

1994 A

086521717

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AMBIENTALES



CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

EVALUACION PRELIMINAR DE LOS RIESGOS
NATURALES DE CIUDAD GUZMAN, JALISCO.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

LICENCIADO EN BIOLOGIA

PRESENTA

ALMA GUADALUPE CRUZ HERNANDEZ

GUADALAJARA, JALISCO. 1996.

MC. ALFONSO ENRIQUE ISLAS RODRIGUEZ.
 DIRECTOR DE LA DIVISION DE
 CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
 DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.
 P R E S E N T E .

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo revisado el trabajo de tesis que realizó la pasante **ALMA GUADALUPE CRUZ HERNANDEZ** código 86521717 con el título **EVALUACION PRELIMINAR DE LOS RIESGOS NATURALES DE CIUDAD GUZMAN, JALISCO** consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y en su caso programación de fecha de exámenes de tesis y profesional respectivos.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que sirva dar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE.


Guadalajara, Jal. a 6 de Septiembre de 1995

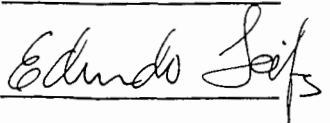


 Ing. ROBERTO MACIEL FLORES.
 Director

SINODALES

1. AMERICA LOZA LLAMAS
2. MA. CRUZ ARRIAGA RUIZ
3. ROBERTO MIRANDA MEDRANO
4. EDUARDO LOPEZ ALCOCER

 4/09/95



AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS.

No encuentro las suficientes palabras, ni sé exactamente como expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que me han ayudado a llegar ha este momento. En especial, quiero profesar mi más profundo agradecimiento a:

DIOS.

Por haber puesto en mi camino a tanta gente buena, darme salud y las herramientas para labrar mi destino.

MIS PAPAS.

En especial les agradezco y dedico esta tesis.
Por el ejemplo, apoyo y cariño que siempre me han brindado.
Porque sin ellos, yo no sería nada.

MIS HERMANOS.

Por estar conmigo en todo momento.

MI MAESTRO. Roberto Maciel Flores.

Quien a pesar de todo, me brindó desde un principio su apoyo, sus consejos, paciencia, comprensión y su amistad.

AUTORIDADES Y PERSONAS QUE HABITAN EN LOS MUNICIPIOS DE CIUDAD GUZMÁN, GÓMEZ FARÍAS, SAN ANDRES IXTLAN Y DEMAS LOCALIDADES ENCONTRADAS DENTRO DE LA CUENCA DE LA LAGUNA DE ZAPOTLAN.

Por brindarnos información y apoyarnos con recursos técnicos y humanos.

TODAS LAS PERSONAS QUE, EN SU MOMENTO, TRABAJARON EN LA COORDINACION GENERAL DE ECOLOGIA Y EDUCACION AMBIENTAL.

Quienes me abrieron las puertas, me ayudaron y me hicieron sentir una más de ellos. ¡Gracias!: Dr. Arturo Curiel Ballesteros, MC. Victoria Navarro, MC. Lupita Garibay, Dr. Martha Georgina Orosco Medina, Raúl Rangel, Victor Vedoy, Naty Covarrubias, Gaby, Blanquita, Mary, Elba, Don José y esposa.

TODAS LAS PERSONAS QUE LABORARON EN EL ORDENAMIENTO ECOLOGICO DE LA CUENCA DE LA LAGUNA DE ZAPOTLAN.

Especialmente al MC. Sergio H. Contreras, quien encaminó a mis compañeros y a mi.

MARY CRUZ ARRIAGA, EDUARDO LOPEZ ALCOCER, AMERICA LOZA LLAMAS Y DEMAS PERSONAS QUE, CON SUS CONSEJOS Y APOYO, ME AYUDARON A ELABORAR ESTA TESIS.

RESUMEN.

Riesgo natural, es la probabilidad de que la sociedad sufra daño (pérdidas humanas, personas heridas, propiedades destruidas e interrupción de actividades económicas), debido a la posible ocurrencia de fenómenos naturales particulares, durante un período de tiempo en una región dada. La evaluación de este tipo de riesgo, no se limita a conocer la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno, estima el nivel de consecuencia, que podