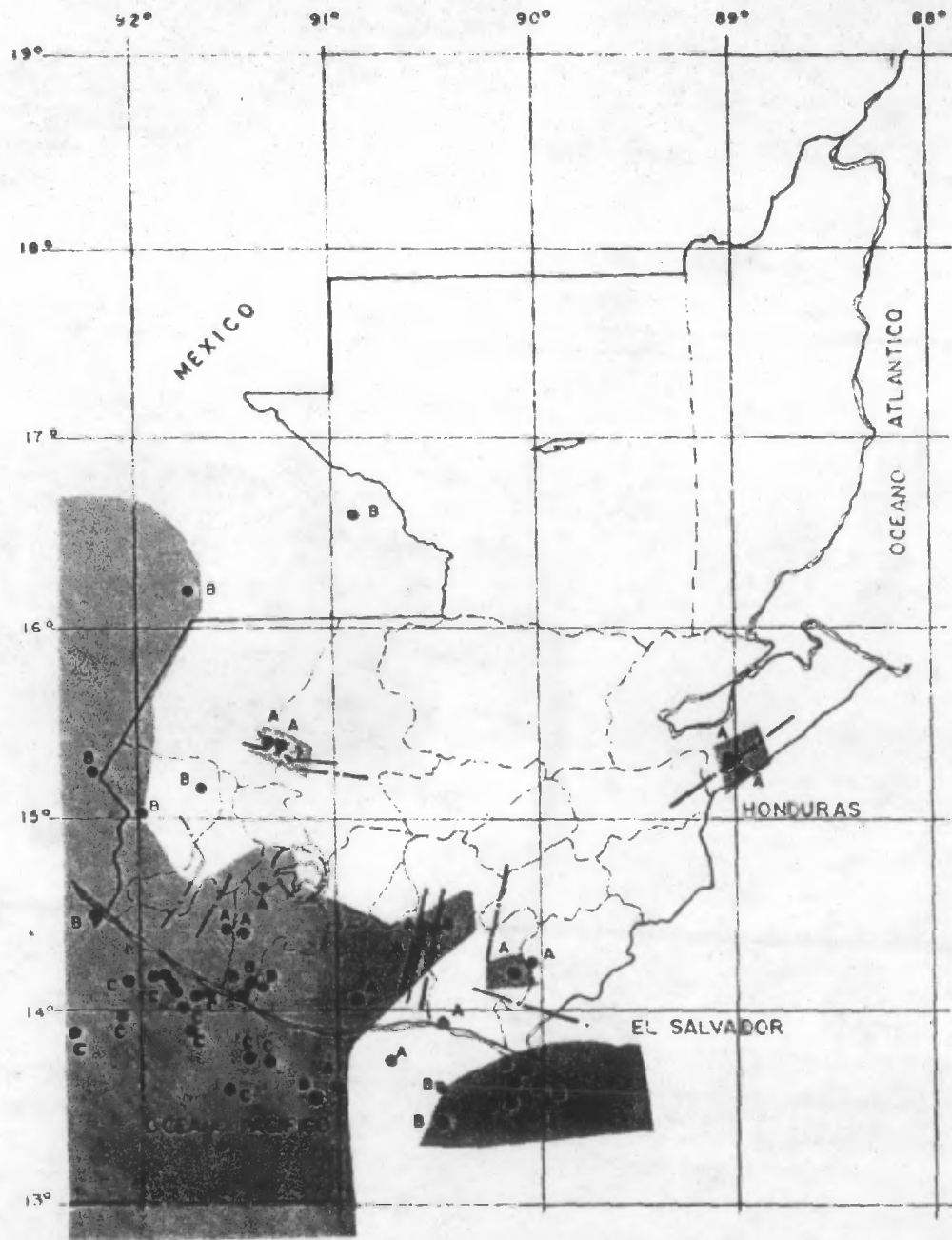
Tres posibilidades se ilustran en la figura No. 16 .

ZONA DE TRANSCURRENCIA

Si el patrón secuencial de los eventos de 1785 y 1816 se toma en consideración, entonces existe la posibilidad de algún evento sísmico, probablemente moderado, en la zona de Quiché y Totonicapán, figura No. 17 .

FUENTES SECUNDARIAS VARIAS

Sismos de pequeña a mediana magnitud, pero alta intensidad local; prácticamente todo el territorio del país entre la Sierra Madre y la Línea de los Ríos Usumacinta - Pasión - Machaquilá, está sujeta a este tipo de sismos .



REGIONES SISMICAS



EPICENTROS MAS NOTABLES Y FRECUENCIA DE ACTIVIDAD

A

5 VECES O MENOS

B

6 A 10 VECES

C

MAS DE 10 VECES

57 a.

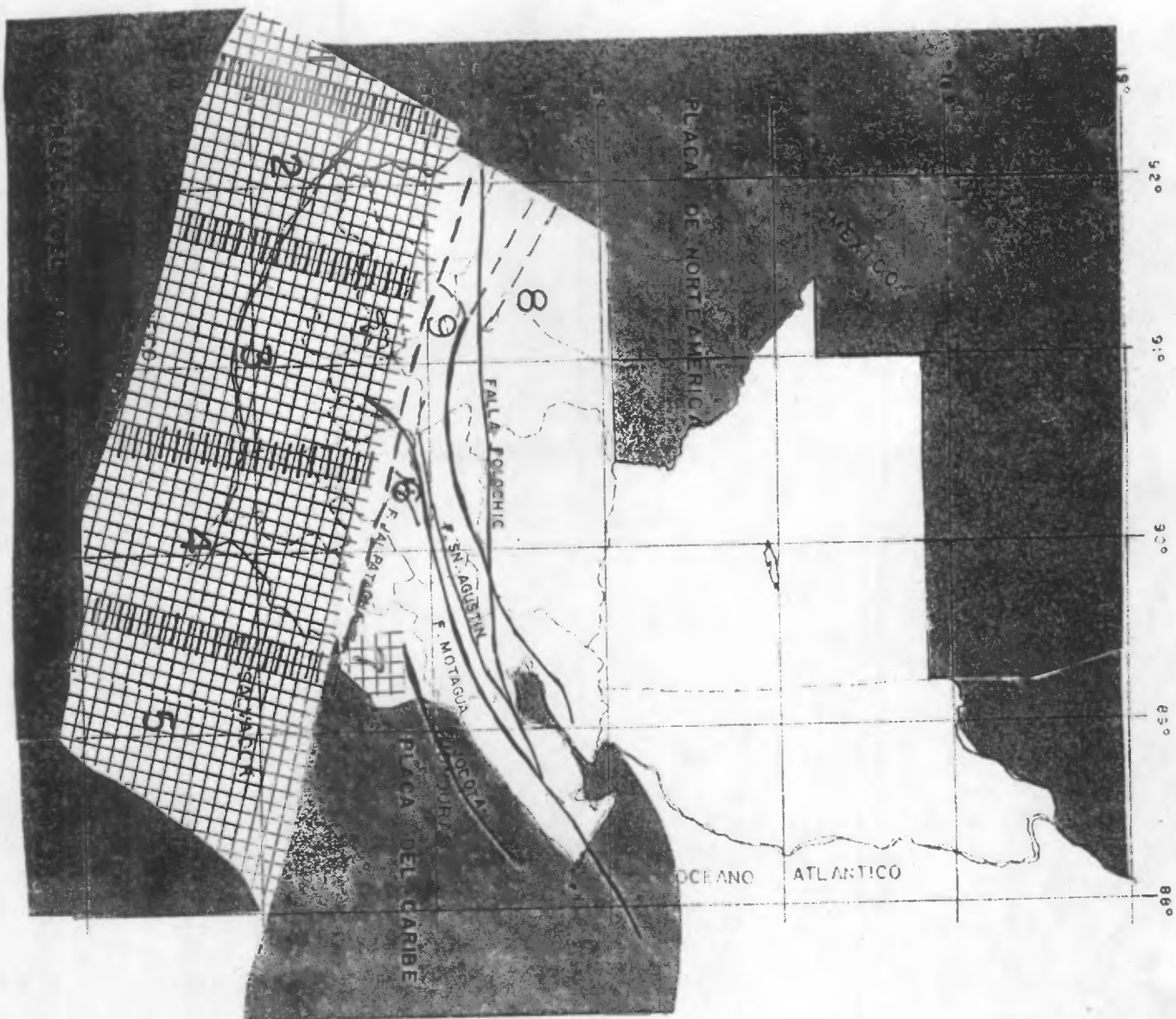
GRAFICA No. ⑥

(REFERENCIA R-9)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS PROFESIONAL

WILLIAM ISMATUL LAZ

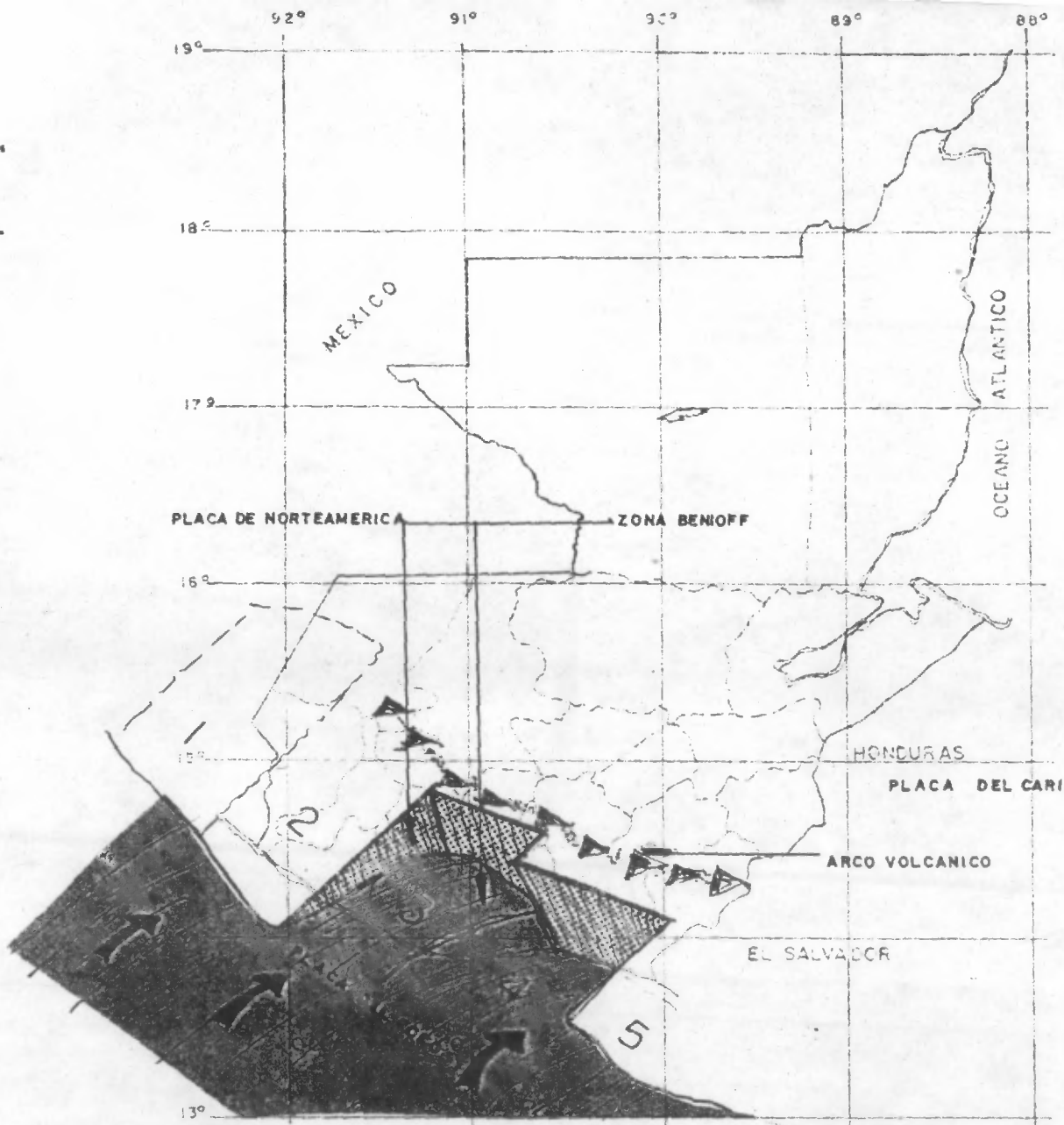


PLACAS TECTONICAS



ZONA DE SUBDUCCION

GRUPO C	GRUPO B	GRUPO A
		ZONA BENIOFF
		1. Z. BENIOFF CHIAPAS
		2. Z. " GUATEMALA OCCIDENTAL
		3. Z. " " CENTRAL
		4. Z. " " ORIENTAL
		5. Z. " EL SALVADOR
	VER FALLAS POLOCHIC, MOTAGUA JOCOTAN .	
6. GRABEN VALLE GUATEMALA		
7. GRABEN IPALA		
8. POSIBLES FALLAS		
9. FALLAS CONOCIDAS TRAS ARCO VOLCANICO.		



- 1 - SEGMENTO DE CHIAPAS
- 2 - SEGMENTO OCCIDENTAL
- 3 - SEGMENTO CENTRAL
- 4 - SEGMENTO ORIENTAL
- 5 - SEGMENTO EL SALVADOR.

ESQUEMA SIMPLIFICADO ZONA DE SUBDUCCION EN GUATEMALA

GRAFICA No. ⑧

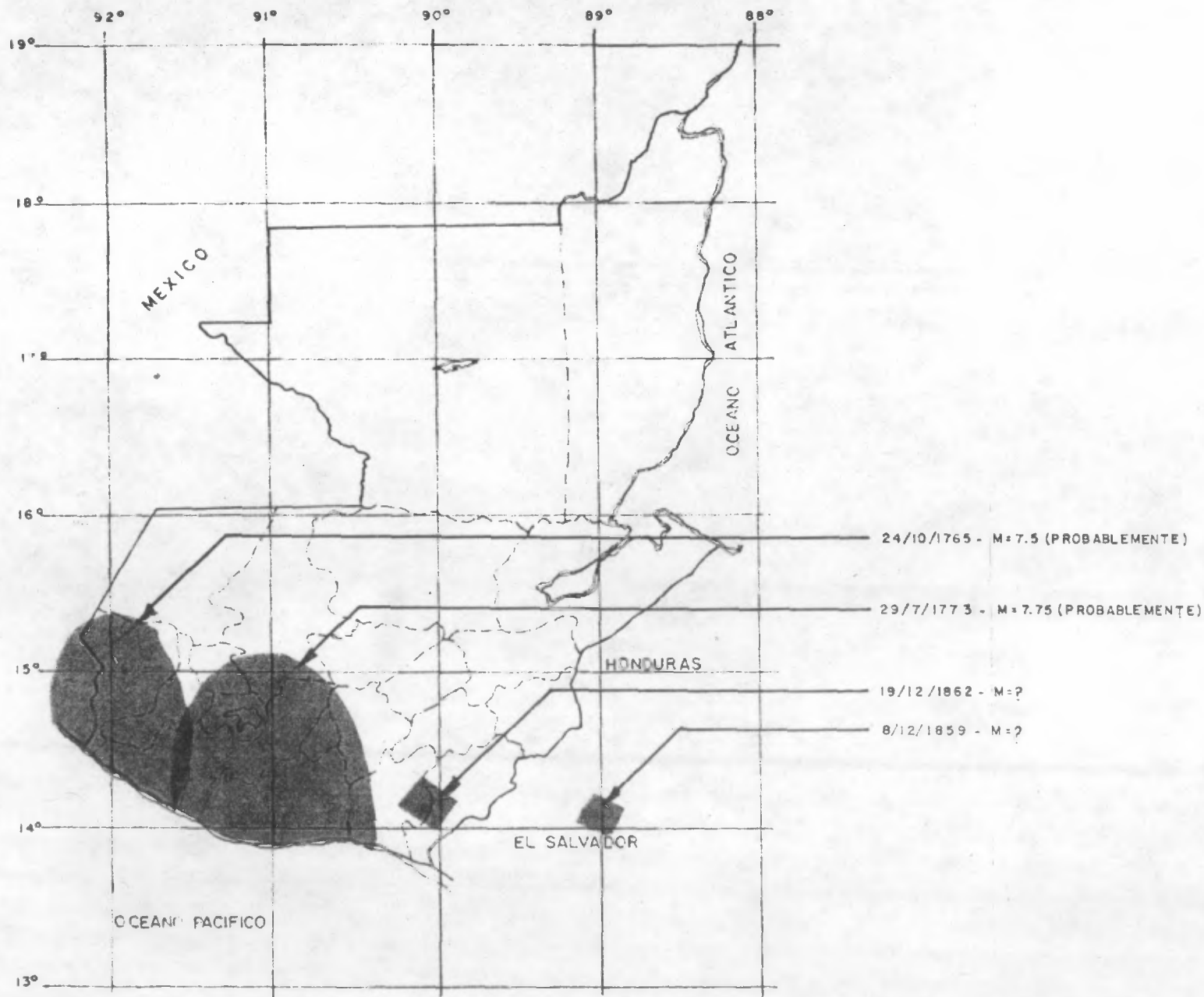
(REFERENCIA R-9)

57c.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS PROFESIONAL

WILLIAM ISMATUL LAZ

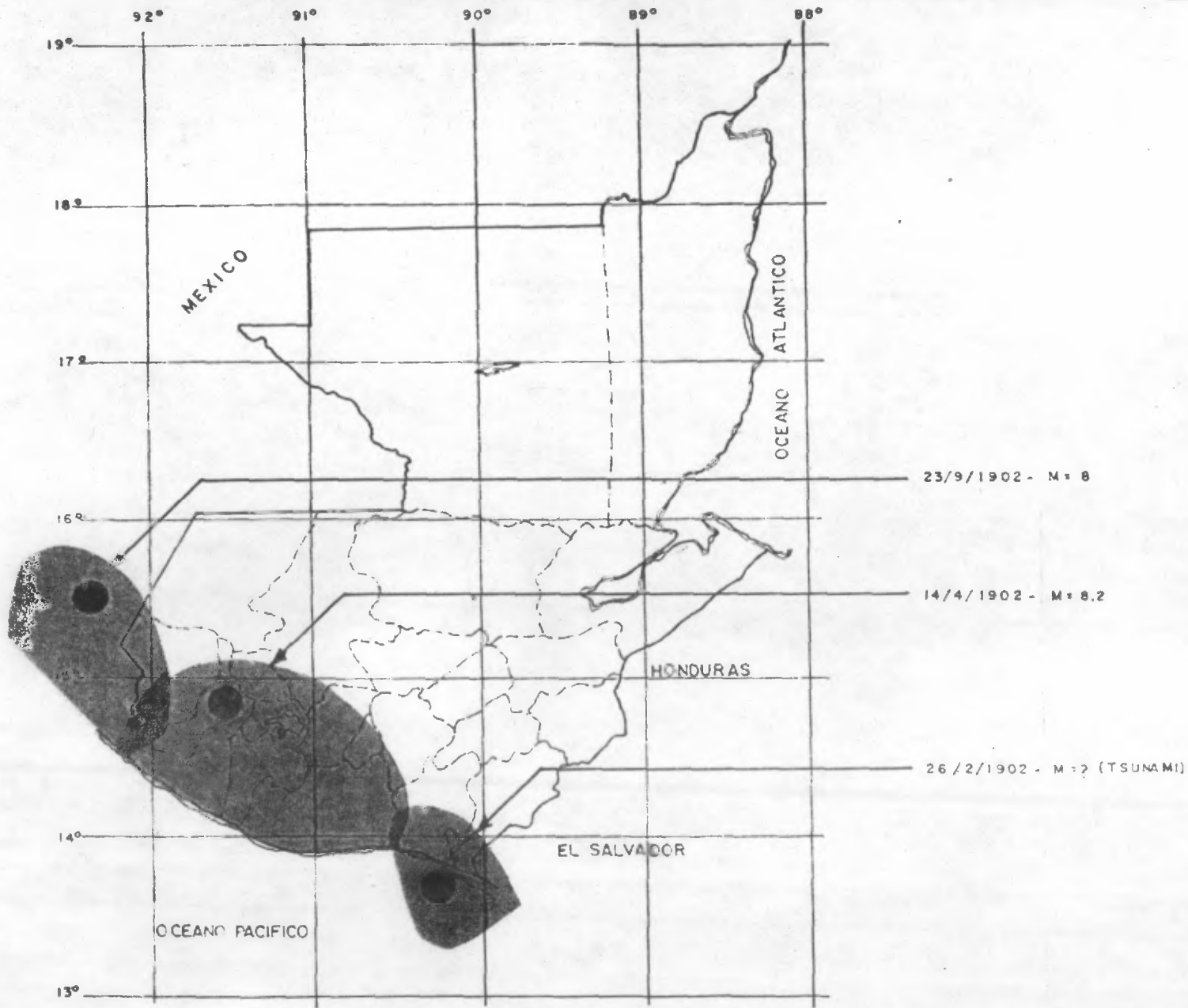


ORIGEN PROBABLE SISMOS MAYORES DE 1765 A 1902, ZONA DE SUBDUCCION

GRAFICA No. ⑨
(REFERENCIA R-9)

57d.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA
TESIS PROFESIONAL WILLIAM ISMATUL LAZ



SISMOS DE 1902, ZONA DE SUBDUCCION

GRAFICA No. ⑩

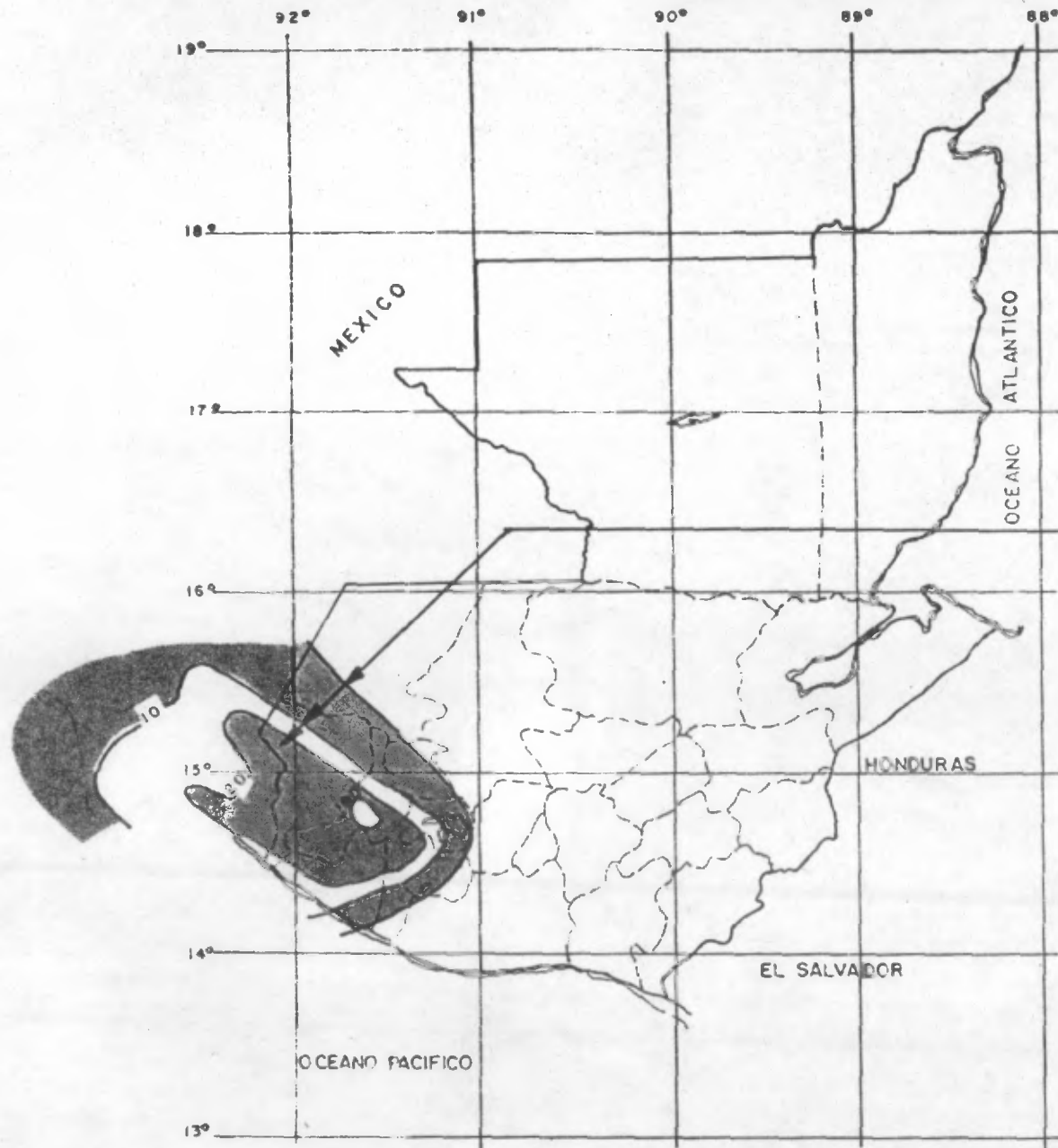
(REFERENCIA R-9)

57e .

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS PROFESIONAL

WILLIAM ISMATUL LAZ



ALTURA DE ARENA Y CENIZA EN CM. - VOLUMEN DE MATERIAL 5 Km. CUBICOS

ERUPCION EXPLOSIVA VOLCAN SANTA MARIA (FUTURO SANTIAGUITO) 24-25/OCT/1902

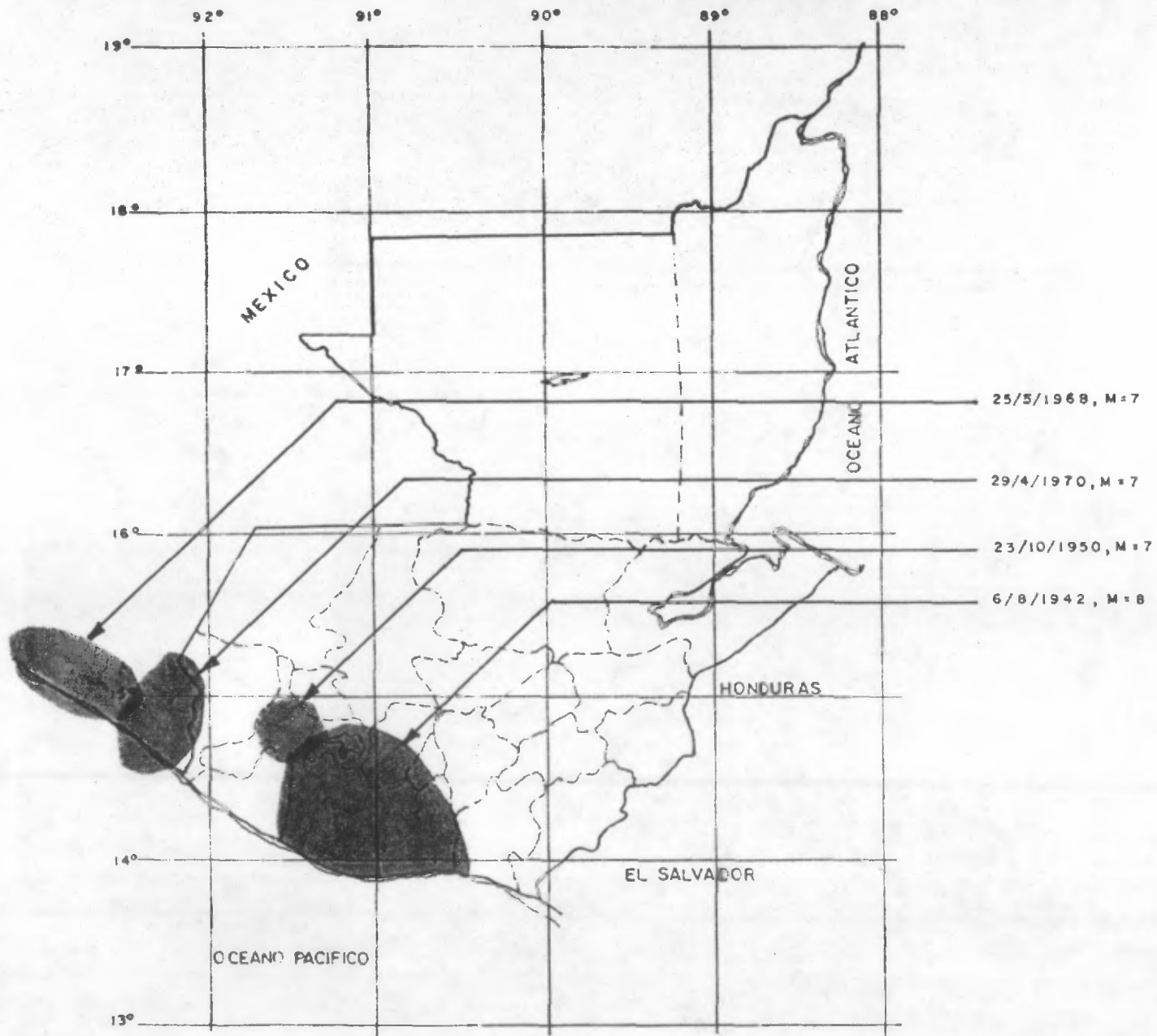
GRAFICA No. ⑪
(REFERENCIA R-9)

57f.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS PROFESIONAL

WILLIAM ISMATUL LAZ

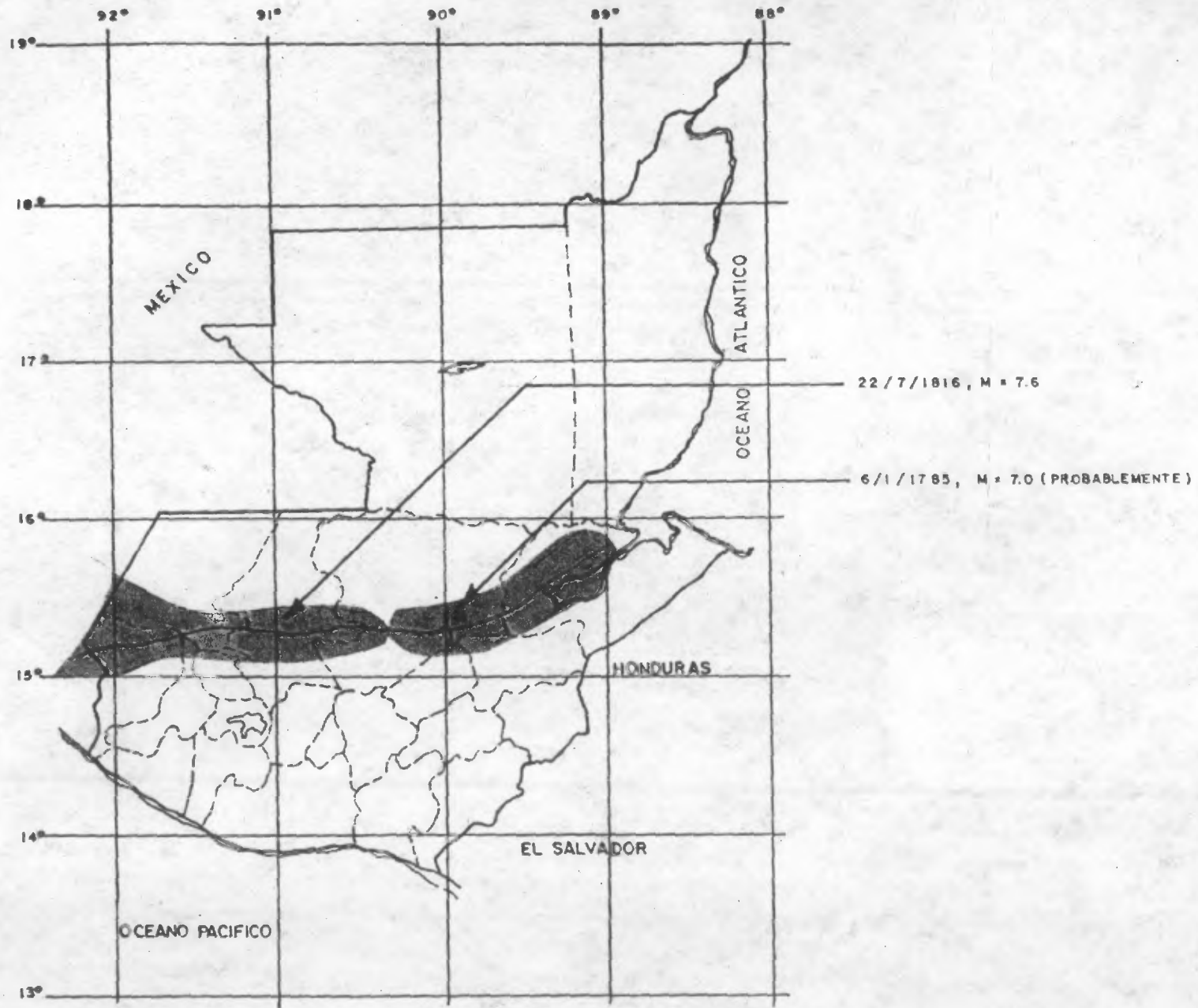


SISMOS MAS IMPORTANTES DESPUES DE 1902 -ZONA DE SUBDUCCION-

GRAFICA No. 12
(REFERENCIA R-9)

57a

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA
TESIS PROFESIONAL WILLIAM ISMATUL LAZ

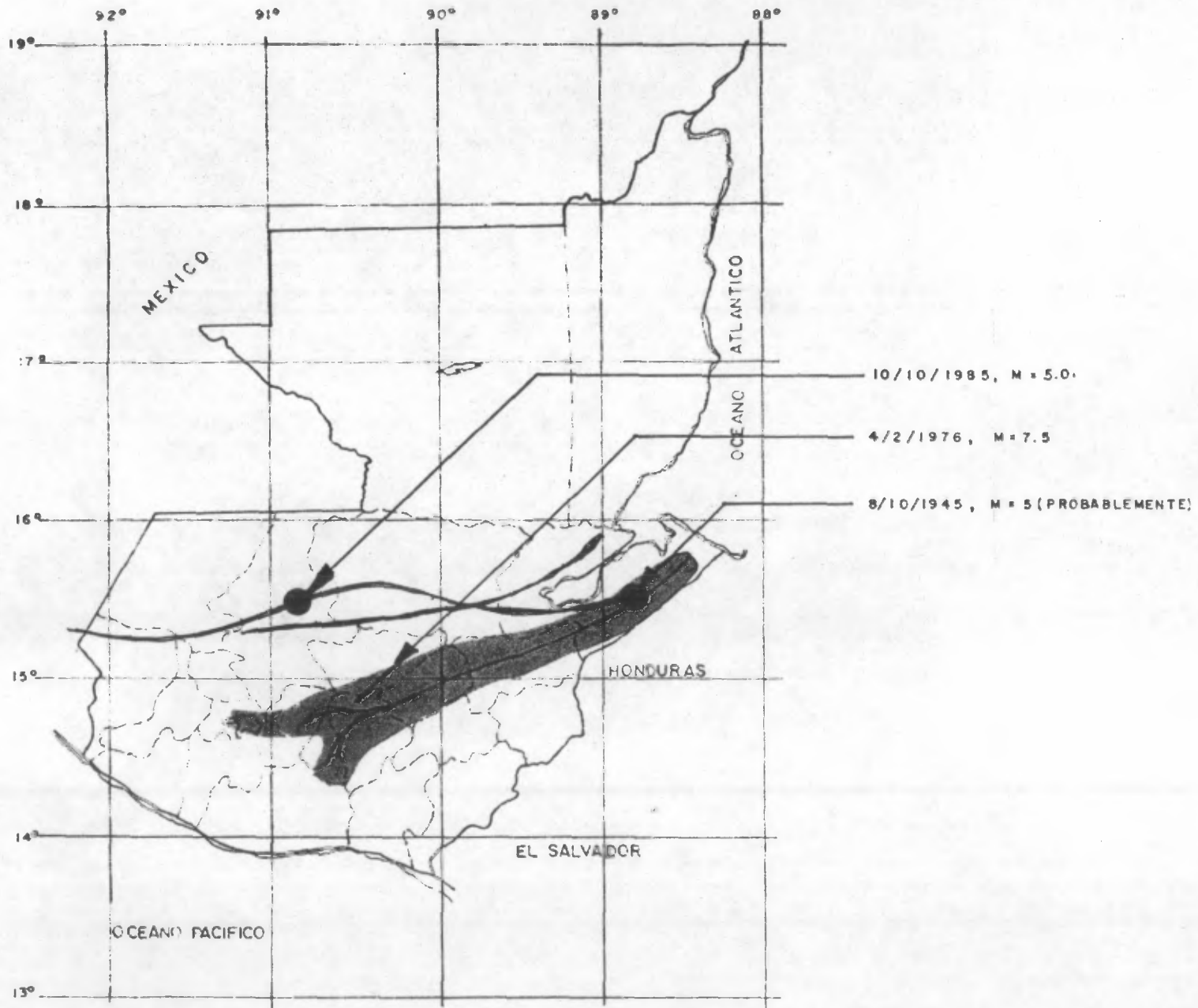


EVENTOS MAYORES, ZONA FALLA POLOCHIC

GRAFICA No. 13
(REFERENCIA R-9)

57h.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA
TESIS PROFESIONAL WILLIAM ISMATUL LAZ

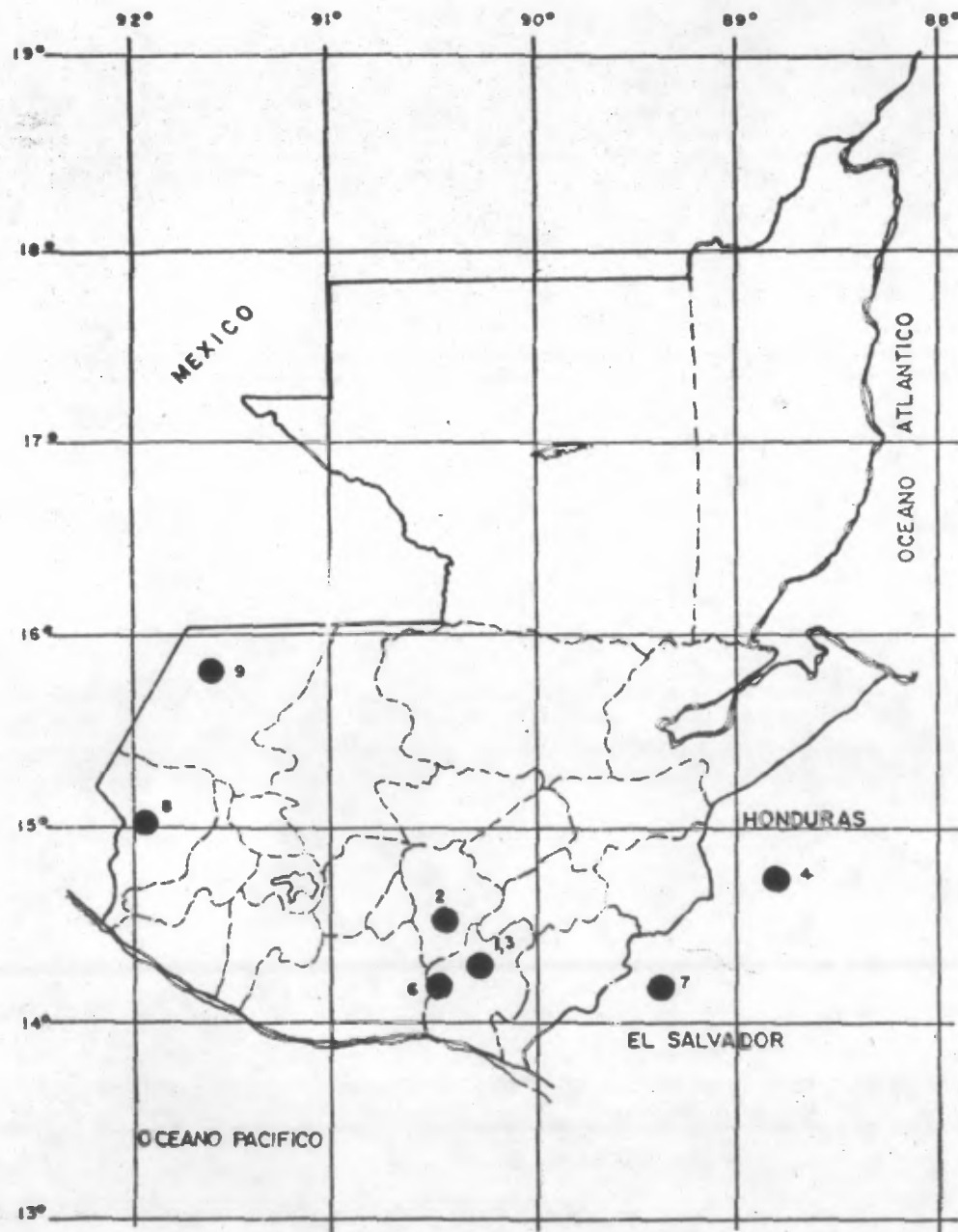


EVENTO MAYOR FALLA MOTAGUA (1976) Y OTROS SIGNIFICATIVOS

GRAFICA No. ⑭
(REFERENCIA R-9)

571.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA
TESIS PROFESIONAL WILLIAN ISMATUL LAZ



No	FECHA	LUGAR
1	9/3/1913	CUILAPA
2	25/12/1917	AMATITLAN
2	3/1/1918	GUATEMALA
3	10/6/1930	CUILAPA
4	3/12/1934	COPAN
5	20/2/1959	IXCAN
6	1979	SAN JUAN TEC.
7	29/9/1982	CHANMA
8	1/2/1986	IXCHIGUAN
9	7/1/1913	SAN MIGUEL ACATAN

SISMOS RELEVANTES DE FUENTES SISMICAS SECUNDARIAS (SIGLO XX)

GRAFICA No. 15

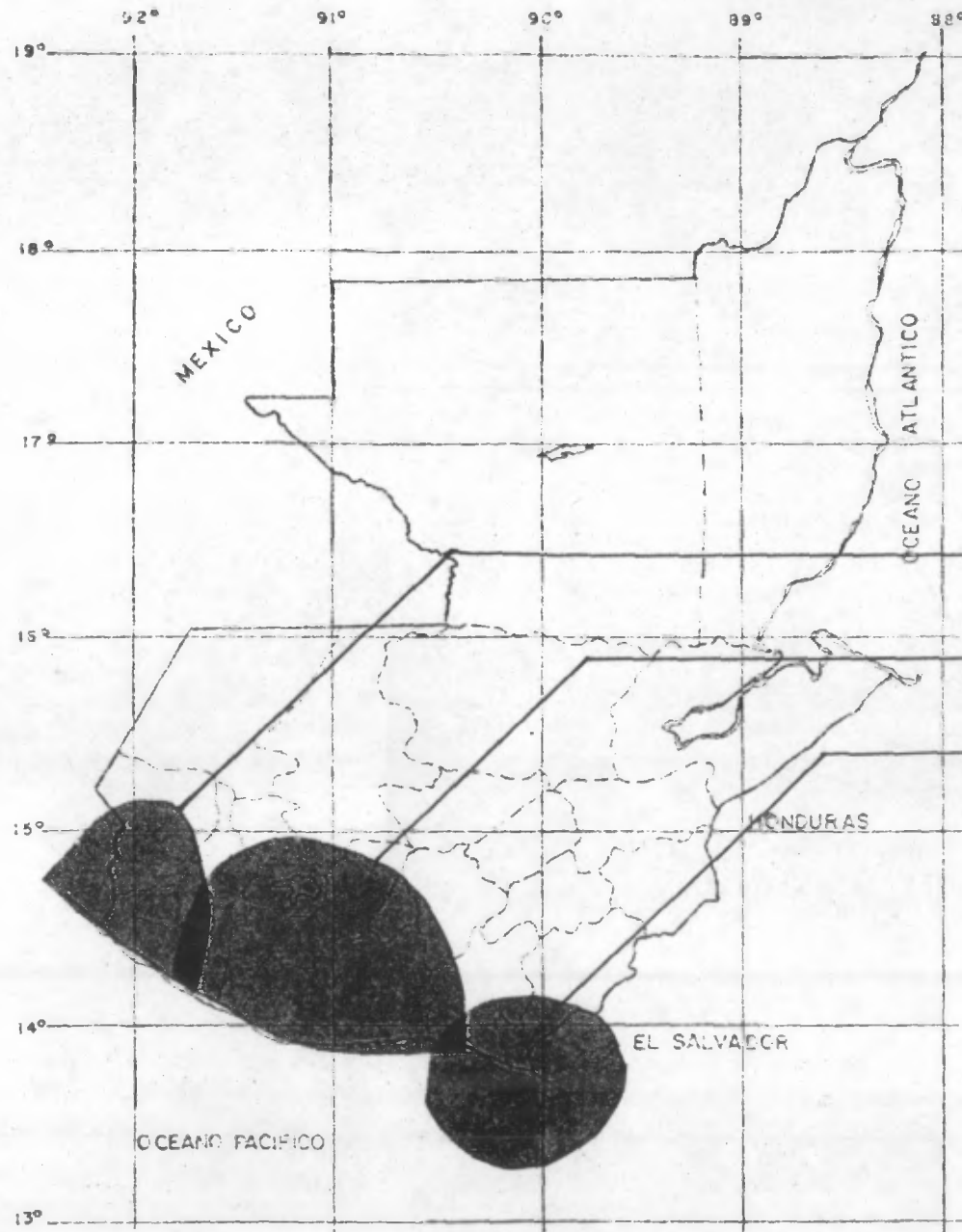
(REFERENCIA R-9)

57j .

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS PROFESIONAL

WILLIAM ISMATUL LAZ



SISMO PROBABLE MAGNITUD = 7.5

SISMO PROBABLE MAGNITUD = 8.

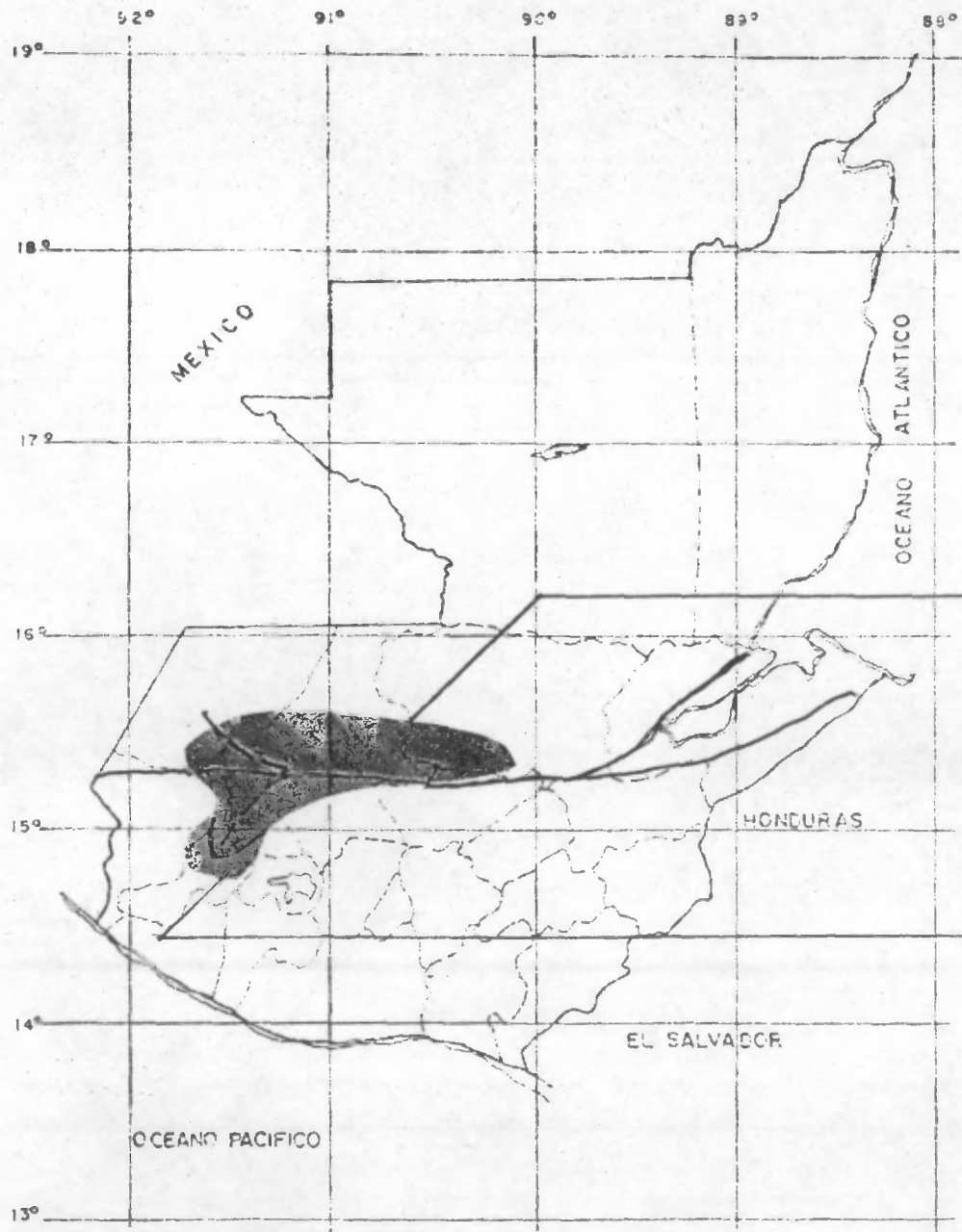
SISMO PROBABLE MAGNITUD = 7

ZONA DE SUBDUCCION, POSIBLES EVENTOS SISMICOS

GRAFICA No. 16
(REFERENCIA R-9)

57k

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA
TESIS PROFESIONAL WILLIAM ISMATUL LAZ



SISMO PROBABLE MAGNITUD = 7.0

SISMO PROBABLE MAGNITUD = 7.0

ZONA DE TRANSURRENCIA POSIBLES EVENTOS SISMICOS

GRAFICA No. (17)

57L

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA

(REFERENCIA R-9)

TESIS PROFESIONAL WILLIAM ISMATUL LAZ

R E F E R E N C I A S

REFERENCIA R-9:

MONZON DESPANG, Héctor (1986). "Sobre la Sismicidad en Guatemala y las Perspectivas Futuras ". En Revista Arquitectura. Vol. 13, No. 1, Noviembre-Diciembre 1986. Colegio de Arquitectos de Guatemala.

REFERENCIA R-9A:

LEON CHANG, Arturo Jo. (1986). "Estudio de Algunos sismos de la Zona de Subducción en Guatemala". Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería USAC.

5 ANALISIS DE LA VIVIENDA EN SOLOLA

ANALISIS DE LA VIVIENDA TRADICIONAL EN SOLOLA

CONSIDERACIONES GENERALES:

De una selección de diferentes modelos, en los que se tomó como base sus características comunes tales como, distribución de ambientes, materiales, grupo étnico, sistemas constructivos, etc. se definieron dos modelos que se consideran de mucha importancia; además de ser los más detectados en el área (tanto urbano como rural) y que servirán para el análisis de la vivienda existente.

Un modelo representa características urbano - rural definidas tanto por su forma, como por su desarrollo constructivo y materiales empleados.

El otro modelo se considera concretamente urbano partiendo del mismo criterio anterior de vivienda, pero sus características y sistemas empleados son diferentes determinados por las condiciones sociales a las que pertenece.

En la mayoría de los casos, estas viviendas han sido construídas a través de mucho tiempo y han servido de resguardo a muchas generaciones, heredando así mismo los sistemas constructivos tradicionales, empleando los mismos materiales, los que han sido acondicionados al medio ambiente climatológico y topográfico de la Región.

Los aspectos cultura y tradición, han jugado un papel importante en las solu--

ciones habitacionales, así como las condiciones ambientales.

Es importante señalar que a nivel urbano (distribución espacial) existe una marcada diferencia en cuanto a tipo de vivienda, delimitándose dos sectores: - el sector periférico localizado en las márgenes del casco urbano y en el que se localiza la vivienda indígena (urbano - rural) y el sector central en el que se desarrollan las actividades de mayor importancia del Municipio y en el que predomina la vivienda urbana.

Es importante señalar que para efectuar este análisis, fue necesaria la comprensión y estudio de los factores que intervienen en el proceso de vivienda, tomando fundamentalmente los siguientes:

a) Socio-económicos:

Condición social, patrones de asentamiento, poder adquisitivo, producción.

b) Culturales-antropológicos:

Cultura, tradición, origen

c) **Técnicos y Materiales:**

Materiales disponibles, mano de obra,
forma y estructura.

d) **Ambientales - Topográficos:**

Clima, recursos naturales, ubicación,
pendientes.

ANALISIS DE LOS SISTEMAS DE CONSTRUCCION

CERRAMIENTOS VERTICALES (Vivienda tradicional)

Los sistemas más utilizados son: el adobe y el bajareque .

En los cerramientos elaborados con adobe, su colocación más corriente es de soga con refuerzos verticales y horizontales hechos de horcones o reglas de madera, este tipo de refuerzo se utiliza en dinteles de puertas y ventanas. Las uniones o juntas de los muros en esquinas o intermedias se hace mediante el --traslape de adobes, (dentado).

En el levantado de los muros se emplea mortero hecho del mismo material, (arcilla). El cimientado se realiza con terrón (arcilla y agua) y en algunos casos se utiliza piedra pegada con mezcla de arena y cal.

El cerramiento hecho de bajareque es utilizado corrientemente como un sistema que no soporta cargas verticales, empleado en límites de propiedades y tabiques interiores.

El bajareque es elaborado del tallo de la milpa (caña) amarrado y reforzado horizontalmente con el mismo material y recubierto en sus dos caras con arci--

lla, dando así un elemento protector de las condiciones climáticas, derivado de los materiales empleados, los sistemas constructivos serán los siguientes:

- 1.- Muros de carga reforzados estructuralmente, por medio de refuerzos horizontales, verticales e inclinados, capaces de soportar esfuerzos dinámicos (muros de adobe).
- 2.- Tabiques livianos independientes de la estructura sustentadora de los techos (columnas, horcones) (tabiques de bajareque).

La utilización del adobe y del bajareque se remonta a tiempos coloniales adaptados a sistemas constructivos tradicionales, que se han mantenido a través de los años apegados a la utilización de materiales regionales como lo son: la arcilla, la paja, caña, elementos con los que se fabrica el adobe y el bajareque.

Además estos elementos elaborados a base de arcillas y fibras vegetales poseen propiedades térmicas, al absorber los rayos solares durante el día y a temperatura alta, e irradiarlos hacia el interior de la vivienda por la noche al bajar la temperatura, produciendo así un confort agradable.

ESTRUCTURA DE TECHOS

La estructura de los techos es a base de madera, diferenciándose únicamente -

en la forma de empleo:

1. Madera rolliza no tratada.
2. Madera tallada (secciones cuadradas o rectangulares).

La forma de tratamiento de la madera dependerá únicamente de las condiciones económicas y de ubicación.

Entre los sistemas estructurales empleados, los más tradicionales son:

1. Sistema de Tijera.
2. Vigas simplemente apoyadas (tendal-costanera).

El empleo del sistema de tijera es el más antiguo utilizado en la Comunidad y se considera que es de origen colonial, juntamente con cubierta de teja (elemento hecho de barro), este sistema de tijera con cubierta de teja proporcionará techos altos ocasionados por las pendientes necesarias, además cubre grandes luces sin necesidad de apoyos intermedios.

La utilización de tendales, es el otro sistema comúnmente empleado, el cual se usa en ambientes de áreas pequeñas, en donde la utilización de tijeras re-

sulta oneroso, por el número de elementos que las conforman.

MATERIALES DE CUBIERTAS

Los materiales más utilizados para las cubiertas de los techos son: teja, paja y lámina galvanizada. La lámina y la teja fueron los más detectados.

Las pendientes de las cubiertas varían según el tipo de material empleado, así como a las condiciones climáticas imperantes en la región, principalmente la -- precipitación pluvial y los vientos.

VIVIENDA POST-TERREMOTO 1976

Se entenderá como vivienda post-terremoto tanto a los programas ejecutados por entidades Gubernamentales (BANDESA y BANVI) como a las construidas por cada propietario, después del movimiento telúrico de Febrero de 1976, en la mayoría de los casos, estas construcciones responden a soluciones única y exclusivamente de carácter sismoresistente, a través de materiales que soportan de mejor -- forma los esfuerzos sísmicos, pero alterando los esquemas tradicionales y cambiando el paisaje de las comunidades.

FORMAS CONSTRUCTIVAS

CERRAMIENTOS VERTICALES

Bloques de piedra pómez, adobe (en algunos casos estabilizado con cemento), - ladrillo de barro cocido, madera.

CIMENTACIONES

A excepción de los muros de adobe, los cimientos se construyen de concreto reforzado, piedra y otros, esto en los casos de las ejecutadas por BANDESA y BAN-VI, y de las que existe registro, en estos casos las viviendas son livianas, -- con techos también livianos y en las que se supone hubo supervisión técnica, en los casos de auto construcción, también se utilizaron algunos materiales, pero con la diferencia que los mismos pueden o no estar en los lugares adecuados.

TECHOS

Estructura:

- Tendales y costaneras de madera
- Concreto reforzado (muy pocos casos).

Cubierta :

- Lámina de zinc, teja, lámina asbesto cemento

ANALISIS FORMA-ESPACIO-FUNCION

PLANTAS (Vivienda Tradicional)

Las plantas en su mayoría, están constituidas por cuadriláteros rectangulares, - que son las formas más simples y sencillas y que mayores facilidades de solución presentan en su estructura, esto se dá con mayor frecuencia en los modelos (tipo) rural, y en las que el aprovechamiento espacial se dá fundamentalmente en -- tres divisiones:

a) AREA DE CONSTRUCCION:

Dormitorios-comedor-cocina-oratorio-troje
letrina-temascal.

b) AREA DE RECREACION Y TRABAJO:

Corte de leña-desgrane-tejer-juegos niños.

c) AREA DE CULTIVOS:

Hortalizas y similares

En el modelo urbano el aprovechamiento es el siguiente:

a) AREA DE CONSTRUCCION :

Dormitorio-comedor-cocina-sala-baño
corredor-bodega-patio

b) AREA RECREACION:

Area Jardín - Patio.

FORMAS DE LOS TECHOS

En la mayoría de los casos son:

a) De una agua.

b) De dos aguas

VIVIENDA POST-TERREMOTO

En los modelos ejecutados por las Instituciones BANDESA y BANVI, se observa -- que los espacios diseñados responden a actitudes y móviles de tradición cultu-- ral de los grupos denominados " LADINOS ". A excepción de algunos modelos en - los que se involucró un estudio de tipología de lugar, haciendo algunas adapta- ciones de espacio.

Sin embargo para los efectos de análisis de forma (reacción al sismo), se puede decir que se adaptaron las mismas formas de cuadrilateros rectangulares, con el atenuante que los materiales empleados son de mejor calidad y más resistentes a los esfuerzos sísmicos.

Resumiendo, las principales características de las viviendas Post-terremoto --son:

- Plantas cuadradas rectangulares
- Techos livianos
- Materiales de mejor calidad
- Supervisión de calidad de construcción.

El otro tipo de vivienda post-terremoto lo constituye:

- a) Viviendas unifamiliares de tipo netamente urbano con características propias del grupo social " Ladino ", reflejado en el uso de materiales de mejor calidad, aunque no necesariamente utilizados de la mejor manera.

La mayoría de estas construcciones no han sido diseñadas ni construidas por técnicos y/o profesionales, por lo que representan potencial peligro ante el

fenómeno sísmico.

En la disposición arquitectónica de estas viviendas ha predominado el gusto particular del propietario motivado por sus necesidades, pero en forma espontánea y antojadiza.

Un análisis de estas viviendas, en el aspecto de funcionamiento dió el siguiente resultado:

- Plantas en forma de T o L, que producen grandes esfuerzos en las uniones.
- Viviendas asimétricas, centro de rigidez no coincide con el centro de masa.
- Luces libres desproporcionadas, vanos de puertas y ventanas grandes y --- excesivos.
- Alturas excesivas y desproporcionadas.
- Elementos ornamentales mal dispuestos (voladizo, cornisa).
- Circulaciones principales con obstáculos.
- Agregados con diferente forma.

b) Viviendas unifamiliares tipo semi-urbano, sus principales características -- son: utilización de materiales de regular calidad, de auto-construcción, uso de materiales no compatibles, en funcionamiento se caracterizan por:

- Plantas cuadradas, rectangulares, T - L y otras (Combinaciones).
- Asimétricas.
- Altura excesiva
- Circulaciones obstruidas

c) Viviendas unifamiliares tipo rural. Propia del grupo indígena, heredando sis temas y formas tradicionales en la región, que los usuarios han venido utilizando sin ningún tipo de asesoramiento técnico, las cuales ya fueron descritas.

En lo que respecta a fachadas, volumetría y aspectos de diseño exterior, no existen marcadas diferencias, guardando formas planas, y sencillas en general.

EVALUACION MANO DE OBRA

En este análisis es imprescindible hacer mención de los niveles ocupacionales - del Municipio en que claramente se observa la relación existente en los mismos - siéndo la siguiente:

ACTIVIDAD	No. PERSONAS
Agricultura	25,922
Comercio	3,471
Industria Manufacturera	2,681
Construcción	135

Como se puede ver no existe cifra significativa en cuanto a personas que se dediquen a la actividad de la construcción.

A nuestro juicio, este fenómeno obedece fundamentalmente a la composición de la población, en la que predomina la indígena con un 90.22% sobre la no indígena - 9.08%. (REFERENCIA R-10).

De este fenómeno se deriva una serie de factores que vale la pena mencionar:

- En el caso de la población indígena, la agricultura es la base fundamental de su economía y su patrimonio principal, siéndo la tierra el principal objeto de trabajo, generando una agricultura minifundista, ya que los campesinos poseen poca o ninguna tierra, viviendo de una economía de subsistencia.
- En materia de vivienda, en esta población indígena, la construcción de la -- misma es realizada por auto-construcción, debido a factores socio-económicos y antropológicos.
- Para el resto de la población la construcción de su vivienda se hace a través de mano de obra no local, y por medio de programas de Instituciones como BANVI y BANDESA, con sus propios recursos en cuanto a mano de obra.
- Por lo tanto, entendemos que uno de los principales problemas, en relación - al riesgo sísmico, lo constituye la carencia de mano de obra competente, ya que el 90% de la población ejecuta sus viviendas utilizando sistemas constructivos tradicionales heredados de sus antepasados, sin ningún tipo de asesoramiento técnico, y son generalmente transmitidos de generación en genera--ción.

En el siguiente cuadro se resume las condiciones de mano de obra en Sololá, en los aspectos: tipo, calidad, disponibilidad, costo y rendimiento.

MANO DE OBRA EN SOLOLA		
ASPECTO ANALIZADO	T I P O D E V I V I E N D A	
	INDIGENA URBANO-RURAL	NO INDIGENA-URBANO
T I P O	Sistema Tradicional - Heredado. Autoconstrucción	Manufacturera con conocimiento de -- técnicas. Organizada (Instituciones BANVI-BANDESA.
CALIDAD	Mala, sin asesora --- miento técnico	Regular y Buena Con supervisión -- profesional.
DISPONIBILIDAD	Inmediata, localmen-- te. (Autoconstrucción)	Poca. Generalmente no existe local, de otros lugares
COSTO	Ninguno o muy poco	Considerable con - tendencia a elevar se.
RENDIMIENTO	Relativamente bajo	Aceptable y Alto.

EVALUACION MATERIALES

En relación al uso y calidad de los materiales de construcción, el análisis está basado en lo existente en el Municipio y reflejado en las estadísticas del censo de habitación de 1981, y en observaciones personales

C U A D R O No. 4

T I P O V I V I E N D A		
Casa Corriente	4,654	87 %
Apartamento	12	0.22 %
Cuarto Casa - Vecindad	95	1.77 %
Rancho	412	7.70 %
Casa Impro -- visada	181	3.31 %

C U A D R O No. 5

M A T E R I A L P A R E D E S		
Adobe	3,985	74.61 %
Bajareque	507	9.49 %
Madera	349	6.53 %
Block/la-- drillo	340	6.36 %
Caña, Lepa, palo	123	2.30 %
Lámina Metá lica.	37	0.69 %

C U A D R O No. 6

M A T E R I A L T E C H O		
Lámina metálica	2,894	54.0 %
Teja	1,524	28.4 %
Paja, Palma/simi lar.	895	16.7 %
Asbesto cemento	40	0.75 %
Concreto	15	0.28 %

REFERENCIA R-10.

C U A D R O No. 7

VIVIENDA TIPO	C A R A C T E R I S T I C A S D E L A V I V I E N D A						
	M A T E R I A L E S						
	Cimiento	Muros	Techo Estruc- tura.	Cubierta	Piso	Puerta	Venta- na.
Tradicio- nal.	Piedra - Terrón	Adobe Baja- reque	Madera Sec--- ción Madera rolli- za	T e j a Lámina Z i n c	Tie- rra Ce-- men- to.	Madera	Madera Vidrio
Post-te-- rremoto BANVI---- BANDESA Y OTROS	Concreto Armado Block	Block Ladri- llo.	Madera Cepi-- llada.	Lámina	Ce-- men- to.	Madera	Hierro Vidrio

RFFERENCIA R-12

C U A D R O No. 8

Procedencia Materiales.	Del Lugar	De la Región	De la Capital	UNIDAD	Costo Unit.	OBSERVACIONES
Arena Río	*			M ³	Q.25.00	Banco Local
Arena Amarilla	*			M ³	Q.12.00	Banco Local
Piedrín		*		M ³	Q.35.00	Banco Región
Cal Viva			*	qq	Q. 7.00	
Cal hidra- tada			*	qq	Q.16.00	
Cemento			*	qq	Q. 8.00	
Adobe	*			U	Q. 0.20	Banco Local
Bloque Pómez	*	*		U	Q. 0.55	
Ladrillo			*	U	Q. 0.10	
Piedra	*	*		M ²	Q.25.00	Banco Región
Piso barro			*	M ²	Q.10.00	
Piso Cemento	*	*		M ²	Q. 8.00	
Piso Piedra		*		M ²	Q.15.00	Banco Región
Teja barro		*		U	Q. 0.06	
Lámina asbesto			*	M ²		
Lámina Galv.			*	M ²		

CLASIFICACION DE LAS FALLAS Y/O ERRORES CONSTRUCTIVOS

La vivienda surge como una solución a una serie de requerimientos motivados por las actividades (sociales, culturales y económicas) y por las condiciones de confort y seguridad. En términos de vivienda un desastre puede catalogarse como un evento que ocasiona un rompimiento en el proceso normal de la vivienda. - En este sentido, se analizarán los factores que hacen vulnerable a la vivienda (y en general a las construcciones en Sololá) con respecto al fenómeno sísmico.

Como se ha explicado anteriormente, existen dos tipos de construcciones, (modelos de vivienda), y clasificados en vivienda tradicional y vivienda post-terremoto.

Para efectos de la clasificación de las fallas constructivas, dividiremos en dos grupos de viviendas:

- a) De adobe y bajareque
- b) De bloque, ladrillo y similar

La clasificación se hizo en base a observaciones directas, en las viviendas --- existentes a través de un muestreo, así como algunas en las que se tuvo oportunidad de seguir el proceso de construcción.

VIVIENDAS DE ADOBE

- 1) Mala calidad del adobe, en lo referente a la materia prima utilizada y a la técnica de producción.
- 2) Deficiente mano de obra en la colocación de adobe.
- 3) Dimensionamiento inadecuado de los adobes, especialmente en su altura, que - en la mayoría de los casos es demasiado grande.
- 4) Vanos de puertas y ventanas muy anchos y poco empotramiento de los dinteles.
- 5) Traba horizontal insuficiente entre los adobes principalmente cuando están colocados de ca beza , debido al mal dimensionamiento de los adobes.
- 6) Trabas inadecuadas y deficientes en las uniones de muros, que producen juntas verticales contínuas de tres y más hiladas.
- 7) Dimensionamiento incorrecto de los muros: poco espesor y excesivo largo y alto.
- 8) Muchos vanos y pocos llenos en la distribución de una sección de muro.
- 9) Ausencia de elementos superiores de amarre.

- 10) Carencia de cimiento y sobrecimiento.
- 11) Techos muy pesados.
- 12) Poca o ninguna protección de los muros ante el debilitamiento por erosión.
- 13) Uso exagerado de muros de soga.
- 14) Construcciones de más de un piso de alto.
- 15) Mala calidad de fibras vegetales, caña y paja. (Ver gráficas del 18 al 24).

VIVIENDAS DE BLOQUE Y LADRILLO

- 1) Cimentaciones sobre terrenos blandos, rellenos y con mucha pendiente.
- 2) Cimentaciones no continuas, y poco profundas.
- 3) Refuerzos sin traslapes adecuados.
- 4) Muros largos y altos sin refuerzos horizontales y verticales.

- 5) Juntas y uniones con mortero, ejecutadas deficientemente, ocasionando puntos frágiles en la construcción.
- 6) Excesivo uso de " pedazos " de elementos (bloques o ladrillos), restando uniformidad a la trabazón, incidiendo en la resistencia del muro.
- 7) Morteros de mala calidad en materiales y mano de obra.
- 8) Refuerzos verticales y horizontales, (columnas, pines, costillas, soleras, vigas), con excesivo espaciamiento entre sí.
- 9) Unión entre techo y estructura portante, deficiente.

HUMEDAD EN BASE DE MUROS OCASIONADA
POR LLUVIA Y EROSION.



D E T A L L E



GRAFICA No. 18

78a .

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA
TESIS PROFESIONAL WILLIAM ISMATUL LAZ

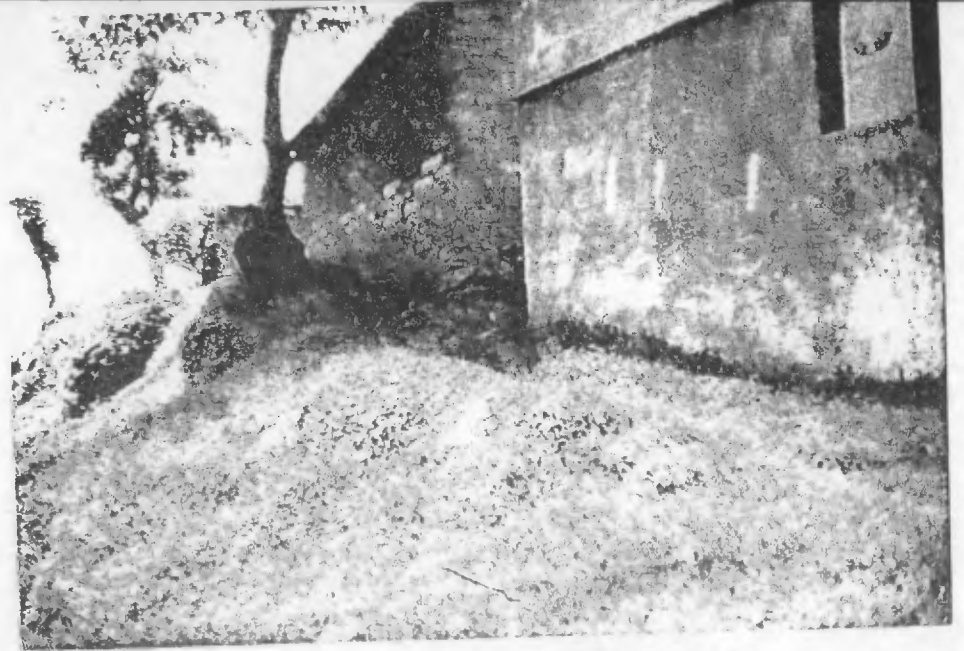
DETERIORO EN BASE DE COLUMNAS, PRO-
VOCADO POR EROSION.



JUNTAS EN ESQUINAS, DEFICIENTES, NO
EXISTE TRASLAPE DE ADOBES (DENTADO).



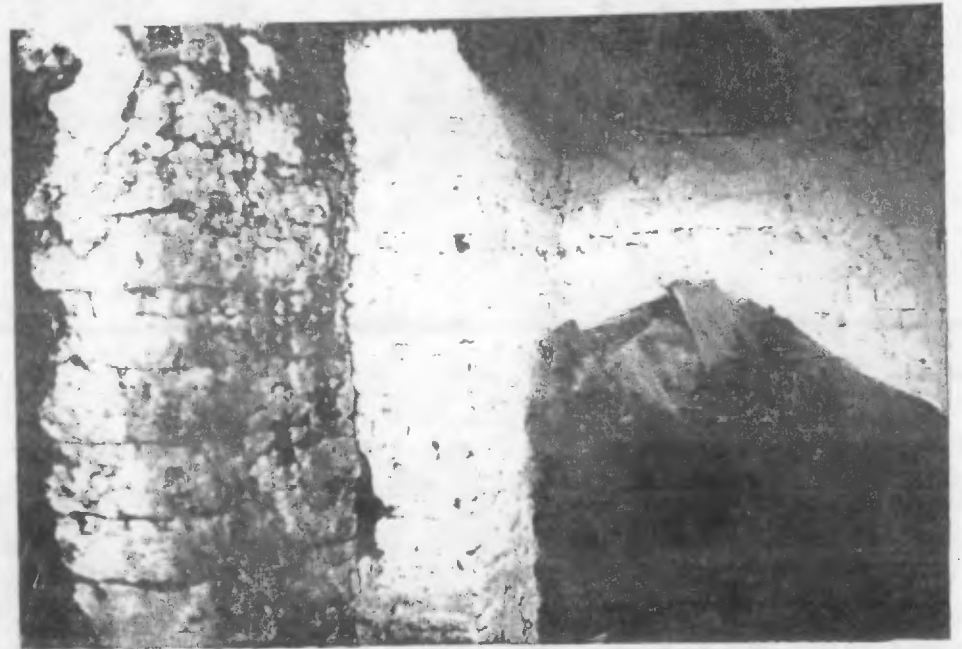
CONSTRUCCION DE VIVIENDAS PROXIMAS
A TALUD NATURAL.



TOPOGRAFIA IRREGULAR DEL TERRENO NO-
TESE LA DIFERENCIA DE ALTURAS ENTRE
LA VIVIENDA DEL PRIMER PLANO Y LA -
DEL FONDO.



AGREGADOS A CONSTRUCCIONES ORIGI-
NALES EN FORMA INADECUADA.

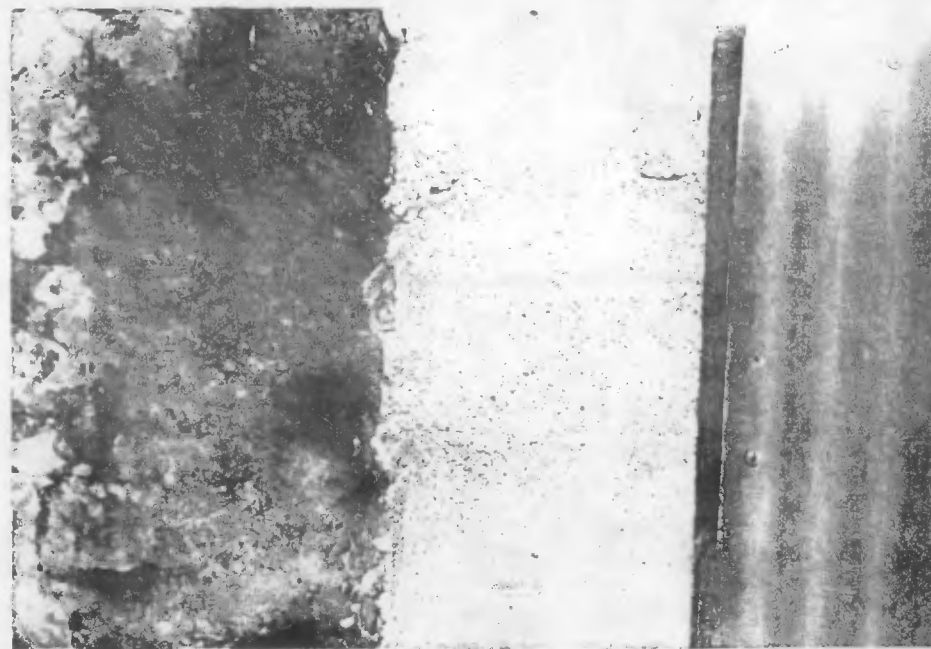


GRAFICA No. (21)

78d .

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA
TESIS PROFESIONAL WILLIAM ISMATUL LAZ

USO DE MATERIALES DIFERENTES INCO-
RRECTAMENTE.

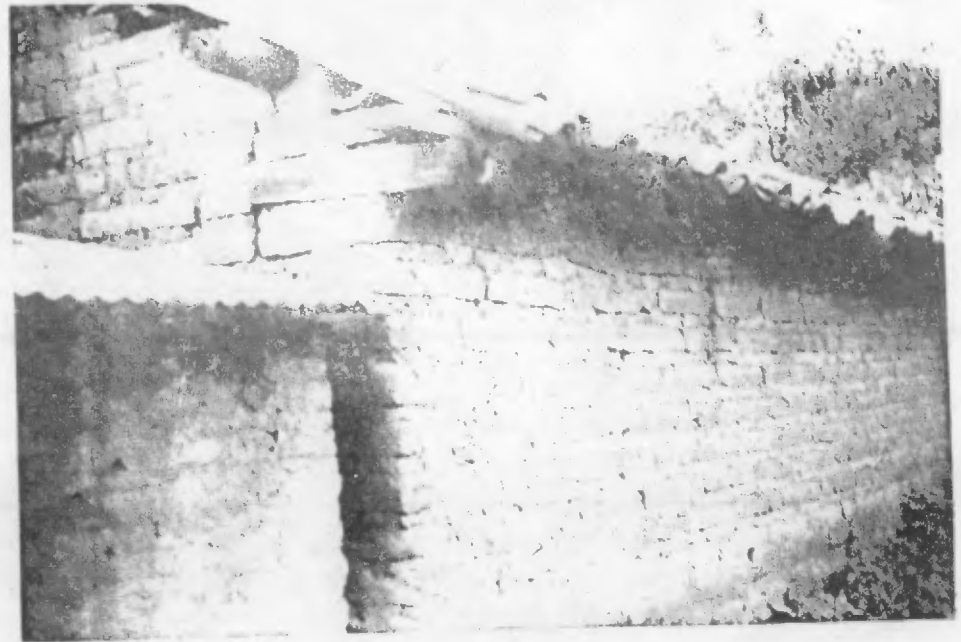


GRAFICA No. (22)

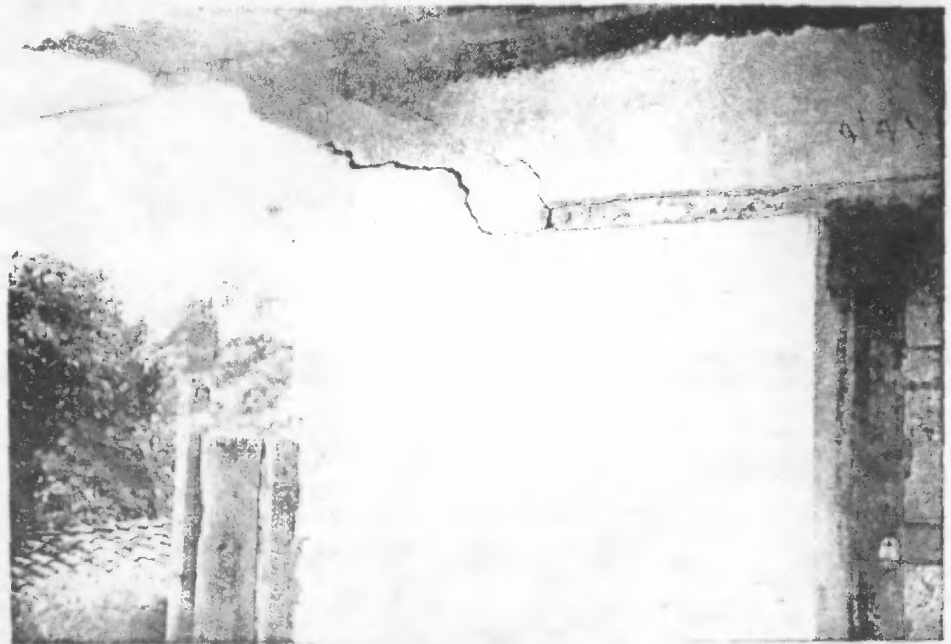
78e

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA
TESIS PROFESIONAL WILLIAM ISMATUL LAZ

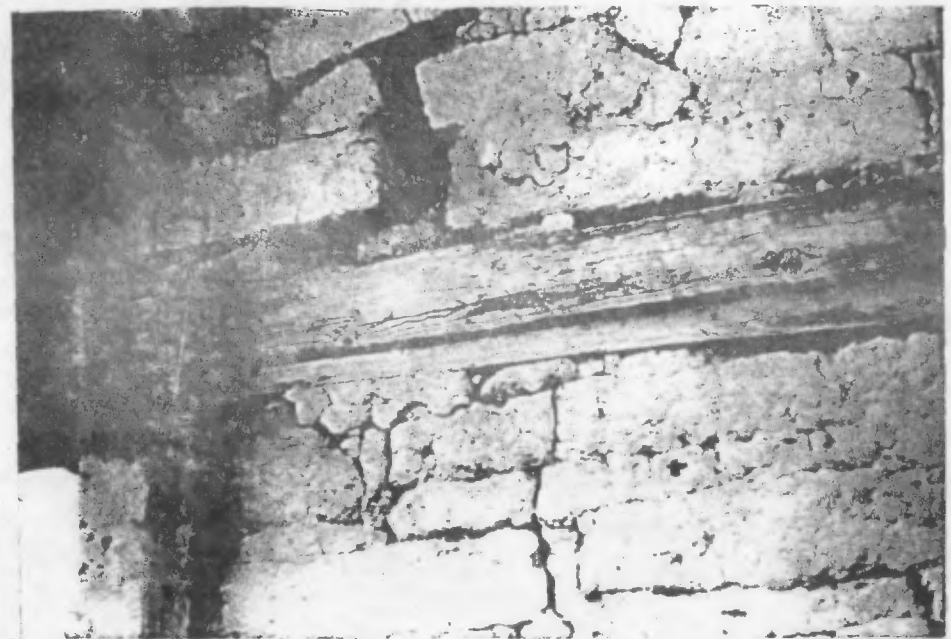
AUSENCIA DE ELEMENTOS DE AMARRE.
DIFERENCIA DE ALTURAS.



GRIETAS EN ESQUINA DE MUROS OCASIONADA POR AUSENCIA DE ELEMENTOS SUPERIORES DE AMARRE.



DETERIORO Y ZAFADURA DE ESTRUCTURA DEL TECHO.



R E F E R E N C I A S

- REFERENCIA R-10: VIII Censo de Población. Dirección General de Estadística, Ministerio de Economía (1981).
- REFERENCIA R-11: Elaboración Propia.
- REFERENCIA R-12: CASTILLO, MANUEL (1981). "Análisis de la Vivienda-- Urbana existente en el Municipio de Sololá y de los- Programas de Vivienda Post-terremoto". Tesis de Grado Facultad de Arquitectura. Universidad San Carlos de Guatemala.

6 EVALUACION VULNERABILIDAD DEL CENTRO POBLADO

BOLETA CENSAL

A efecto de determinar el estado de las construcciones en el Municipio de So--
lolá, se diseñó una boleta que contiene los elementos básicos para dicha eva--
luación.

Esta evaluación se realizó en diez y siete manzanas de la población, localiza--
das en diferentes sectores, para obtener un cuadro representativo de la pobla--
ción; esto no fue difícil ya que la distribución de la vivienda está claramen--
te definida en dos sectores: sector central y sector periférico (Gráfica 25)

Los componentes de la boleta son:

- Manzana
(Ver localización en gráfica No.26)
- Altura de la Construcción:
Expresada en metros
- Uso del suelo:

Para determinar el uso del inmueble, lle--
gando a definir básicamente dos variables:

Vivienda; incluye unifamiliar, de vecindad,

apartamento y otros.

Comercio; de cualquier categoría

- **Material de Muros:**

En dos materiales, adobe y block

- **Porcentaje de humedad:**

Específicamente en pié de muros ocasionada por erosión, lluvia y medio ambiente, provocando el debilitamiento de los muros; se evaluará en una escala de 0 a 10 %, tomando de 0 al 3% como normal, de 4 a 6% como regular y de 6 a 10% como mala.

- **Techos:**

Se analizarán en tres aspectos:

1) Estructura-cubierta, que podrán ser madera y teja, de madera y de lámina.

2) Forma de dos aguas y una agua

3) Pendiente:

Grado de inclinación

- Tipo de construcción:

Según la clasificación de la Escala de Mercalli Modificada (ver página No.)



- Infra-estructura:

Relativo a servicios de electricidad,-
agua potable y drenajes.



- Agregados:

Consiste en determinar si a la construcción original se le agregó ambientes u -
otra construcción formal.

BOLETA CENSAL TIPICA
(CUADRO No. 9)



MANZANA No.	No. DE VIVIENDA	ALTURA	USO DEL SUELO		MATERIAL MUROS		% HUMEDAD	TECHOS				% PENDIENTE	TIPO CONSTRUCCION				INFRA ESTRUCTURA.			AGREGADOS		
			VIVIENDA	COMERCIO	ADOBEBLOCK	MATERIAL		FORMA		A	B		C	D	ELECTRICIDAD	AGUA POTABLE	DRENAJES					
						MADERATEJA		MADERALAMINA														
1	3-5	3.55	*		*		7	*		*		25				*	SI	SI	NO	SI		

CUADRO RESUMEN BOLETA CENSAL
(CUADRO No. 10)



MANZANA No.	No. VIVIENDAS /MZ.	ALTURA PROMEDIO	USO DEL SUELO		MATERIAL MUROS		% HUMEDAD PROMEDIO	TECH O				% PENDIENTE PROMEDIO	TIPO CONSTRUCCION				INFRA-ESTRUCTURA.			AGREGADOS
			VIVIENDA	COMERCIO	ADOBEBLOCK	MATERIAL		FORMA		A	B		C	D	ELECTRICIDAD.	AGUA POTABLE.	DRENAJES			
						MADERATEJA		MADERALAMINA												
1	12	3.67	12	--	12	--	6	12	--	12	--	25				12	10	6	-	10
2	16	3.50	16	--	10	6	5	4	12	13	3	20			4	12	16	16	-	8
3	15	3.50	15	--	12	3	6	9	6	11	4	25				12	15	10	-	13
4	18	3.40	18	--	18	-	7	8	10	13	5	25				18	17	9	-	13
5	15	3.50	15	--	14	1	7	3	12	9	6	20				15	15	12	-	8
6	18	3.30	18	--	18	-	6	9	9	14	4	25				18	18	18	4	15
7	20	3.50	20	--	15	5	7	11	9	14	6	25			3	17	19	16	5	14
8	22	3.60	22	--	18	4	8	18	4	9	13	25			4	18	22	22	12	10
9	14	3.50	14	--	14	--	10	12	2	10	4	20				14	10	8	--	11

CUADRO RESUMEN BOLETA CENSAL

(CUADRO No. 10)

MANZANA No.	No. VIVIENDAS /MZ.	ALTURA PROMEDIO	USO DEL SUELO		MATERIAL MUROS		% HUMEDAD PROMEDIO	T E C H O				% PENDIENTE PROMEDIO	T I P O CONSTRUCCION				INFRA-ESTRUCTURA.			A G R E G A D O S
			VIVIENDA	COMERCIO	A D O B E	B L O C K		MATERIAL		FORMA			A	B	C	D	ELECTRICI- DAO.	AGUA POTA- BLE.	DRENAJES	
								MADERA TEJA	MADERA LAMINA											
10	24	3.70	3	21	13	11	5	6	18	15	9	20			18	6	24	24	24	12
11	17	3.50	6	11	4	13	4	3	14	13	4	20			15	2	17	17	17	10
12	25	3.60	20	5	22	3	8	17	8	18	7	25			3	22	25	23	15	17
13	16	3.50	16	--	14	2	7	6	10	9	7	20			2	14	15	12	5	9
14	19	3.70	17	2	15	4	6	6	13	11	8	30			5	14	19	15	9	5
15	22	3.40	22	--	12	10	4	5	17	18	4	20			10	12	22	20	15	10
16	15	3.60	15	--	11	4	5	3	12	6	9	20			4	11	15	15	13	12
17	18	3.50	12	6	9	9	4	2	16	4	14	20		3	7	8	18	11	13	4

REFERENCIA R-13.

										17	M A N Z A N A No.
										306	No. VIVIENDAS /MZ.
										3.60	ALTURA PROMEDIO
										261	VIVIENDA
										45	COMERCIO
										231	A D O B E
										75	B L O C K
										6	% HUMEDAD PROMEDIO
										119	MADERA TEJA
										187	MADERA LAMINA
										199	
										107	
										25	% PENDIENTE PROMEDIO
										0	A
										3	B
										72	C
										231	D
										297	ELECTRICI- DAD.
										254	AGUA POTABLE.
										132	DRENAJES
										181	A G R E G A D O S

RESULTADOS AREAS CENSADAS

Los resultados obtenidos a través de la Boleta censal muestran que los parámetros asumidos en el planteamiento inicial (Hipótesis) son verdaderos, destacando los siguientes:

- El material prevaeciente en muros es el adobe; de un total de 306 construcciones, 231 son de adobe y 75 de block , 76% adobe, 24% Block.
- El porcentaje de humedad, cuyo promedio es de 6% refleja uno de los principales problemas en las construcciones actuales, ocasionando debilitamiento en los muros, que generalmente son de carga.
- La altura promedio de 3.60 Mts., y la ausencia de elementos de amarre representan un serio problema.
- En el aspecto de techos, existe un alto porcentaje de viviendas (44 % de la muestra), con techo de teja y estructura de madera, en su mayoría en mal estado, combinado con la pendiente (25% de promedio) es peligroso.
- Finalmente en elementos constructivos relacionados con el riesgo sísmico, existen 181 casos de los 306, en los que se ha hecho agregados a las construcciones originales, consistentes en ambientes (1 ó 2 habitaciones) y en los

que no hay técnicas constructivas adecuadas, puesto que los mismos únicamente se han " pegado " a las originales. (Ver gráfica No. 21).

Desde el punto de vista del riesgo sísmico, esto representa peligro, ya que en el momento del sismo se producen grandes esfuerzos en las uniones, y estos elementos vibrarán de diferente manera.

- En lo relativo a tipo de construcción (Escala Mercalli Modificada) predomina la tipo "D" con 231 unidades, tipo "C" 72 unidades, tipo "B" 3 unidades y tipo "A" con cero unidades.
- En los aspectos de infra-estructura los datos obtenidos son: electricidad - 297 unidades, Agua potable 254, Drenajes 132.

Denotan que el principal problema es la ausencia de drenajes y agua potable, esto básicamente en la periferia de la población.

EVALUACION YULNERABILIDAD DEL CENTRO POBLADO

CONSIDERACIONES GENERALES:

La ocurrencia del fenómeno sísmico tiene la particularidad que se origina repentinamente y en pocos segundos produce la catástrofe. Esto se traduce en que el riesgo de pérdidas de vidas y bienes sean mayores que en otro tipo de desastres.

Se sabe que la manera más efectiva de reducir pérdidas humanas y materiales -- frente a un terremoto es a través de construcciones adecuadas que puedan soportar sus efectos y que la población y sus actividades estén distribuidas de manera que el riesgo sea mínimo.

Bajo este punto de vista en el presente análisis se determinará primeramente el grado de vulnerabilidad del área de Sololá (comprende únicamente el área catalogada como urbana, y donde la vivienda tradicional responde a las mismas características que las ubicadas en el área rural-léase aldeas y caseríos-), analizando en términos más cualitativos que cuantitativos, las características macro sísmicas regionales, el riesgo sísmico del área y la capacidad sismo resistente de sus construcciones.

Los parámetros de análisis son los siguientes:

- Clasificación de las edificaciones

- Zonas de peligro
- Red Vial existente
- Zonas de alto riesgo
- Comportamiento sísmico de las construcciones
- Zonas de evacuación
- Elementos a riesgo

- CLASIFICACION DE LAS EDIFICACIONES (según su capacidad de resistir fuerzas horizontales considerables, con base en la Escala de Mercalli Modificada. (REFERENCIA R-14).

La clasificación posee algunas adaptaciones para la Región de Solola, realizadas a través -- de una boleta censal, ejecutadas en diferentes sectores de la población.

Ver cuadro resumen de los sectores censados y boleta típica.

La clasificación queda de la siguiente manera:

TIPO "A"

Edificaciones generalmente construídas de concreto reforzado o acero, diseñadas y calculadas -- en detalle para resistir fuerzas horizontales considerables, utilización de materiales de prime ra calidad, mano de obra y supervisión excelentes. Con éstas características se localizarón -- únicamente dos construcciones:

- 1.- Edificio Agencia Banco de Guatemala
- 2.- Edificio Hospital Nacional Juan De Dios Rodas

TIPO "B"

Edificaciones construidas de concreto reforzado o mampostería reforzada, aun cuando poseen diseño estructural, el mismo no ha sido calculado en detalle para resistir fuerzas horizontales considerables. Uso de materiales y mano de obra calificados. Con éstas características se encuentran los siguientes edificios: Municipalidad, Gimnasio, Gobernación Departamental, mercado Municipal, Escuelas tipo Federación, Justo Rufino Barrios, y Abraham Lincoln.

TIPO "C"

Edificaciones construidas en su mayoría de mampostería reforzada (principalmente en bloques de pómez), carecen de diseño y cálculo estructural, utilización de materiales y mano de obra ordinarios. En este grupo se encuentran las construcciones ejecutadas por BANVI y BANDESA, así como las construidas por personas de mejores recursos económicos, localizadas principalmente en el área central de la población.

TIPO "D"

Edificaciones construidas con materiales poco resistentes como el adobe y el bajareque, heredando sistemas y formas tradicionales, generalmente de auto-construcción y sin conocimiento de técnicas y sistemas constructivos adecuados. Se puede afirmar que éste tipo de construcción es el que predomina en la población de Sololá y en ésta tesis se ha denominado vivienda tradicional cuyo análisis se ha hecho en el capítulo anterior.

Ver gráfica No. 29

- ZONAS DE PELIGRO

Estas serán localizadas en base a lo siguiente:

- Grado de vulnerabilidad de las construcciones según boleta censal
- Topografía del terreno (pendientes).
- Zonas densamente pobladas
- Circulaciones obstruidas
- Red Vial
- Espacios verdes

Con los anteriores parámetros se llega a determinar que las zonas de peligro - se definen de la siguiente manera:

ZONA DE ALTO PELIGRO

Están comprendidas en las áreas con pendientes que oscilan entre el 6% y 30% , construcción del tipo " D ", circulaciones obstruídas y transitables sólo peatonalmente, densamente pobladas y éstas están localizadas en la periferia de la población y habitadas principalmente por población indígena.

ZONA DE MEDIANO PELIGRO

Estas zonas se localizan en las áreas planas que corresponden al Centro de la población, y los lugares donde la pendiente oscila entre el 6% y 15% como máximo; siendo áreas medianamente pobladas cuya construcción pertenece al tipo "C".

ZONA DE POCO PELIGRO

Localizadas únicamente en el área del Hospital Nacional y algunas aledañas al campo de Fútbol, cuyas características principales son: pendientes del 0% al 5%, libres de construcciones y cuando las hay pertenecen al tipo "A", de fácil acceso o con áreas libres. (Gráfica No. 30).

- RED VIAL EXISTENTE

Este análisis consiste en la localización de las vías principales y las vías secundarias que comunican a la población, en donde se aprecia que las principales se localizan en el Centro de la Población, cuyo material prevalecte es el adoquín, el resto de las vías son de: terracería, empedrado en estado regular o malo y en su gran mayoría transitables sólo peatonalmente y éstas se ubican en la periferia de la Población, provocando problemas de circulación en caso de emergencia. Ver gráfica No. 31.

- ZONAS DE ALTO RIESGO

Estas fueron localizadas en base a los siguientes factores:

- Pendientes mayores del 15%
- Circulaciones obstaculizadas o inexistentes.
- Ausencia total de infra-estructura básica.
- Proximidad de taludes naturales o artificiales.

Con estas características tenemos:

- Areas del sector Sur aledañas al Hospital General.
- Areas del sector Norte, el ingreso a la Población.
- La mayoría del sector Sur-Oeste.

Ver Gráfica No. 32.

- COMPORTAMIENTO SISMICO DE LAS CONSTRUCCIONES

Esta fase consiste en la simulación de un sismo grado VII MMI, basada en el mapa de aproximación de iso-aceleraciones y las intensidades estimadas para esta Región, según el Teorema de Poisson. Se estima que según el tipo de estructuras, su resistencia a fuerzas horizontales será la definida en las descripciones MMI.

Es importante señalar que las evaluaciones están hechas para las construcciones exclusivamente.

Algunos factores que intervienen en el proceso del riesgo sísmico, y que no se han considerado en la siguiente evaluación son:

- Problemas de carácter inconsistente dentro de los efectos tabulados en la escala de Mercalli Modificada.
- Estructuras de nueva construcción.
- Condiciones y componentes del suelo, que contribuyen significativamente -- en la distribución del daño.
- Ubicación y localización del epicentro del sismo esperado.
- La distribución espacial del daño a la infraestructura puede variar considerablemente debido a la dirección y complejidad de la rotura de la falla.

De acuerdo a la clasificación de las estructuras existentes y a los resultados de las áreas censadas, se realizará una simulación de un sismo de grado VII-VIII en la escala de Mercalli Modificada (equivalente al sismo de 1976).

El resultado es el siguiente:

AREA SERIAMENTE DAÑADA

Area Norte y periferia de la población con pendientes de 10% en adelante, predominio de construcción tipo "D", circulaciones en mal estado y en su mayoría peatonales.

Los daños se evalúan así:

- Construcciones seriamente dañadas, gran parte de ellas destruidas totalmente.
- Muros aislados y externos destruidos.
- Mobiliario volcado.
- Tubería subterránea destruida.
- Rellenos, terraplenes y tierra compactada bajaron de nivel.
- Suministro de electricidad y teléfono interrumpidos.
- Terreno húmedo fisurado.

En estos sectores se localiza el 80% de la población.

AREA MEDIANAMENTE DAÑADA

Principalmente en área Central, con pendientes de 0 al 15%, circulaciones fluidas, y predominio de construcciones tipo "C".

Los daños a las construcciones se evalúan como considerables, pero sin llegar -

a la destrucción total, estas construcciones son del tipo BANVI-BANDESA y similares.

AREAS CON POCO DAÑO

Localizada en los solares con construcciones tipo "B", en su mayoría edificios públicos como: escuelas, mercado, Municipalidad, etc. cuyos daños se catalogan como moderados.

AREAS CON NINGUN DAÑO

En áreas libres de construcciones o con construcciones tipo "A", únicamente localizadas en el Hospital Nacional, Agencia Banco de Guatemala, Parques y Canchas deportivas. (GRAFICA No. 33).

e) ZONAS DE EVACUACION

Una de las características de la cabecera de Sololá, es la ausencia de áreas libres próximas al casco urbano que permitan refugiarse en caso de emergencia. Localizándose únicamente las siguientes áreas:

Campo de Fútbol y aledañas, área circundante al Edificio de la Escuela Tipo Federación, áreas deportivas del Seminario, áreas circundantes de la Escuela Justo Rufino Barrios. (GRAFICA No. 34).

f) ELEMENTOS A RIESGO

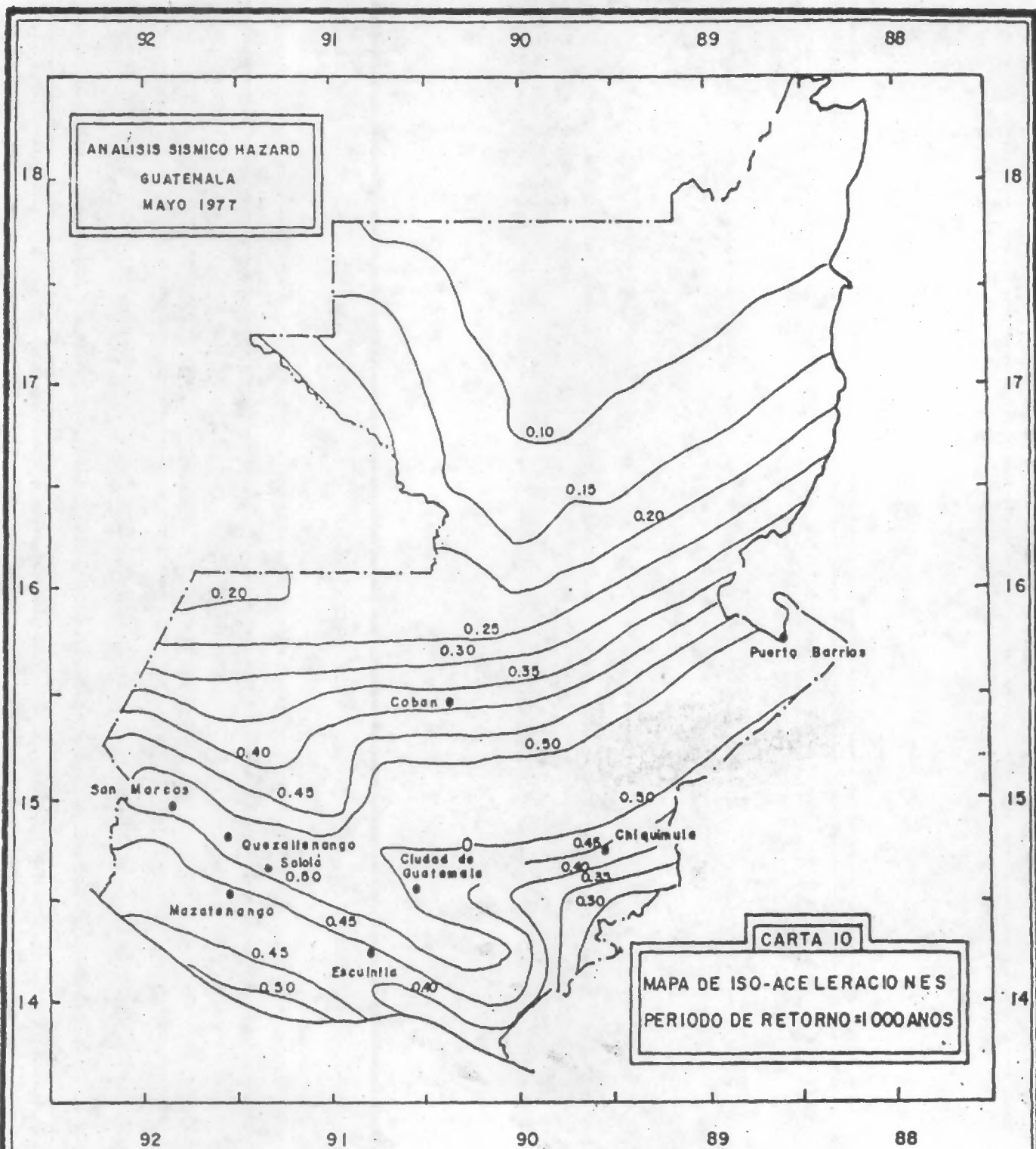
Se entenderá por elementos a riesgo al conjunto de personas, edificaciones, servicios públicos, actividades económicas, e infraestructura expuestas a amenaza de desastre en área determinada.

En este sentido podemos determinar que cualquier centro poblado que reúna las características mencionadas está sujeta al riesgo sísmico y bajo este punto de vista la población de Sololá posee los elementos a riesgo: (se hace la aclaración que la siguiente clasificación es subjetiva y hecha en base a la investigación de los diferentes factores mencionados).

- Las construcciones tipo "D" localizadas en áreas densamente pobladas y con

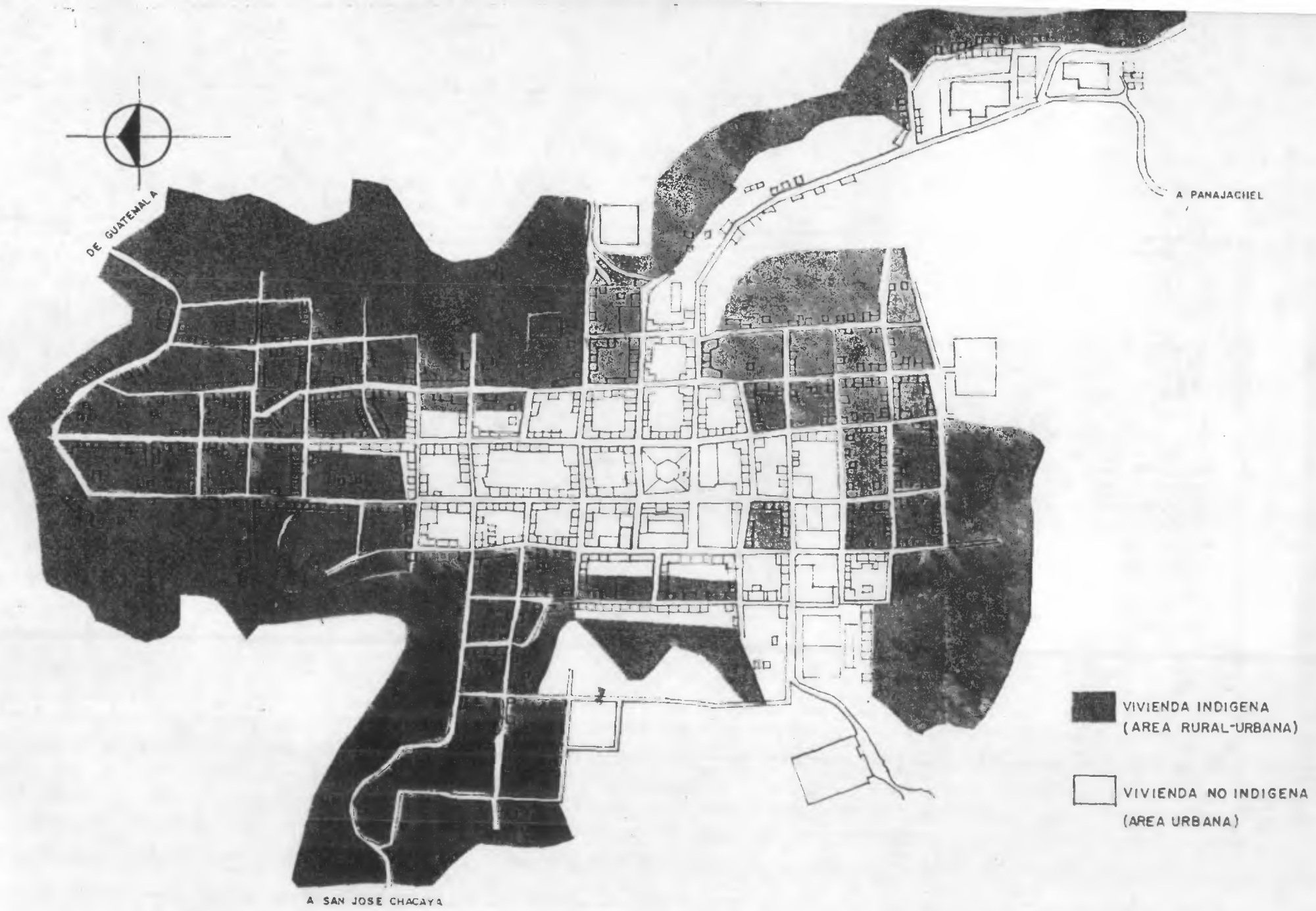
pendientes mayores del 10%.

- Construcciones Tipo "D" y "C" con vías de acceso obstruidas.
- Lugares con mucha afluencia de personas como: escuelas, mercado, iglesias, etc. principalmente si el sismo ocurre en horas en que éstos -- son utilizados.



MAPA DE ISO-ACELERACIONES, MODELO DE POISSON. PERIODO DE RETORNO DE 1,000 AÑOS.

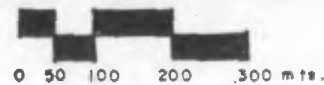
FUENTE: EXTRAIDO DE " SEISMIC HAZARD MAPPING FOR GUATEMALA. "
 BY DEPARTAMENTEN OF ENGINEERING SATNPORT UNIVERSITY.
 REPORT No. 26 MAY. 1977



DISTRIBUCION DE LA VIVIENDA

GRAFICA No. 25
 (REFERENCIA R-13)

96a



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS PROFESIONAL

WILLIAM ISMATUL LAZ



DISTRIBUCION DE LA VIVIENDA

GRAFICA No. (25) a
 (REFERENCIA R-13)

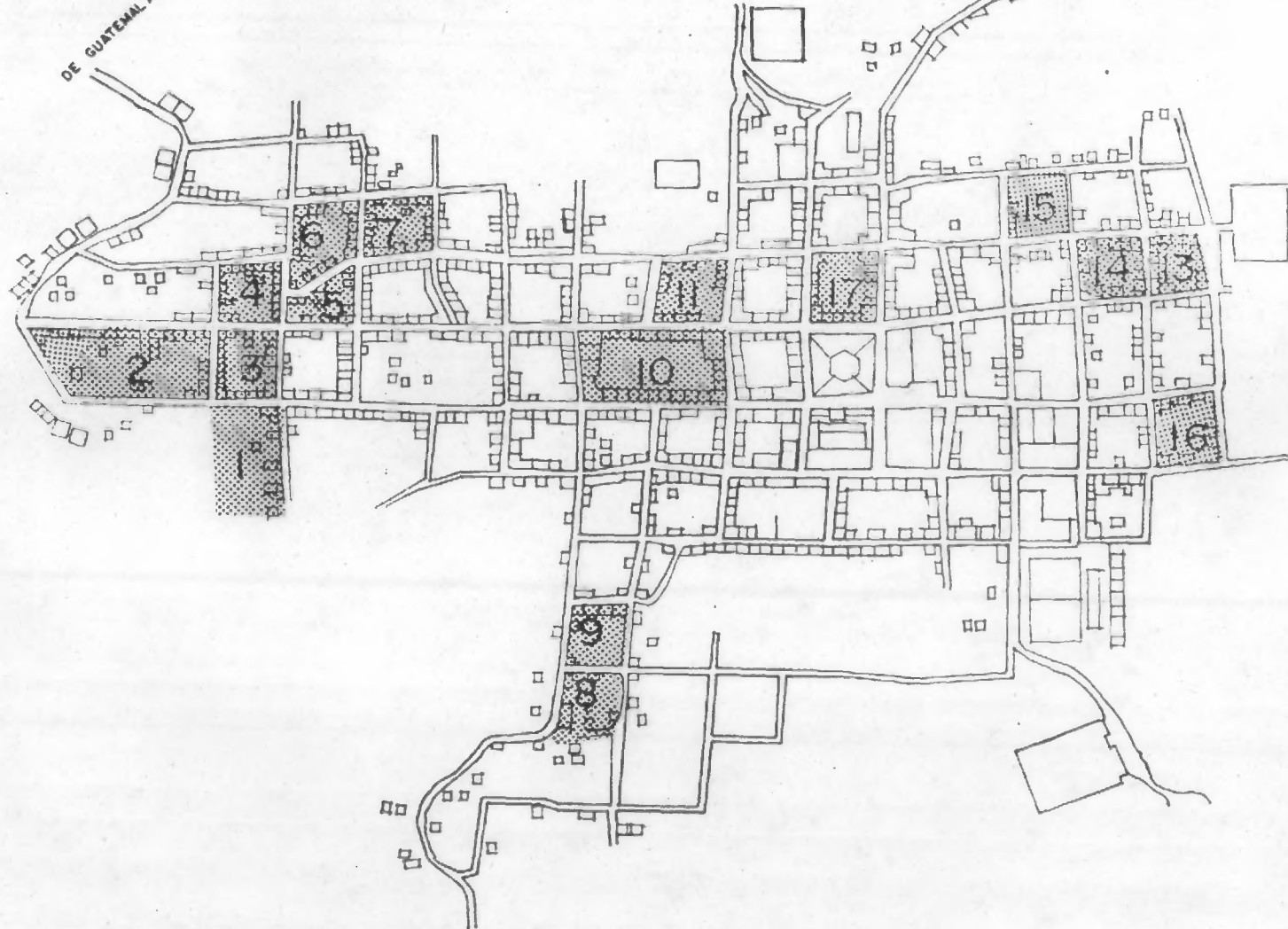
96b

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
 FACULTAD DE ARQUITECTURA
 TESIS PROFESIONAL WILLIAM ISMATUL LAZ



DE GUATEMALA

A PANAJACHEL



MANZANA CENSADA

A SAN JOSE CHACAYA

MANZANAS CENSADAS

GRAFICA No. 28

(REFERENCIA R-13)

96c



0 50 100 200 300mts.

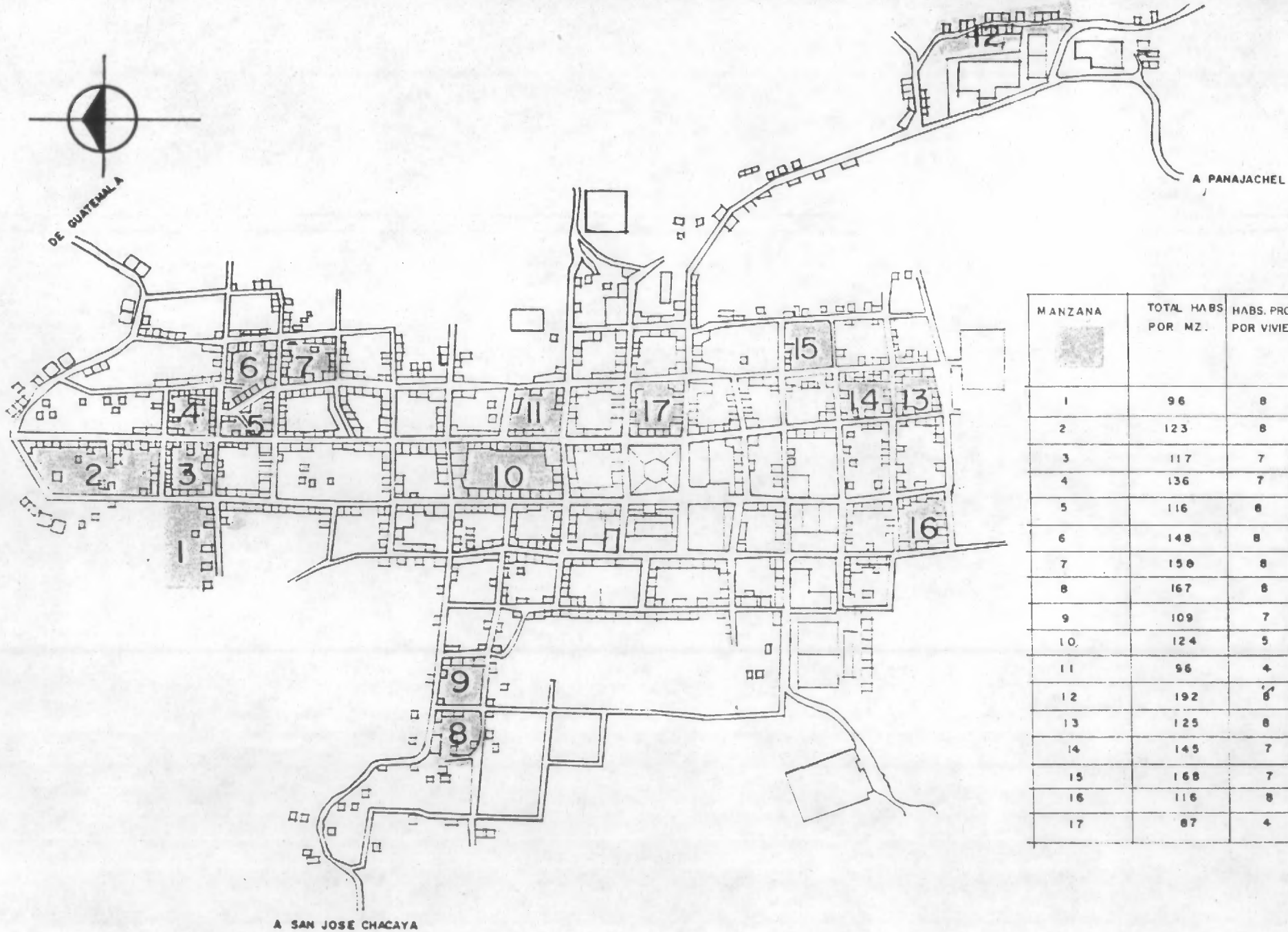
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS PROFESIONAL

WILLIAM ISMATUL LAZ



DE GUATEMALA



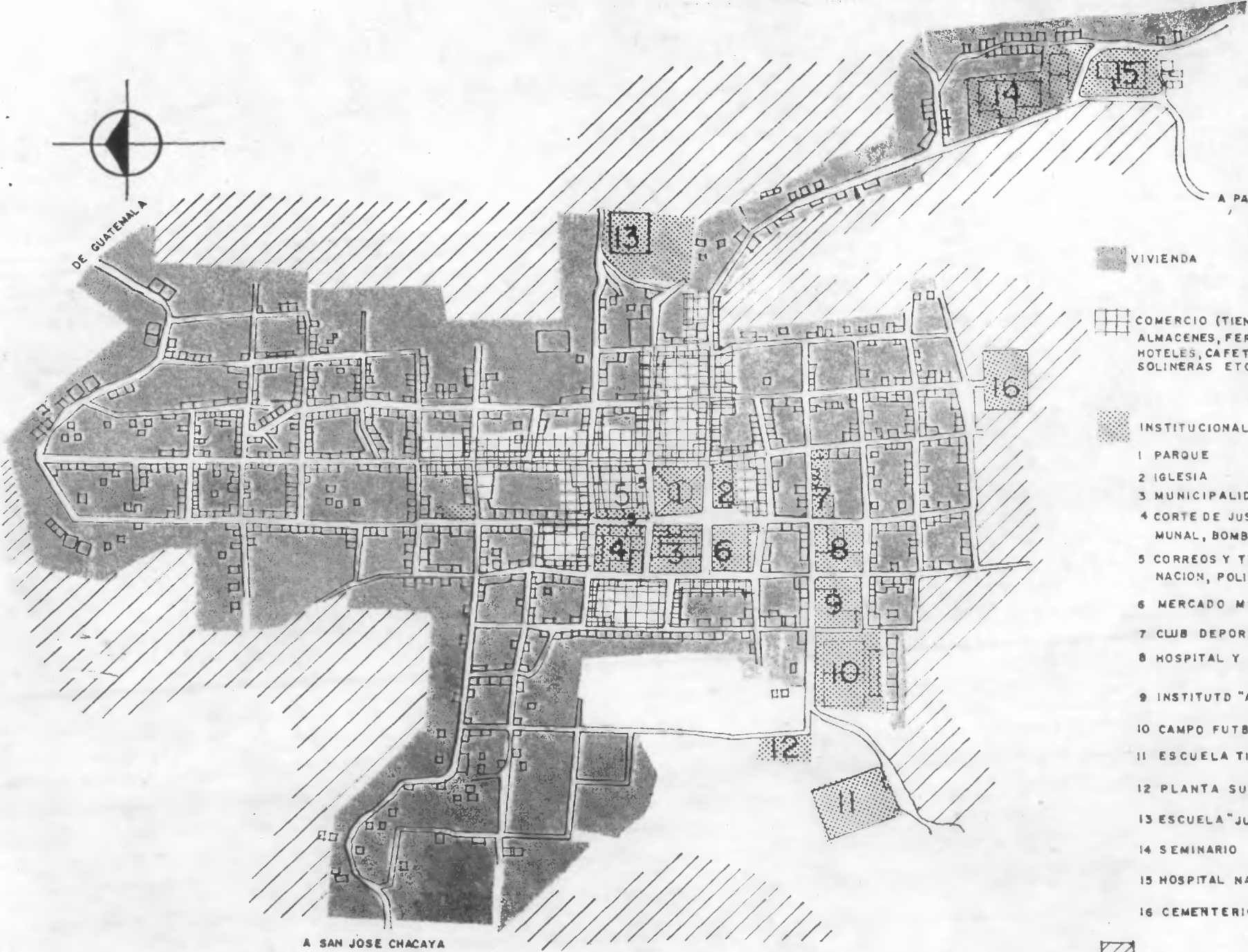
MANZANA	TOTAL HABS POR MZ.	HABS. PROMEDIO POR VIVIENDA.
1	96	8
2	123	8
3	117	7
4	136	7
5	116	8
6	148	8
7	158	8
8	167	8
9	109	7
10	124	5
11	96	4
12	192	8
13	125	8
14	145	7
15	168	7
16	116	8
17	87	4

A SAN JOSE CHACAYA







DE GUATEMALA

A PANAJACHEL



A SAN JOSÉ CHACAYA

-  VIVIENDA
-  COMERCIO (TIENDAS, ABARROTERIAS, ALMACENES, FERRETERIAS, FARMACIAS, HOTELES, CAFETERIAS, BANCOS, GASOLINERAS ETC.)
-  INSTITUCIONAL Y/O SERVICIO
 - 1 PARQUE
 - 2 IGLESIA
 - 3 MUNICIPALIDAD Y GIMNASIO
 - 4 CORTE DE JUSTICIA, SALON COMUNAL, BOMBEROS
 - 5 CORREOS Y TELEGRAFOS, GOBERNACION, POLICIA NACIONAL
 - 6 MERCADO MUNICIPAL
 - 7 CLUB DEPORTIVO
 - 8 HOSPITAL Y ESCUELA
 - 9 INSTITUTO "ABRAHAM LINCOLN"
 - 10 CAMPO FUTBOL
 - 11 ESCUELA TIPO FEDERACION
 - 12 PLANTA SUBESTACION INDE
 - 13 ESCUELA "JUSTO R. BARRIOS"
 - 14 SEMINARIO
 - 15 HOSPITAL NACIONAL
 - 16 CEMENTERIO
-  USO PARA CULTIVOS

USO DEL SUELO

GRAFICA No. (27)
(REFERENCIA R-13)

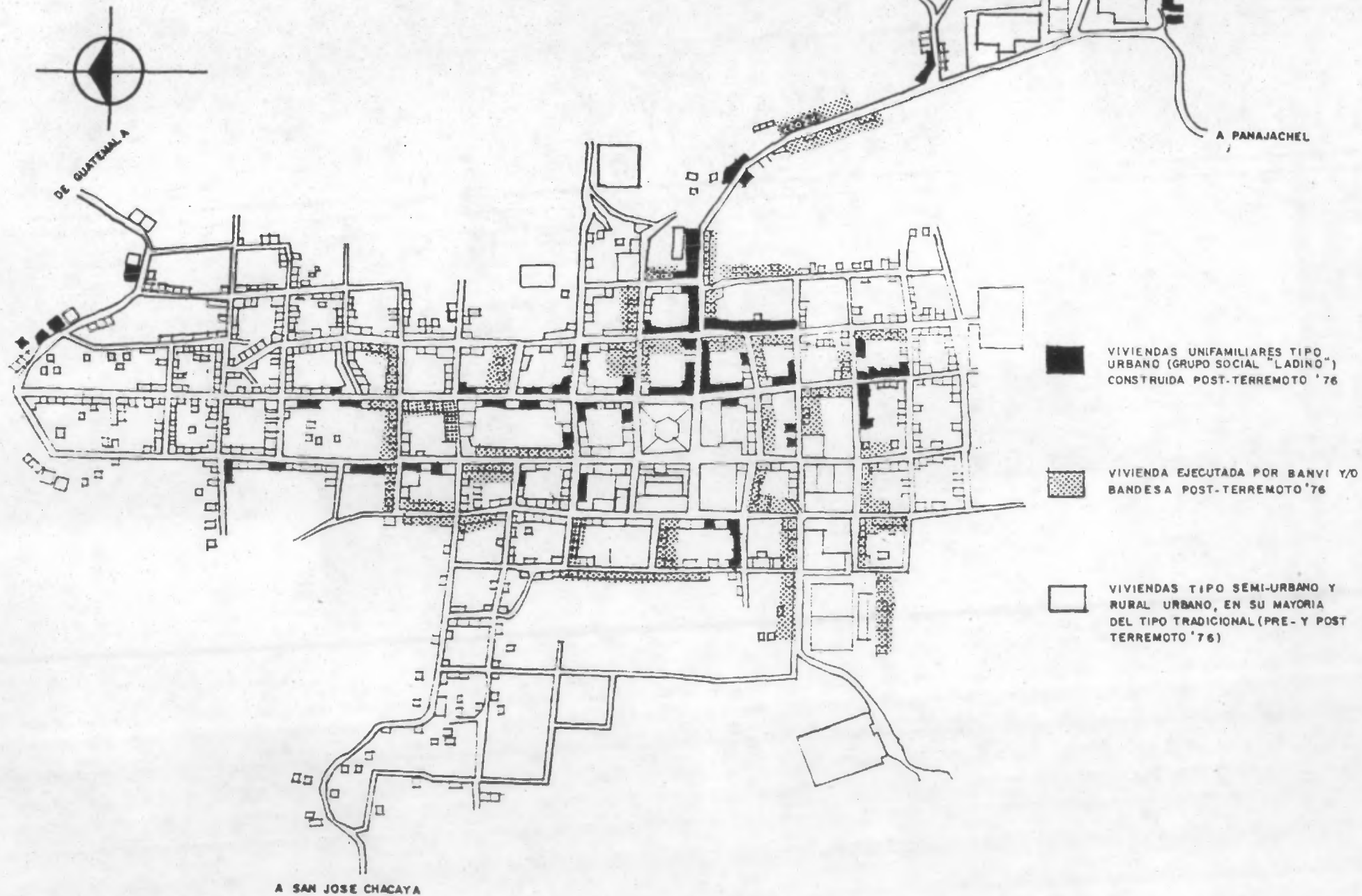
96e



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS PROFESIONAL

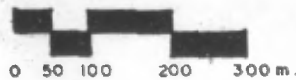
WILLIAM ISHATH...



TIPO DE VIVIENDA

GRAFICA No. (27) a
(REFERENCIA R-13)

96f



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA

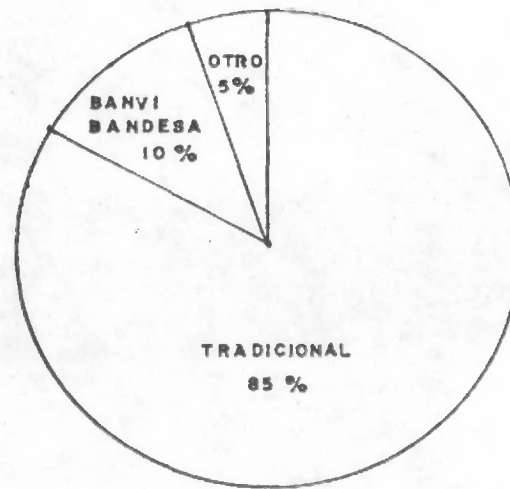
TESIS PROFESIONAL

WILLIAM ISMATUL LAZ



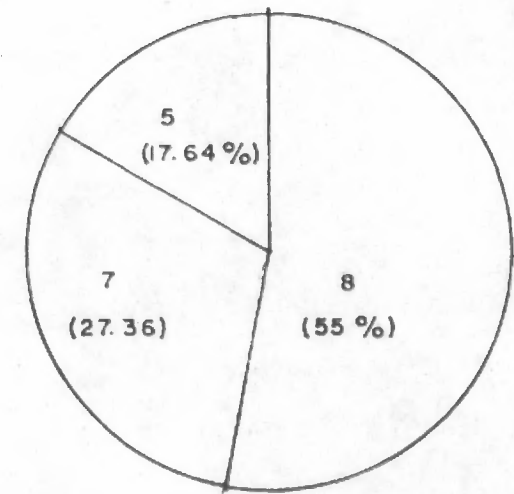
% VIVIENDA POR GRUPO ETNICO

FUENTE: CENSO 1981



% VIVIENDA POR TIPO

FUENTE: BOLETA CENSAL. (INV. PROPIA)

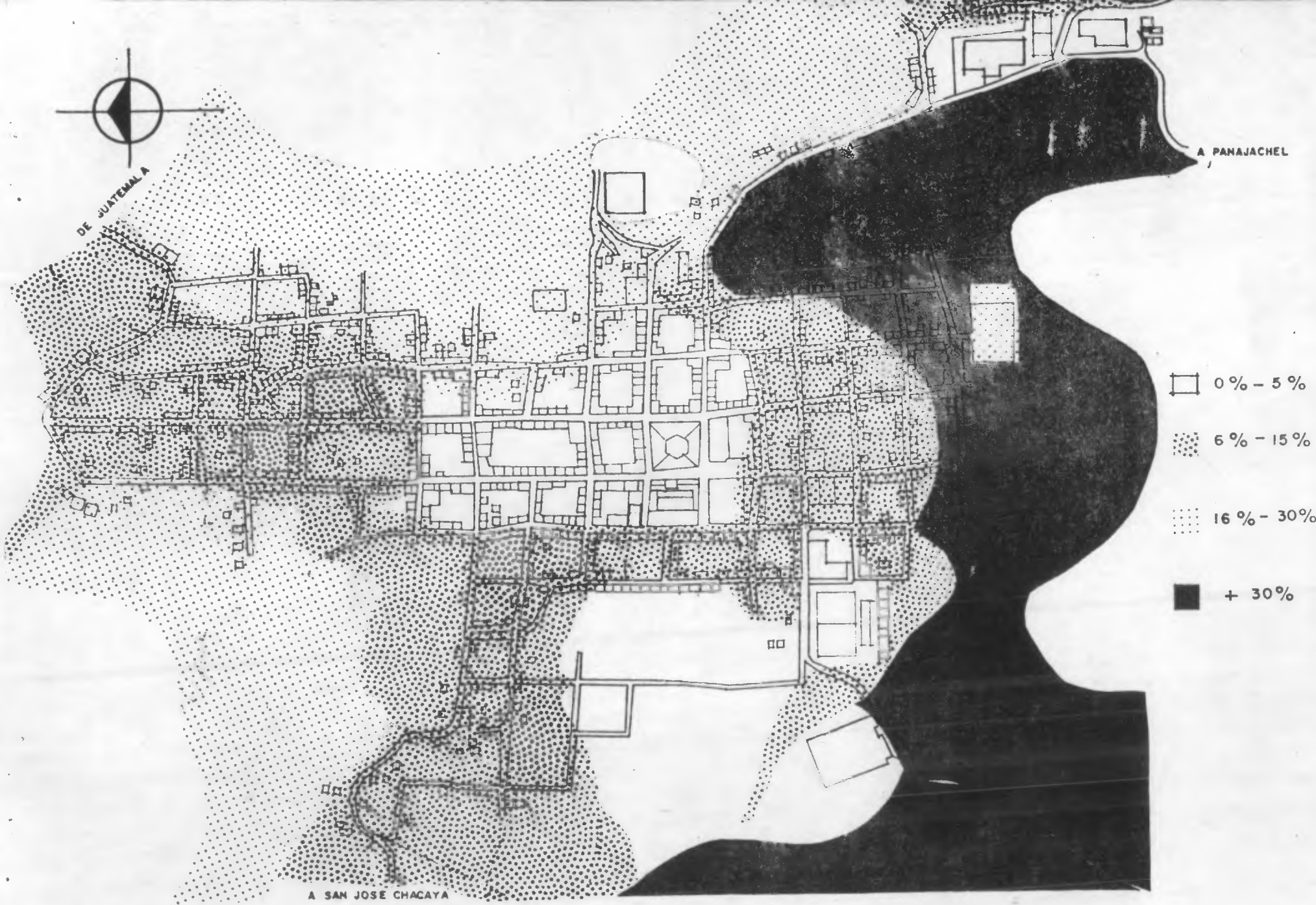






NUMERO PERSONAS RESIDENTES POR UNIDAD HABITACIONAL

FUENTE: BOLETA CENSAL (INV. PROPIA)



DE GUATEMALA



-  0% - 5%
-  6% - 15%
-  16% - 30%
-  + 30%

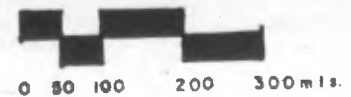
A SAN JOSE CHACAYA

A PANAJACHEL

PENDIENTES DEL TERRENO

GRAFICA No. 28
(REFERENCIA R - 13)

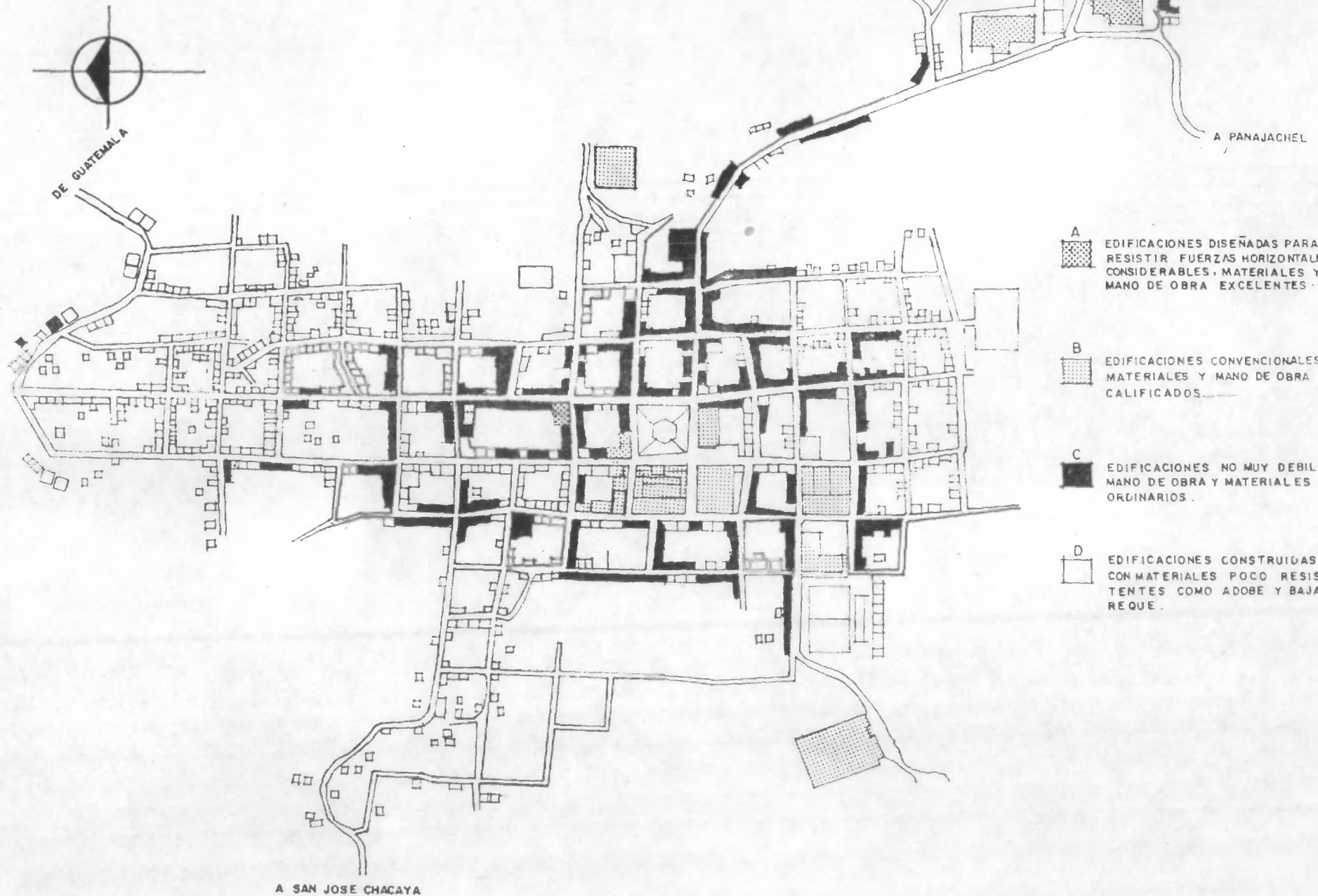
96h



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS PROFESIONAL

WILLIAM ISMATUL LAZ

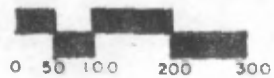


- A** EDIFICACIONES DISEÑADAS PARA RESISTIR FUERZAS HORIZONTALES CONSIDERABLES, MATERIALES Y MANO DE OBRA EXCELENTES.
- B** EDIFICACIONES CONVENCIONALES MATERIALES Y MANO DE OBRA CALIFICADOS.
- C** EDIFICACIONES NO MUY DEBILES MANO DE OBRA Y MATERIALES ORDINARIOS.
- D** EDIFICACIONES CONSTRUIDAS CON MATERIALES POCO RESISTENTES COMO ADOBE Y BAJAREQUE.

CLASIFICACION DE LAS EDIFICACIONES EXISTENTES

GRAFICA No. 29
(REFERENCIA R-13)

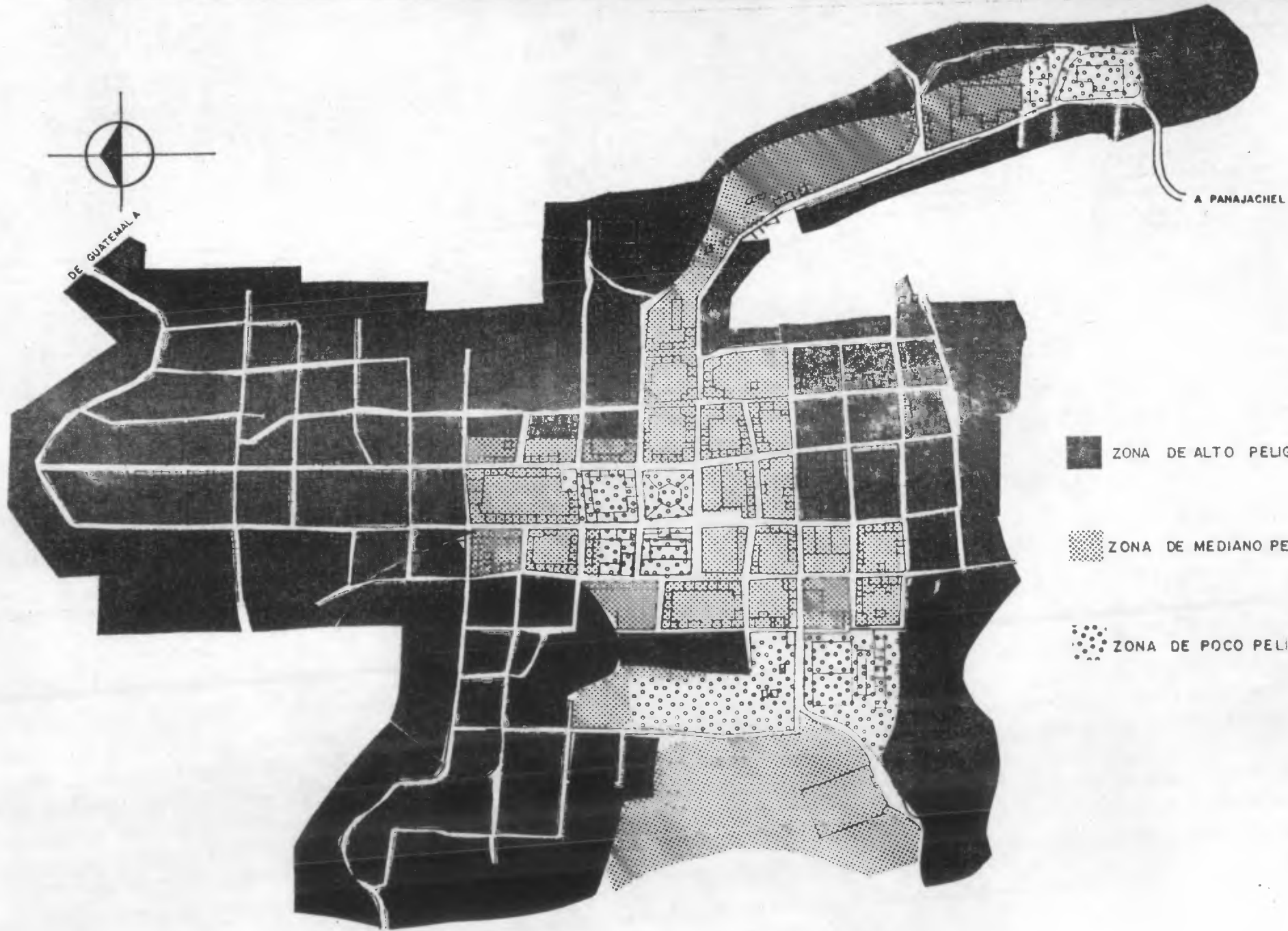
96i



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS PROFESIONAL

WILLIAM ISMATUL LAZ



DE GUATEMALA

A PANAJACHEL

A SAN JOSE CHACAYA

- ZONA DE ALTO PELIGRO
- ZONA DE MEDIANO PELIGRO
- ZONA DE POCO PELIGRO

ZONAS DE PELIGRO

GRAFICA No. 30

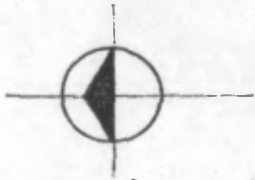
(REFERENCIA R-13)

96j



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS PROFESIONAL



DE GUATEMALA

A PANAJACHEL

TENDENCIA A CRECIMIENTO

A SAN JOSE CHACAYA

TENDENCIA A CRECIMIENTO

GRAFICA No. (REFERENCIA R-13)

96k



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE ARQUITECTURA TESIS PROFESIONAL WILLIAM ISMATUL LAZ



RED VIAL EXISTENTE

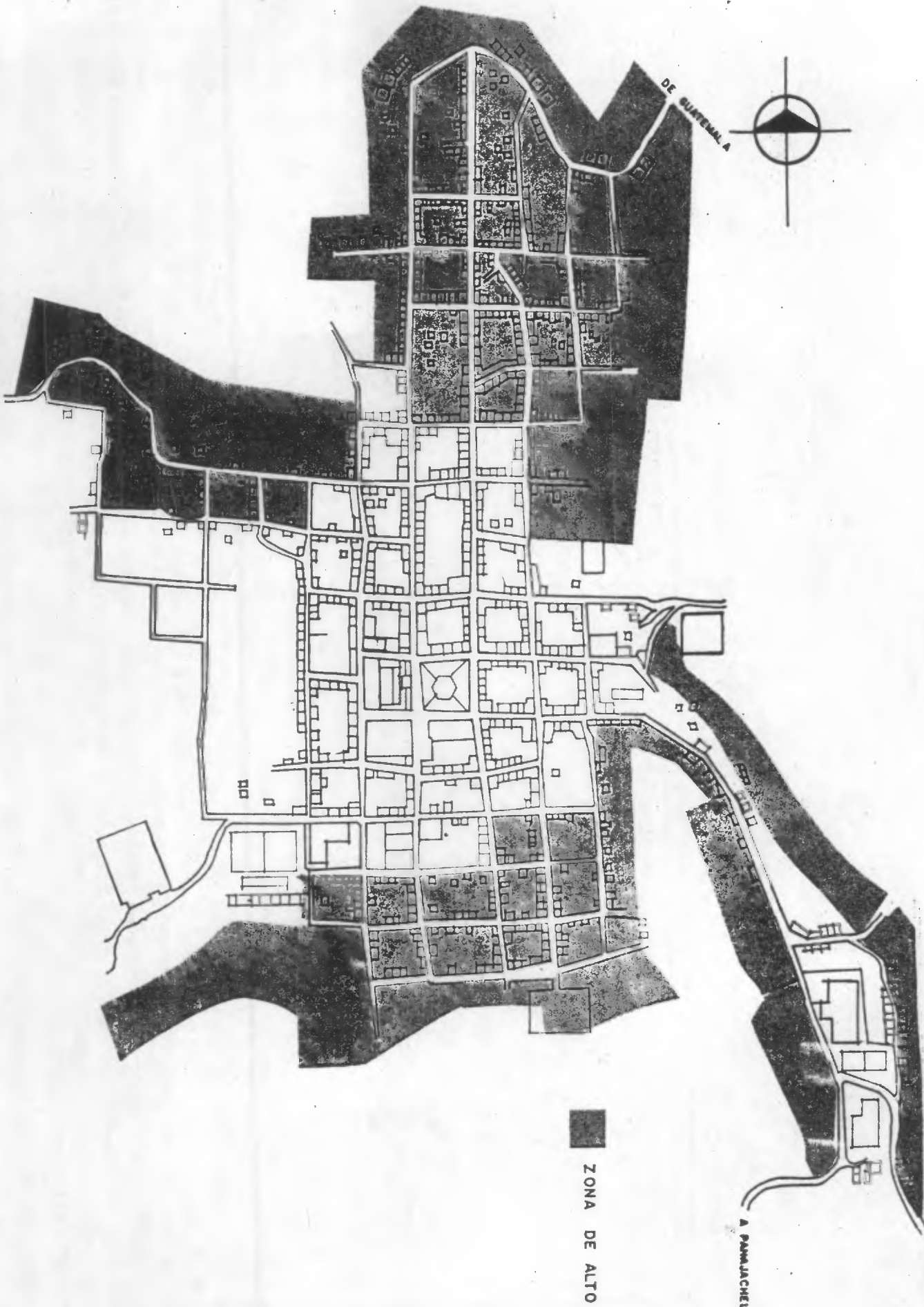
GRAFICA No. 31
(REFERENCIA R-13)

96L

0 50 100 200 300 mtr.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA
TESIS PROFESIONAL WILLIAM ISMATUL LAZ



A SAN JOSE CHACAYA

A PAMAJACHEL

ZONA DE ALTO RIESGO

ZONAS DE ALTO RIESGO

GRAFICA No. 32

(REFERENCIA R-13)

96m



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA
TESIS PROFESIONAL
WILLIAM ISMATUL LAZ



DE GUATEMALA

A PANAJACHEL

A SAN JOSE CHACAYA

AREA SERIAMENTE DAÑADA
CONSTRUCCIONES CON CONSIDERABLES
DAÑOS, EN SUMAYORIA DESTRUIDAS TO-
TALMENTE

AREA MEDIANAMENTE DAÑADA
CONSIDERABLES DAÑOS EN CONSTRUC-
CIONES, PERO SIN LLEGAR AL COLAPSO

AREA CON POCO DAÑO
CONSTRUCCIONES CON DAÑO MODERADO

AREAS CON NINGUN DAÑO

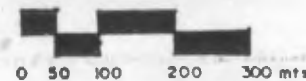
COMPORTAMIENTO SISMICO DE LAS CONSTRUCCIONES EXISTENTES

(SIMULACION DE UN SISMO GRADO VII - VIII MM.)

GRAFICA No. 33

96n

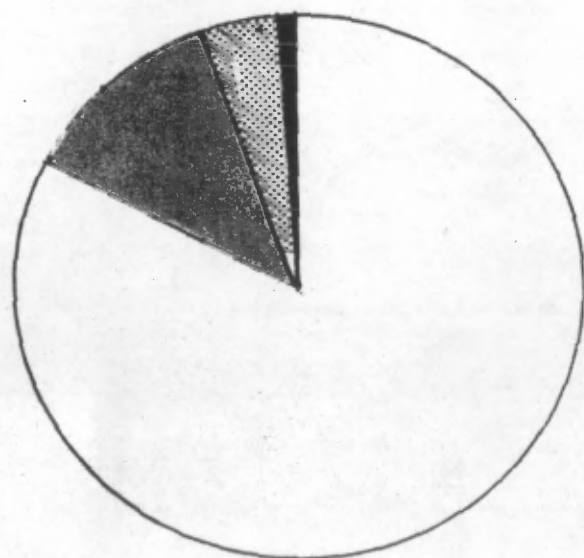
(REFERENCIA R-13)



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA

TESIS PROFESIONAL

WILLIAM ISMATUL LAZ



AREA SERIAMENTE DAÑADA
85 %



AREA MEDIANAMENTE DAÑADA
10 %



AREA CON POCO DAÑO
4 %

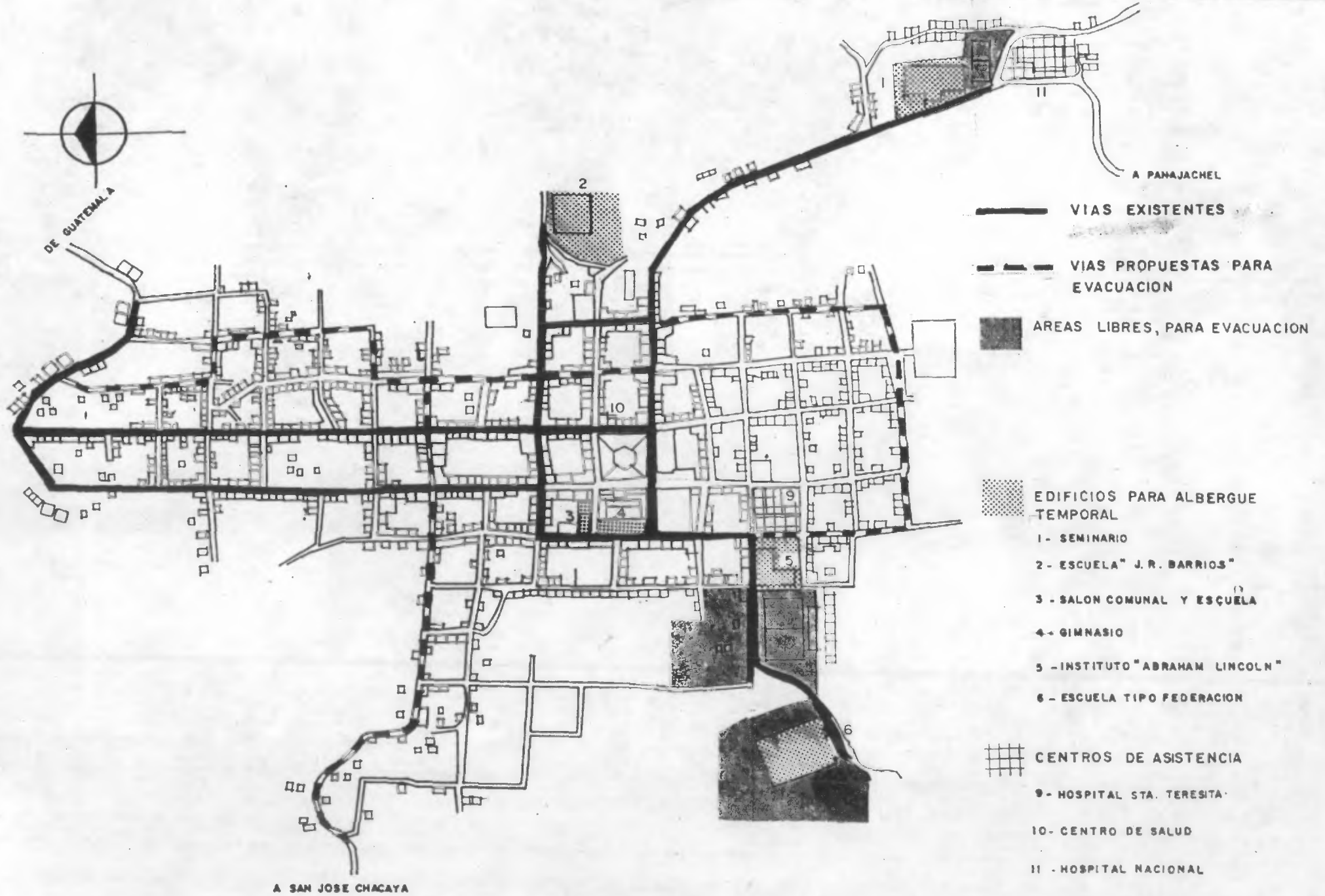







AREA CON NINGUN DAÑO
1 %

GRAFICA No.

96n

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA
TESTS PROFESIONAL WILLIAM ISMATUL LAZ



-  VIAS EXISTENTES
-  VIAS PROPUESTAS PARA EVACUACION
-  AREAS LIBRES, PARA EVACUACION
-  EDIFICIOS PARA ALBERGUE TEMPORAL
 - 1 - SEMINARIO
 - 2 - ESCUELA " J. R. BARRIOS "
 - 3 - SALON COMUNAL Y ESCUELA
 - 4 - GIMNASIO
 - 5 - INSTITUTO " ABRAHAM LINCOLN "
 - 6 - ESCUELA TIPO FEDERACION
-  CENTROS DE ASISTENCIA
 - 9 - HOSPITAL STA. TERESITA
 - 10 - CENTRO DE SALUD
 - 11 - HOSPITAL NACIONAL

AREAS DE EVACUACION Y ALBERGUE

GRAFICA No. 34
(REFERENCIA R-13)

960



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA
TESIS PROFESIONAL
WILLIAM ISMATUL LAZ

R E F E R E N C I A S

REFERENCIA R-13:

Elaboración Propia.

REFERENCIA R-14:

IPGH (1977). TEMBLORES DE TIERRA. Cartilla Popular. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Publicación No. 363. Febrero de 1977, México 1977.

7 CRITERIOS SISMO-URBANISTICOS

RECOMENDACIONES SOBRE EL USO DEL ADOBE Y ALGUNAS SOLUCIONES DE REFORZAMIENTO MINIMO EN VIVIENDAS ACTUALES.

Como hemos anotado anteriormente, las condiciones socio-económicas y culturales del Municipio de Sololá han determinado y limitado muchas de las actividades de la población, mismas que se ven reflejadas en la vivienda, por ejemplo: las estadísticas muestran que el adobe es el material prevaleciente en la construcción (85%,) y el análisis de los sistemas constructivos dió como resultado, la deficiencia de los mismos (ver boleta censal en Capítulo 6).

A esto podemos agregar un elemento aún más alarmante, se sigue construyendo -- con las mismas fallas que han sido decisivas para que las viviendas se destruyan, en adobe principalmente

El tema central de este trabajo, enfocado a la vivienda tradicional y orientado hacia la aplicación pre-catástrofe, es el de aumentar la funcionalidad de la vivienda normal, de manera que el desastre no resulte de la construcción en sí, y minimizar los daños que se puedan producir.

Bajo este punto de vista en este trabajo se establecerán algunas recomendaciones para la construcción con adobe, así como algunas sugerencias para reparaciones y reforzamiento mínimo en viviendas actuales.

ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

Las recomendaciones aquí enunciadas plantean la aplicación de los sistemas constructivos tradicionales, pero con mejoras en la calidad de los materiales así como en los elementos importantes de la construcción (cimientos, columnas, muros), mejorando sus propiedades mecánicas (reacción al sismo).

Lo anterior merece consideraciones especiales, ya que la gran mayoría de casas del Municipio han sido construidas siguiendo patrones tradicionales, cuya efectividad fue puesta a prueba durante el sismo de 1976.

Es necesario y de mucha importancia en el desarrollo constructivo las características propias del terreno; ya que de él dependerá en el mayor de los casos la eficiencia de la construcción, tanto en condiciones normales como de sismo.

Se aconseja que el terreno satisfaga las condiciones siguientes:

ACCESIBILIDAD

Deberá presentar la total ausencia de obstáculos que representen peligro para las construcciones tales como zanjones, barrancos, quebradas y que permitan el ingreso de los materiales a emplearse.

FORMA

Los terrenos deberán ser planos o de pendientes suaves no mayores del 12%.

RESISTENCIA

No deben ser utilizados los terrenos que presenten material de relleno que pueda producir hundimientos o deslaves.

ASPECTOS ECONOMICOS

Aplicación de las técnicas conocidas en el lugar, con el aprovechamiento de los materiales regionales y el mejoramiento en su elaboración, para garantizar una vida útil más larga y a un costo bajo, ya sea dentro de la Comunidad o en lugares próximos, con la consecuente reducción de los costos constructivos.

MATERIALES FACTIBLES DE UTILIZAR

Es necesario insistir en la necesidad de emplear, por razones de orden económico y como medio para la conservación del patrimonio cultural, las técnicas constructivas de tipo tradicional así como el empleo de materiales locales, mediante el mejoramiento de los mismos (consistencia, resistencia, dureza) además el mejoramiento de las técnicas (implementar a la mano de obra en la utilización de elementos constructivos que proporcionan consistencia y rigidez a la construcción, refuerzos, anclajes, amarres). Estas recomendaciones plantean la utilización de los bancos de materiales existentes, tales como: arcilla, talpetate, paja, arena, pedrín y madera, en este último llevando un control adecuado. Con esto se logrará incrementar en un 80-85% el uso de los materiales regionales.

En la construcción de los cerramientos verticales interiores y exteriores se recomienda el empleo del adobe mejorado y del terracreto. La utilización de cuquiera de estos materiales recomendados requiere de sistemas constructivos diferentes y la mano de obra se deberá capacitar de acuerdo al material seleccionado, de esto tendremos dos sistemas:

1. Sistema de construcción con terracreto.
2. Sistema de construcción con adobe mejorado.

1. SISTEMA DE CONSTRUCCION CON TERRACRETO

Este sistema es el más caro económicamente debido a la utilización de materiales no regionales en un porcentaje medio, (cemento, hierro) tiene la ventaja de presentar mayor resistencia ante los esfuerzos sísmicos.

Este sistema está formado por cimentación de tipo corrida, muros de carga livianos reforzados con elementos estructurales verticales (columnas, mochetas) y horizontales (soleras), para los techos se recomienda que sean livianos -- (tendal-costanera) con cubiertas de lámina de zinc y recubrimiento de paja.

Para la fabricación de los materiales constructivos de terracreto ver anexo.

RECOMENDACIONES BASICAS SOBRE EL USO DEL ADOBE

La tierra natural ha sido empleada durante siglos en la construcción de casas, y probablemente seguirá siendo usada en los siglos futuros.

Qué ventajas tiene?

- De fácil adquisición, se puede encontrar en cualquier lugar.
- Económico, la tierra se obtiene sin costo , a un precio bajo.
- Es durable, si se utiliza correctamente y se emplean recubrimientos.

Qué inconvenientes tiene ?

- Menos resistencia, más débil que la madera, el concreto o el acero, a menos que se refuerce. o se empleen en masas muy grandes.
- Deficiente en alto grado a los esfuerzos mecánicos del sismo.

REFORZAMIENTO MINIMO EN VIVIENDAS ACTUALES

Este aspecto del trabajo es resultado de todas las fases precedentes, principalmente de la boleta censal, en la que se determinó el mal estado de las construcciones.

Es importante hacer mención que las formas que se pueden adoptar, en relación a reforzamiento, son múltiples. Las que mostramos en este trabajo responden no sólo a condiciones locales y recursos disponibles, sino a factores culturales y de tradición, basados en la convivencia con la Población en el transcurso del Ejercicio Profesional Supervisado.

Los elementos a reforzar fueron clasificados en base a los resultados de muestreo (Boleta Censal) y van dirigidos a la vivienda tradicional de adobe, concretamente.

En su orden los problemas detectados fueron:

Total Viviendas analizadas = 306.

- 1) Humedad en muros; ocasionada por lluvia, medio ambiente y ausencia de recubrimientos, localizada en los 306 casos.
- 2) Grietas en muros; ocasionada por mala calidad del adobe, deficiente mano de

obra, insuficiente traba horizontal y ausencia de elementos de amarre. 118 casos.

- 3) Grietas en esquinas; ocasionada por ausencia de elementos de amarre, dimensionamiento inadecuado de adobes y trabas deficientes en las uniones de muros. 109 casos.
- 4) Vanos de puertas y ventanas muy anchos y poco empotramiento de los dinteles, dinteles utilizados como elementos portantes del techo. 96 casos.
- 5) Destrucción de cabeza de muros; ocasionada por ausencia de elementos superiores de amarre, techos muy pesados, falta de anclaje de la estructura del techo a los muros. 83 casos.
- 6) Dimensionamiento incorrecto de los muros; poco espesor, excesivo largo y alto. 78 casos.
- 7) Uso de materiales inadecuadamente, específicamente block de pómez y concreto reforzado con adobe.

(Ver gráficas Del No. 35 al 42).

CRITERIOS GENERALES SISMO-URBANISTICOS

CONSIDERACIONES GENERALES

Las siguientes consideraciones, son el resultado del análisis y evaluación tanto de la bibliografía sísmica, de algunos criterios ya generalizados, así como de las observaciones y experiencias obtenidas en el desarrollo de este trabajo, derivados de la realidad social, cultural y económica de nuestro País.

- A) Cada País, Región y Asentamiento posee sus particularidades, no sólo en términos geográficos y de medio ambiente, sino también en lo relativo a los niveles de desarrollo, tradición y prioridades.
- B) Todos los centros poblados tienden a expandirse, en muchos casos estos crecimientos son controlados y/o ejecutados por Instituciones Gubernamentales o Privadas y es casi un hecho que la amenaza sísmica aún no ha sido considerada en los planes para el desarrollo urbano.
- C) La serie de decisiones que deben tomarse en la fase de redacción de los planes urbanísticos de llegar a ser inadecuadas gravarán de forma importante a las futuras construcciones.

- D) Los centros poblados, como sistemas dinámicos e integrados, poseen componentes (subsistemas) que son afectados por el fenómeno sísmico y por lo tanto intervienen e interactúan en los mecanismos de prevención y reducción sísmica.
- E) Los espacios, los edificios, los centros poblados deben satisfacer cuatro roles fundamentales a saber; contener actividades, constituir filtros ambientales, utilizar recursos materiales económicos y humanos, ser aportes culturales. A su vez impactan sobre el ambiente y reciben el impacto de éste.
- F) Diseñar y construir ciudades y edificios en zonas sísmicas, no sólo implica satisfacer los aspectos generales anteriores, sino que además debe garantizar la seguridad de las personas que en ellos habitan, procurar la continuidad de las actividades (servicios) que allí se desarrollan y -- debe tenderse a minimizar los daños que se pudieran producir.
- G) El riesgo que es atribuido a un Centro poblado, es caracterizado por los niveles de vulnerabilidad y el peligro a que fué éste expuesto.
- H) El riesgo puede ser controlado a través de estos dos factores, el control de la vulnerabilidad y manejo del peligro sísmico.

- I) La vitalidad y validéz de los programas de prevención y reducción de desastres en un centro poblado, dependen de la participación integral de los habitantes de este contexto (Instituciones, Grupos Organizados, Población, - etc.).

- J) En síntesis en la respuesta al fenómeno sísmico de un centro poblado, es -- responsable no sólo la estructura sismo-resistente, sino todos los elementos que lo materializan, aspectos espacio - formales, funcional, estéticos y económicos.

CRITERIOS

Los siguientes criterios se fundan en las observaciones anteriores, constituyéndose en marco de referencia para la elaboración de unas especificaciones sismo--urbanísticas.

Se sugieren como criterios generales de prevención los siguientes:

- 1.) El primer paso en el proceso de diseño del espacio urbano con objetivos de - seguridad, es la selección del sitio apropiado. Esto es válido para cualquier escala en la que se trabaje, ya que todos los elementos urbanos deben ser analizados desde el punto de vista del riesgo que representan.

Son factores referenciales:

- Características macrosísmicas re_gionales.
- Intensidad sísmica probable.
- Frecuencia.
- Características microsísmicas del sitio.
- La población (su densidad y concentración).
- La edificación (tipo concentración, localización, destino).
- Red Vial.
- Espacios verdes.

Los componentes propuestos son los de mayor significación y es importante - entenderlos en función del rol que es esperado que asuman en la reducción - del riesgo.

- 2.) Distribución espacial de la población y actividades económicas, considerando las opciones que plantea la elección de un modelo concentrado o disperso, en función del peligro y la vulnerabilidad.
- 3.) Selección de densidades de desarrollo (población-índice de ocupación del -

suelo), teniendo en cuenta que la vulnerabilidad aumenta en relación directa con la densidad.

- 4.) Jerarquización de áreas en función de uso (salud-residenciales de alta densidad, industrias, etc.).
- 5.) Se debe prestar mucha atención al diseño y distribución de los espacios abiertos, debido a que tienen que actuar como cinturones de aislación, separando áreas de distinto riesgo, protegiendo las probables consecuencias de una reacción en cadena post-desastre (incendios), y como centro de operaciones y evacuaciones en la emergencia.
- 6.) El sistema vial debe preveer doble acceso tanto hacia el asentamiento como internamente, permitiendo la accesibilidad a todas las áreas del centro poblado.
- 7.) Diseño de zonas de evacuación bajo los siguientes parámetros:
 - Alejado de posibles zonas de peligro.
 - Topografía que se preste a un drenaje fácil.
 - Buen acceso de caminos.
 - Alejado de lugares donde proliferan insectos.
 - Cerca de un buen aprovisionamiento de agua.

- Evitar jungla, pantanos y zonas rocosas.
- Si es posible cerca de líneas de energía eléctrica.
- Area requerida: 30-40 M²/persona, 3-4 hectáreas - por cada mil.

Debido a que no es posible predecir un número de víctimas de un desastre, y por tanto no se puede encontrar el área requerida para albergar a las víctimas, se localizarán el máximo de zonas clasificadas en orden de prioridades, así:

PRIMERA PRIORIDAD

Terrenos dentro del perímetro urbano inmediatos a zonas densamente pobladas, de preferencia terrenos de dominio público como campos deportivos y Parques Municipales y Nacionales.

SEGUNDA PRIORIDAD

Terreno circundante al casco urbano, generalmente de propiedad privada, - como: fincas rústicas y áreas de futuras lotificaciones. Generalmente carecen de servicio y son áreas muy extensas.

8.) En la urbanización de un conjunto situado en una zona sísmica no deben rea

lizarse modificaciones importantes en la topografía original. Deberán evitarse los rellenos artificiales.

9.) No deben considerarse como solares edificables aquellos que:

- Se encuentren próximos o sobre grandes fallas naturales.
- Se encuentren próximos o sobre grandes taludes naturales o artificiales.

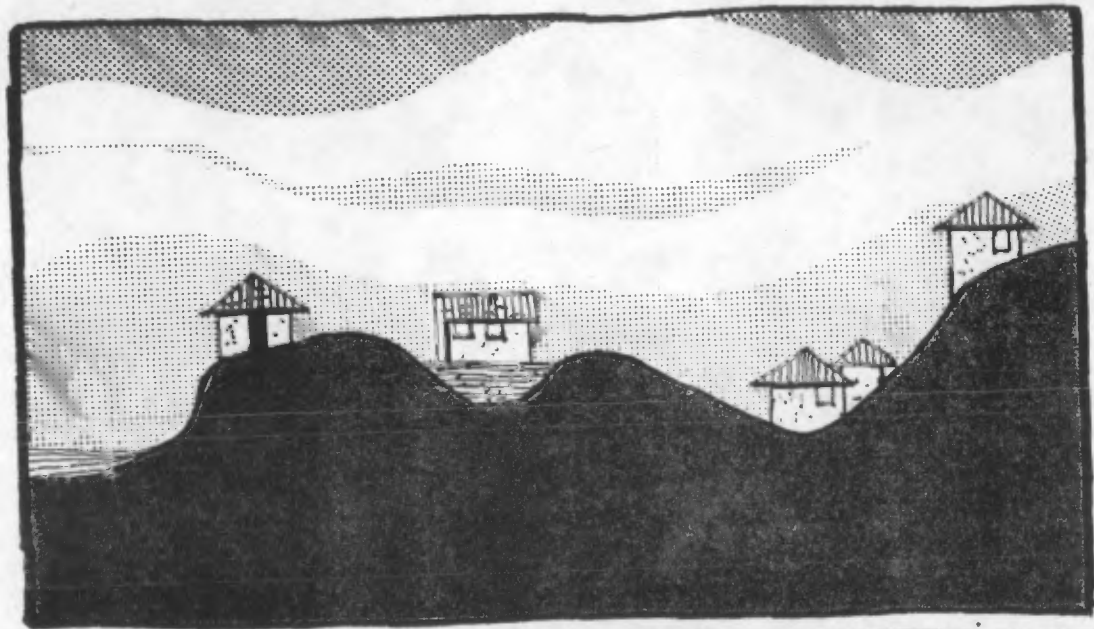
10.) Sobre suelos deformables, los edificios más apropiados son los bajos y rígidos. En suelos duros, se absorberán mejor los impactos si los edificios son altos y flexibles.

11.) La forma en planta de las construcciones, debe ser lo más regular posible, es decir, su organización debe ser simétrica o casi, son desaconsejables -- por lo tanto, las plantas de forma en: L, T, U, Z, y otras análogas.

Algunas de estas consideraciones se representan en la Gráfica No. 43-44

Finalmente, la regla general debería ser adquirir una comprensión muy profunda -- tanto de las potencialidades, como de las restricciones del medio ambiente y de las fuerzas que puedan entrar en acción. Este conocimiento debe estar presente en el instante inicial del diseño.

DEBE EVITARSE LA PROXIMIDAD A
PANTANOS, RIOS O MAR; ZONAS DE
RELLENOS, ZONAS BAJAS Y TERRE-
NOS CON MUCHA PENDIENTE.



UBICACION CORRECTA DE LA VIVIENDA:
TERRENO SECO, SOLIDO Y PLANO, DE PRE-
FERENCIA LIGERAMENTE ELEVADO AL -
SUELO ADYACENTE.



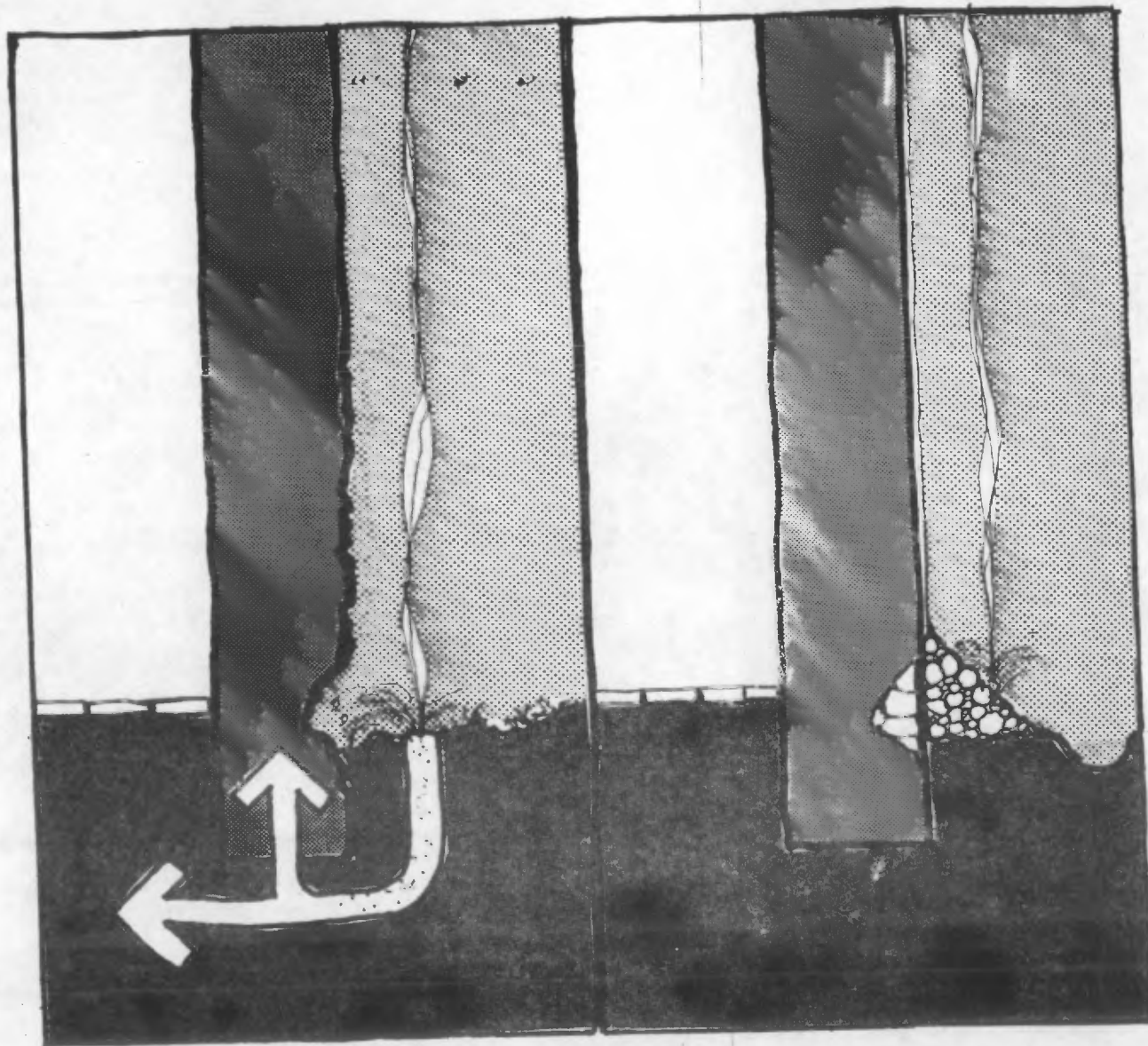
GRAFICA No. (35)

112a.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
TESIS PROFESIONAL WILLIAM ISMATUL LAZ

DEBILITAMIENTO EN MUROS,
POR HUMEDAD, LLUVIA.

REPARAR LA BASE DEL MURO,
COLOCAR TALUD DE PIEDRA
(O CONCRETO CICLOPEO) Y
CONSTRUIR CANAL.



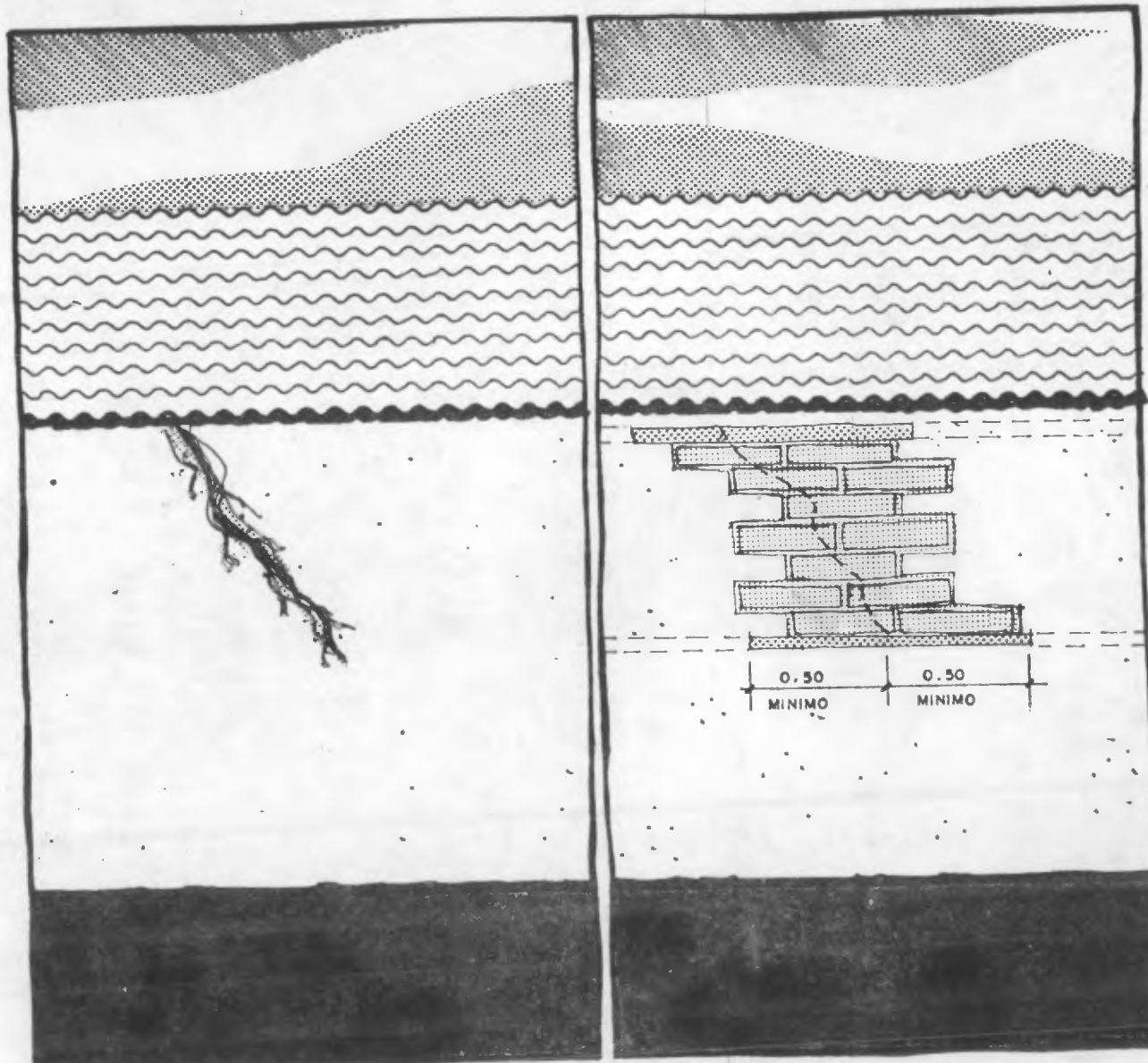
GRAFICA No. 36

112b.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA
TESIS PROFESIONAL WILLIAM ISMATUL LAZ

GRIETAS EN MUROS.

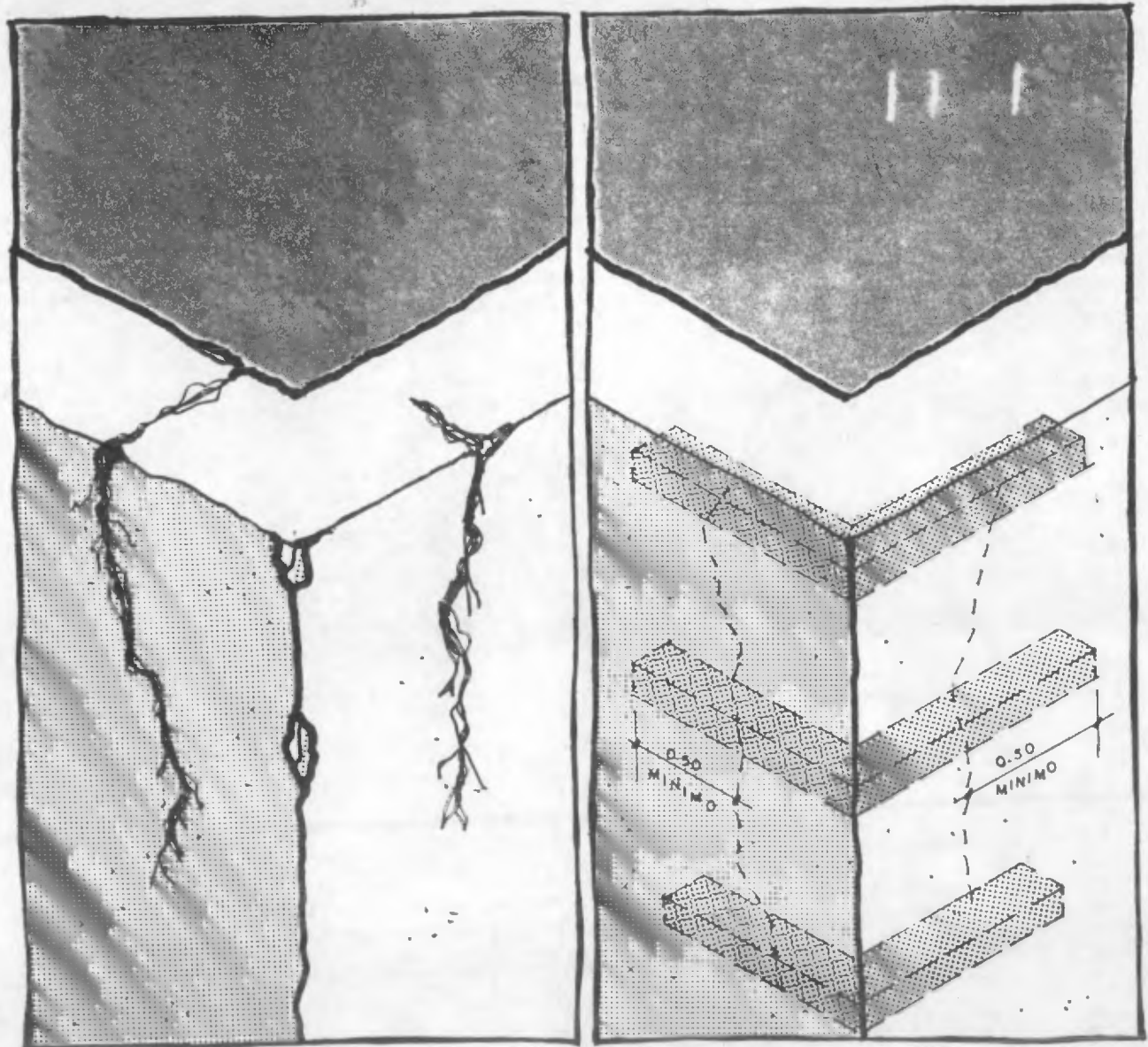
REPOSICION MATERIAL
(ADOBE), COLOCACION RE-
FUERZOS HORIZONTALES DE
LADRILLO, DE PREFEREN-
CIA EN TODO EL PERIME-
TRO.



PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

GRIETAS EN ESQUINA.

REFUERZOS DE LADRILLO,
REPOSICION DE MATERIAL.



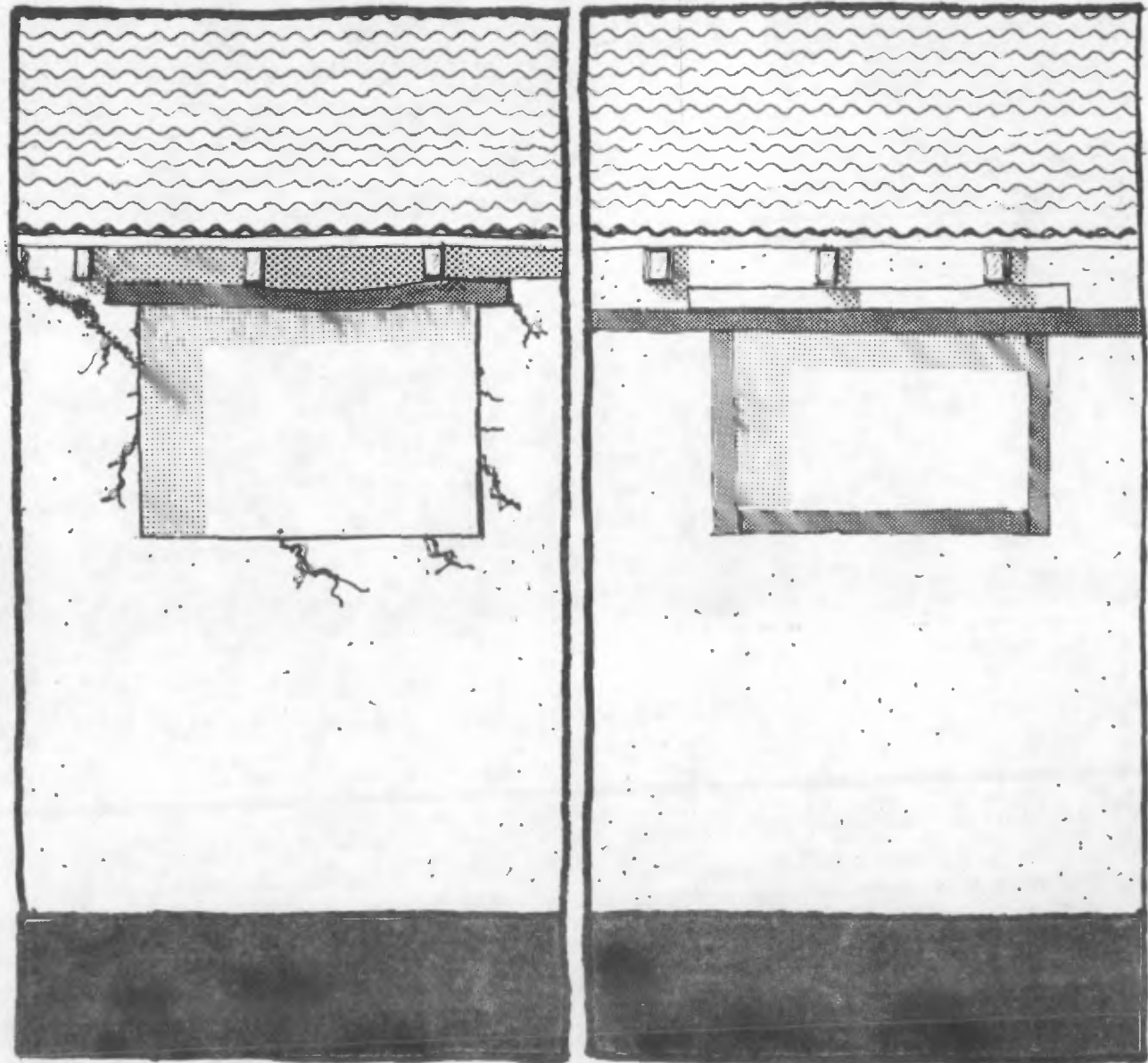
GRAFICA No. (38)

112d.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA
TESTS PROFESIONAL WILLIAM ISMATUL LAZ

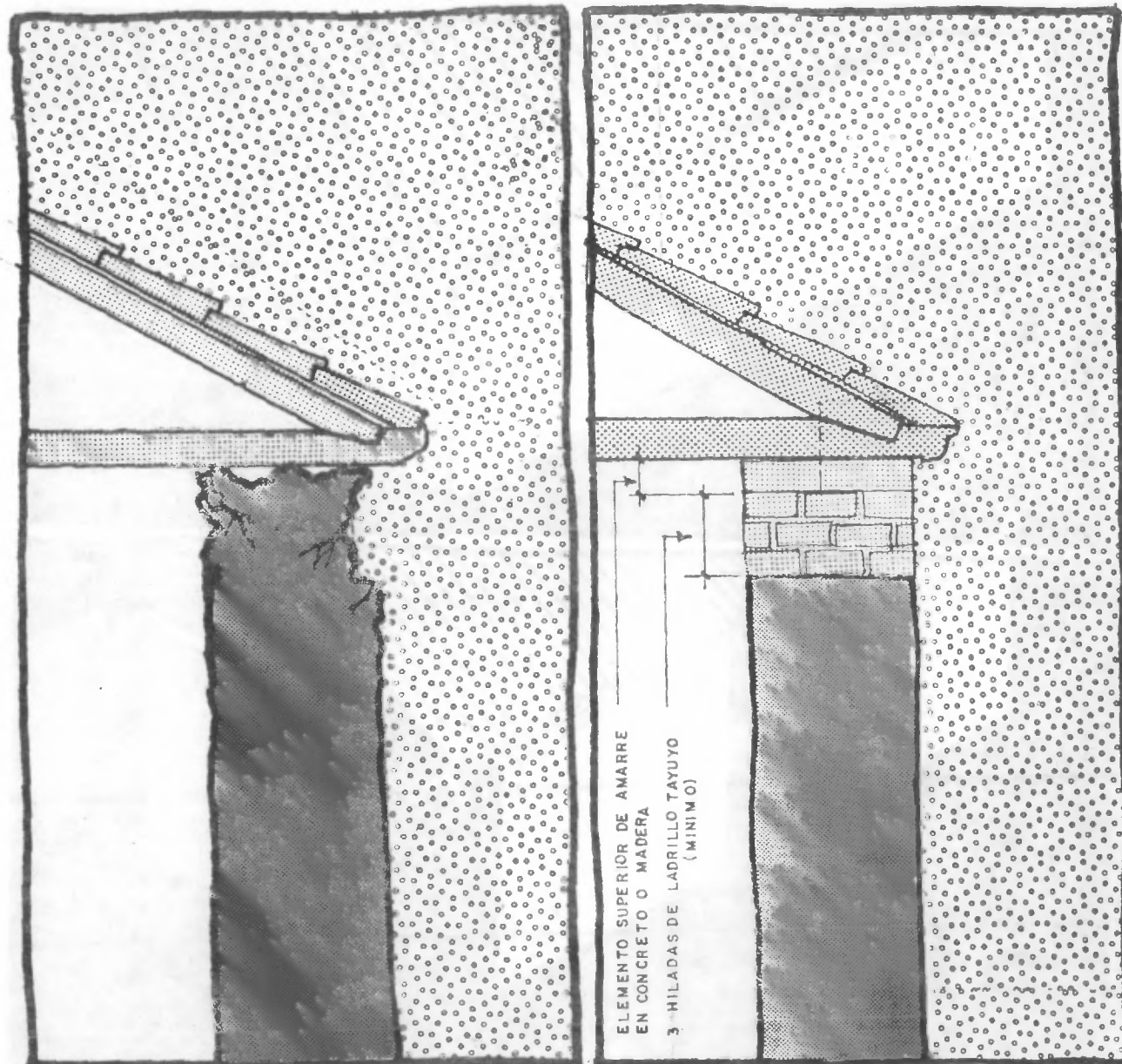
DINTEL CON POCO EMPOTRAMIENTO Y UTILIZADO COMO PORTANTE DEL TECHO. VANO DE VENTANA MUY ANCHO.

COLOCAR ELEMENTO SUPERIOR DE AMARRE Y REFORZAR VANO (EN MADERA).



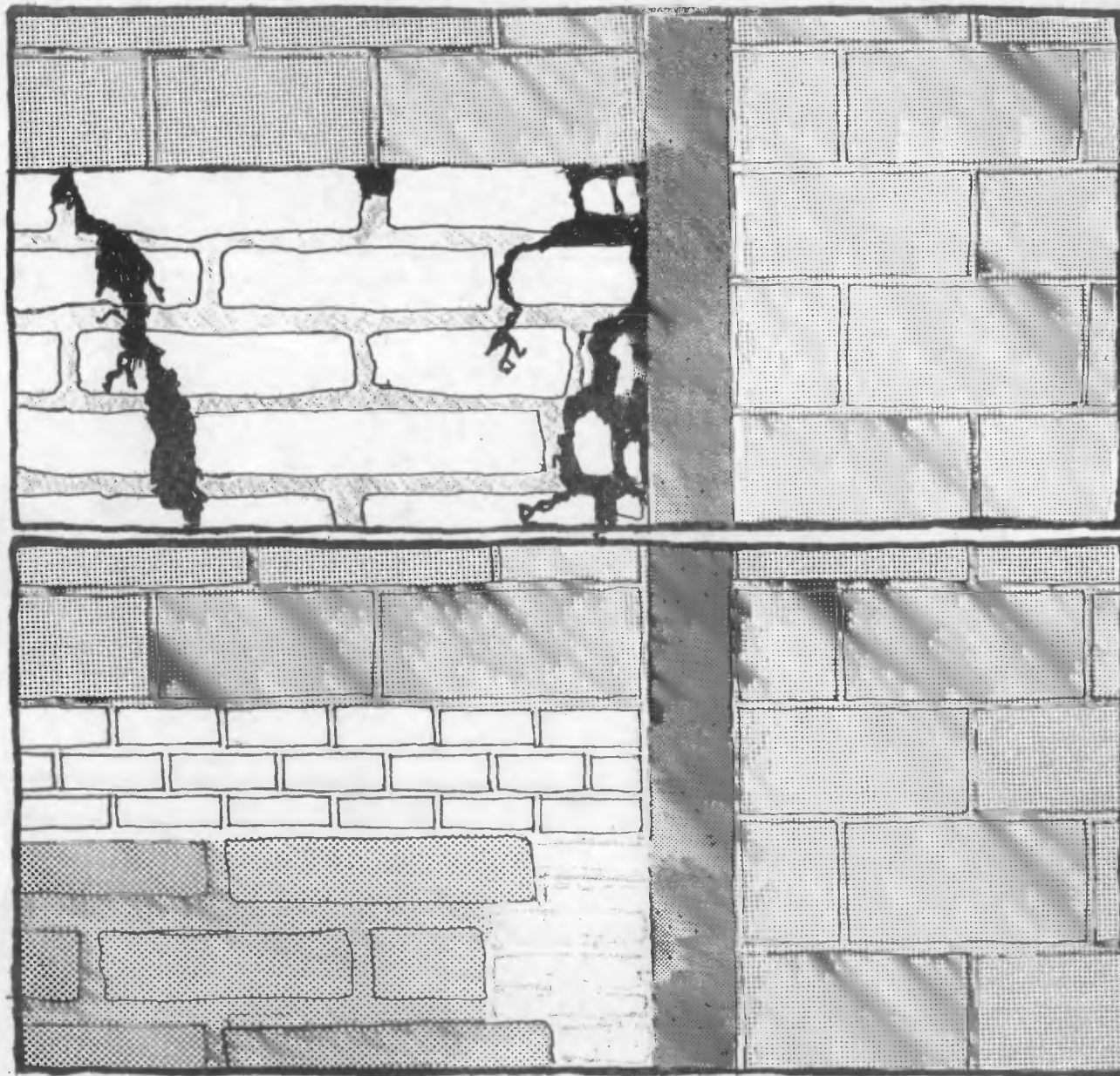
DETERIORO EN CABEZA
DE MURO.

COLOCAR TRES HILADAS DE
LADRILLO (MINIMO) Y -
ELEMENTO SUPERIOR DE A-
MARRE EN MADERA O CON-
CRETO, Y ANCLAR ESTRU-
CTURA DE TECHO A ESTE.



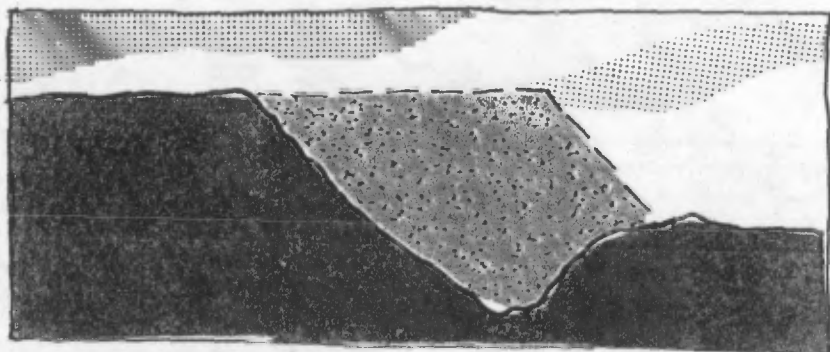
USO DE MATERIALES
DIFERENTES EN FOR-
MA INCORRECTA.
EN ESTE CASO BLOCK
CONCRETO Y ADOBE.

COLOCAR TRES HILA-
DAS DE LADRILLO TA
YUYO (MINIMO), -
HACER DENTADO TAM-
BIEN CON LADRILLO.

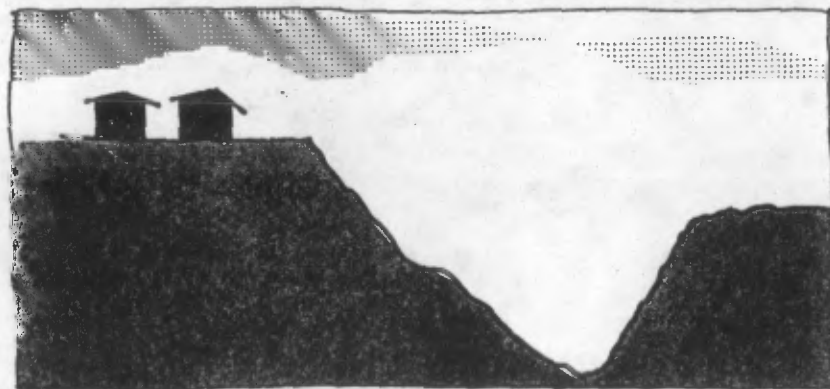


T I P O

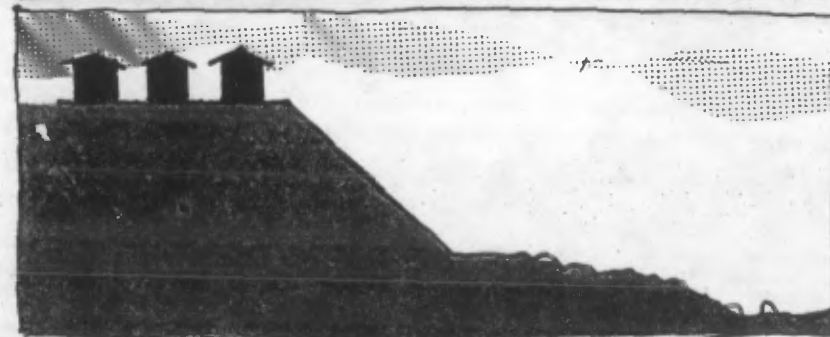
D E S C R I P C I O N



DEBEN EVITARSE LOS RELLENOS
ARTIFICIALES



NO CONSTRUIR PROXIMO O SOBRE
POSIBLES FALLAS



NO CONSTRUIR PROXIMO A GRANDES
TALUDES NATURALES O ARTIFICIALES

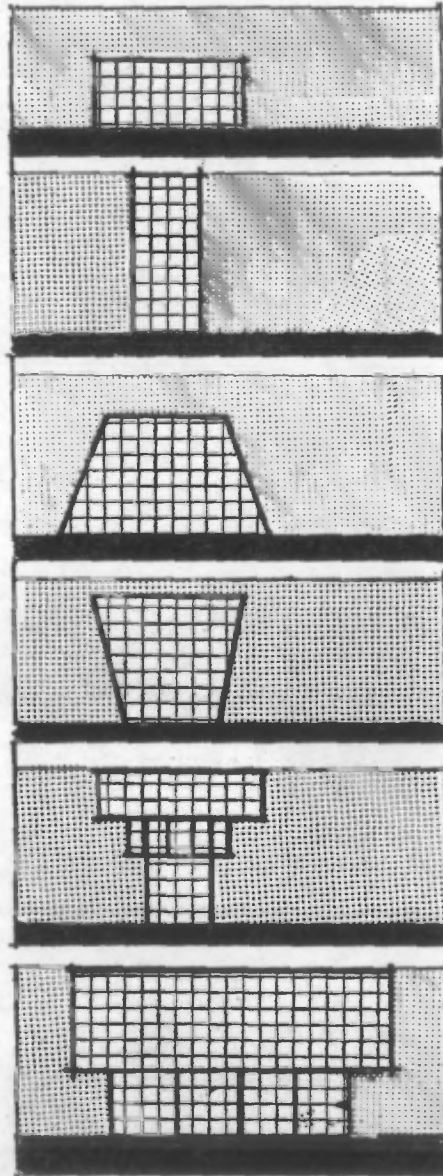
CRITERIOS GENERALES SISMO-URBANISTICOS

GRAFICA No. (43)

1121.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA
TESIS PROFESIONAL WILLIAM ISMATUL LAZ

CONSTRUCCION TIPO



CLASIFICACION

SI: EN ESPECIAL SI EL SUELO ES BLANDO

SI: EN ESPECIAL SI EL SUELO ES RIGIDO

SI; SI EL SUELO ES BLANDO

NO; SI ES RIGIDO

NUNCA

NUNCA

NUNCA

CRITERIOS GENERALES SISMO-URBANISTICOS

GRAFICA No. 44

112j.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA
TESIS PROFESIONAL WILLIAM ISMATUL LAZ

8 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFIA

C O N C L U S I O N E S

La gran mayoría de nuestras poblaciones han sido y seguirán siendo amenazadas y afectadas por el fenómeno sísmico, haciendo peligrar desde las necesidades y actividades básicas hasta nuestra herencia cultural.

La falta de programas y legislación en este campo, provoca que el público en general no comprenda lo que realmente implica la amenaza sísmica. Los efectos que un sismo provoca son diversos, por lo tanto las soluciones deben responder al mismo orden.

El fenómeno debe ser atacado pre, durante y post-catástrofe, la experiencia de los sismos ocurridos demuestra que únicamente se ha cubierto la etapa post-catástrofe, y a nuestro juicio en forma deficiente, sirva a manera de ejemplo lo siguiente; el proceso de reconstrucción de viviendas destruídas por el terremoto de 1976 cambió el paisaje de muchas Comunidades en un tiempo muy corto, alterando los esquemas tradicionales, salvo el hecho fundamental de que las soluciones propuestas sean más resistentes al fenómeno sísmico, tendríamos la impresión que generadas por una fuerza ajena y violenta, han perdido mucha de la positiva herencia cultural. El problema aquí fué enfocado y atacado aisladamente, el desarrollo de este trabajo ha permitido hacer las siguientes conclusiones bajo los siguientes aspectos.

DE CARACTER SISMICO

- Tomando en cuenta la recopilación bibliográfica (fuentes sismogénicas, historia sísmica, expectativas), el Territorio Nacional está situado en una zona de alta actividad sísmica.
- Las Regiones más afectadas y más susceptibles a ser afectadas, a causa de los sismos de la zona de subducción, son la Costa Sur y la Región del Altiplano.

DE CARACTER LEGAL

- Guatemala no cuenta con un Código para regular el diseño sismoresistente a nivel Nacional.
- No existe legislación para normar la adopción de planes para la prevención de desastres naturales.
- No existen normas mínimas sobre construcciones con adobe, bajareque y otros -- característicos del área rural, ni reglamentos específicos que determinen los requerimientos de seguridad.

DE CARACTER SOCIO-ECONOMICO-CULTURAL

- Estadísticamente se manifiesta que en el 92% se constrúyen viviendas a base de materiales regionales, como los son: adobe, caña, bajareque y otros.
- Los programas de vivienda ejecutados en el Municipio, Post-terremoto, 76, han alterado los esquemas tradicionales de solución, al no contemplar factores -- culturales y de tradición.

EL MUNICIPIO DE SOLOLA SE CONSIDERA DE ALTO RIESGO ANTE EL FENOMENO SISMICO A - CONSECUENCIA DE:

- Los sistemas de construcción deficientes a base de adobe, constituyen la mayoría.
- La distribución de la vivienda a nivel urbano, la red vial existente y la ausencia de áreas libres.
- Las condiciones topográficas del lugar.
- La proximidad a la zona de subducción y la cadena volcánica.

R E C O M E N D A C I O N E S

- El propósito fundamental de este trabajo ha sido la evaluación del grado de vulnerabilidad del Municipio de Sololá, considerado como fundamental, para la elaboración de un efectivo programa de prevención, reducción y atención del riesgo sísmico. Los componentes analizados responden a problemas actuales y comunes que afectan en este campo, en distinto grado, a la mayor parte del territorio Nacional. No asumimos que el esquema representado en esta Tesis se pueda integrar a todas la estructuras socio-económicas-culturales existentes en las Regiones de nuestro País; en cambio consideramos que los elementos analizados son lógicos, realistas y necesarios para formular e instrumentalizar una metodología específica que permita dar soluciones al problema del riesgo sísmico.

Bajo este punto de vista las recomendaciones que aparecen en esta Tesis, van dirigidas fundamentalmente a las Instituciones y Organismos de Docencia e Investigación a efecto de asumir una actitud protagónica en la solución de este problema.

A INSTITUCIONES

- La creación de normas de construcción para los sistemas rurales, manuales de recomendaciones y equipo de supervisión, contemplando el problema integralmen

te es urgente.

- Las Instituciones encargadas de ejecutar programas de vivienda (a cualquier nivel) deben considerar la amenaza sísmica en el proceso de diseño urbano.
- Preparación de estrategias de Educación Preventiva a nivel masivo, dirigidas a distintos tipos de público con diferentes grados de educación (Primaria, Secundaria, Superior, analfabetos, etc.).

SOCIO-ECONOMICAS

- Los Programas de Vivienda y planes urbanísticos, deben incluir estudios culturales, antropológicos y de tradición, a efecto de no alterar el paisaje urbano de nuestras Poblaciones.
- Los Programas de financiamiento deberían contemplar recursos para reforzamiento mínimo de las viviendas existentes.

A ORGANISMOS DE DOCENCIA E INVESTIGACION

- Incentivar el seguimiento de este trabajo, en los niveles de atención de desastre por sismo.

- Promover a través del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Arquitectura, la evaluación del riesgo sísmico en las Poblaciones circundantes al Municipio de Sololá, proporcionando dentro de las posibilidades recursos técnicos y económicos.

- Incluir en el Pénsum de Estudios, de la Facultad de Arquitectura, cursos sobre Prevención, Mitigación y Atención de Desastres.

B I B L I O G R A F I A

1. CASTILLO, MANUEL (1981). " Análisis de la Vivienda Urbana existente en el Municipio de Sololá y de los Programas de Vivienda Post-Terremoto ". Tesis de - Grado Facultad de Arquitectura. Universidad San Carlos de Guatemala.
2. VIII Censo de Población. Dirección General de Estadística, Ministerio de Economía, Impreso en la Dirección General de Estadística, (1981).
3. Diccionario Geográfico Nacional, Tomo II. Dirección General de Cartografía, - Tipografía Nacional de Guatemala, Páginas 768-778, Segunda Edición, Guatemala 1981.
4. GONZALES CANO, Marcelino (1986). " Proyecto-Piloto . Prevención y Mitigación del Riesgo Sísmico e Hidrometeorológico. Antigua Guatemala. Plan Estratégico ". Suplemento/Carta Informativa. Año XIII, No. 2, Marzo-Abril 1986. Consejo Nacional para la Protección de Antigua Guatemala.
5. Historia del Arte y la Arquitectura en Guatemala II Curso-Seminario, Facultad de Arquitectura, USAC, Noviembre de 1987.
6. IPGH (1977). TEMPLORES DE TIERRA. Cartilla Popular. Instituto Panamerica-

no de Geografía e Historia. Publicación No. 363. Febrero de 1977, México 1977.

7. LEON CHANG, Arturo Jo. (1986). "Estudio de Algunos Sismos de la Zona de Subducción en Guatemala". Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos De Guatemala.
8. MONZON DESPANG, Héctor (1986). " Sobre la Sismicidad en Guatemala y las Perspectivas Futuras ". En Revista Arquitectura. Vol. 13, No. 1, Noviembre-Diciembre 1986. Colegio de Arquitectos de Guatemala.
9. SAENZ, Manrique (1987). " Estudio de la Vivienda Rural de bajareque e Historia Sísmica de Huehuetenango ". Tesis de Grado. Facultad de Arquitectura. Universidad San Carlos de Guatemala.
10. SANDOVAL DEL VALLE, Juan Francisco (1974). " La construcción de viviendas y pequeñas edificaciones en zonas sísmicas ". Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería. Universidad San Carlos de Guatemala.
11. VARIOS (1984). MEMORIAS. Simposio Internacional sobre el Terremoto de Guatemala del 4 de Febrero de 1976 y El Proceso de Reconstrucción. 2 Volúmenes. Ciudad de Guatemala.

ANEXO

A N E X O

RECOMENDACIONES PARA LA FABRICACION DE LADRILLOS DE TERRACRETO

MATERIALES

Cemento Portland

Material Inerte

- Talpetate o ripio de adobe
- Arena pómez blanca o amarilla
- Polvillo de pómez

No debe emplearse tierra negra o barro. Los materiales inertes se encuentran en el mismo sitio de la construcción, bajo la capa vegetal y barrancos aledaños.

Una vez seleccionado el talpetate o ripio de adobe, debe desmenuzarse y pasarse por un tamiz o zaranda de 6.35 mm 1/4". Solamente se utiliza el material que pasa por la zaranda.

Selección de la Arena Pómez y el Polvillo de Pómez:

La arena blanca o amarilla más adecuada es la que tiene una distribución de tamaños de 9.52 mm. (3/8") para abajo. LA ARENA AMARILLA MUY ARCILLOSA NO DEBE USARSE. La arena blanca o amarilla con mucha granza tampoco.

La arena de pómez o amarilla se pasa por un tamiz o zaranda de 9.52 mm. (3/8") y se usa la que pasa por el mismo.

El polvillo de pómez puede usarse también, en lugar del talpetate oripio de adobe y debe pasarse por tamiz o zaranda de 6.35 mm. (1/4").

PREPARACION MEZCLA

Primero se prepara el material inerte a base de ripio de adobe o talpetate, arena pómez blanca o amarilla y polvillo de pómez. De preferencia debe usarse 1 a 3 partes de arena pómez con .1 parte de talpetate o polvillo de pómez, medidos en volúmen suelto. No debe emplearse tierra negra o barro.

Una vez mezclado el material inerte en las proporciones anteriores se combina con cemento así:

a) Para bloques o ladrillos expuestos a la intemperie, de 5 a 10 partes de mate-

rial inerte por una de cemento (5:1 ó 10:1).

- b) Para bloques o ladrillos usados en interiores de 5 a 15 partes del material inerte por 1 de cemento.

Estas mezclas deberán hacerse en seco y en cantidades no excesivas para evitar que el cemento se endurezca antes de hacer los ladrillos o bloques.

La humedad que debe dársele a la mezcla será tal, que se deje moldear al apretar con la mano 1 porción de la misma. Debe evitarse un exceso de agua que se manifiesta por escurrimiento de agua al apretar la masa. No debe usarse una mezcla demasiado seca, que se nota por segregación de la masa al abrir la mano.

Debe procurarse conservar la humedad de la mezcla siempre igual, y trabajar en un lugar protegido del sol y de la lluvia.

RECOMENDACIONES

En base al estudio realizado por el Centro de Investigaciones de Ingeniería y en el cual se investigaron las proporciones más usuales con los materiales de las - Regiones más afectadas por el terremoto, se estableció que las más adecuadas por razones de adquirir una resistencia aceptable y ser de un rendimiento adecuado - se indicaron anteriormente.

Es necesario analizar los materiales propios del lugar y fabricar muestras de en

sayos a diferentes proporciones para analizarlas en el Laboratorio.

Los rendimientos aproximados en 3 proporciones por volúmen de mezclas:

- a) 1 parte de cemento: 5 partes material: 0.15 m³/saco cemento
- b) 1 parte de cemento: 10 partes material: 0.33 m³/saco cemento
- c) 1 parte de cemento: 15 partes material: 0.50 m³/saco cemento

Para ladrillos de 0.07 X 0.14 X 0.29 m. el número de ladrillos por saco de cemento es el siguiente:

PROPORCION	No. LADRILLOS/SACO CEMENTO
1. Cemento: 5 material	46
1. Cemento: 10 material	87
1. Cemento: 15 material	130

OBSERVACIONES

Es necesario el curado de los bloques durante los primeros cinco días y preferentemente 8 días, rociándolos con agua para mantenerlos húmedos.

Pasado este tiempo puede apilarse hasta completar los 30 días en que estarán lis

tos para ser usados.

Conviene fabricar los bloques o ladrillos en un lugar próximo a la construcción que se va a levantar, para facilitar el transporte y evitar daños en los bordes de los ladrillos por excesivo manipuleo.

FUENTE:

Instructivo para fabricación de bloques y ladrillos de terracreto
Centro de Investigación de Ingeniería
Guatemala, Junio de 1976

ELABORACION DEL ADOBE ESTABILIZADO

1. Selección de la tierra:

La tierra para hacer adobes debe ser limpia y formada por arcilla y arena. - No debe tener piedras, basura, ni residuos vegetales. La tierra negra o de cultivos no es buena para hacer adobes.

2. Preparación del barro:

Sobre un suelo firme triturar la tierra seleccionada agregando agua hasta - lograr un barro bién batido y macizo. A este barro agregar fibras tales como paja, bagazo de caña, etc. en cantidad suficiente. Dejar el barro dos -- días antes de emplearlo en el moldeo de los adobes.

3. Moldeo de los Adobes:

Batir nuevamente el barro y colocarlo en el molde compactándolo con las ma- nos.

4. Control de Calidad:

Si a las cuatro semanas el adobe tiene grietas o deformaciones se debe agre- gar arena o paja al barro. Si a las 4 semanas el adobe no resiste el peso- de un hombre, se debe agregar arcilla al barro.

5. Prueba para Saber si la Tierra es buena:

- Hacer un rollo de barro con poca agua (no debe pegarse a las manos)
- Con mucho cuidado, presionando con los dedos, hacer una cinta delgada lo más larga que se pueda.
- Observar que largo puede alcanzar la cinta sin romperse.

* Si la cinta se rompe entre los 5 y 15 cms. la tierra es buena.

* Si la cinta se rompe antes de los 5 cms. agregar arcilla.

* Si la cinta se rompe después de los 5 cms. agregar arena.

6. Retirar el Adobe:

- Si al retirar el molde, el adobe se deforma o se comba, es porque el barro tiene mucha agua.
- Si el adobe se raja o se quiebra es porque el barro está muy seco.
- Para evitar que el adobe se pegue al molde, este debe limpiarse con un trapo húmedo y espolvorearle una arena de cada uso.

7. Secado y almacenamiento:

A los 3 días parar el adobe para acelerar el secado.

A las 3 semanas se pueden cargar y apilar.

8. Construcción de la Casa:

- El ancho de las excavaciones para cimientos debe ser como mínimo una vez y media el espesor del muro.
- Los cimientos se deben hacer de preferencia de concreto ciclópeo en la siguiente proporción: cemento una parte, arena cuatro partes, gravilla seis partes y piedra diez partes.
- Los cimientos, sobrecimientos y muros deben estar perfectamente a escuadra.
- La construcción debe efectuarse perfectamente nivelada.
- Hay que proteger de la erosión las primeras hiladas de adobe.
- Las uniones entre los adobes, horizontales y verticales, se hacen con el mismo barro del adobe y su espesor debe ser de 2 centímetros.
- Todos los adobes deben quedar trabados con un traslape de medio adobe.
- No es recomendable hacer esquinas en ochavo.
- La longitud de un muro, no debe ser mayor que diez veces su espesor.
- La altura máxima de los muros no debe ser mayor que ocho veces su espesor.

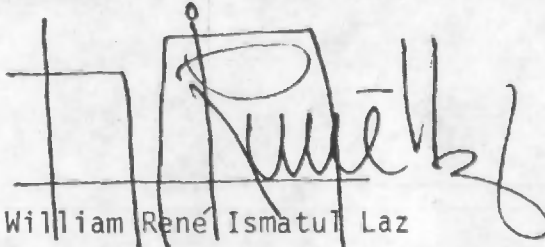
- El ancho de un vano no debe ser mayor de 1.20 mts., la distancia entre una esquina con un vano debe ser inferior a 1.20 mts.
- El empotramiento de un dintel aislado no debe ser inferior a 50 cms.
- En la parte superior de los muros, se debe colocar un refuerzo horizontal que en lo posible debe coincidir con los dinteles de puertas y ventanas.
- Se recomienda el uso de aleros para proteger los muros de la lluvia.

FUENTE:

Manual Para la Construcción de Viviendas con Adobe.
Departamento Técnico - Cáritas
Guatemala, 1977.

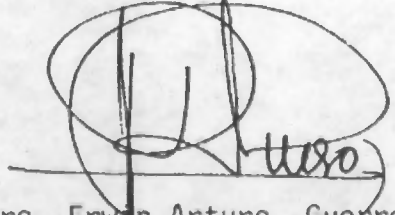
MATERIALES RECOMENDADOS

De los materiales factibles de utilizar, se recomienda por su facilidad de elaboración y aplicación, el adobe estructural, tomando en cuenta que este elemento constructivo es el prevaleciente en el Municipio de Sololá en un 85%, según el último censo de población (1981) además de representar economía en su --- construcción.



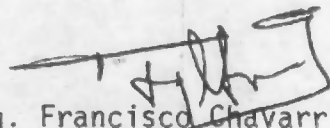
William René Ismatul Laz
SUSTENTANTE

Vo. Bo.:



Arq. Erwin Arturo Guerrero R.
ASESOR

IMPRÍMASE:



Arq. Francisco Chavarría Smeaton
DECANO.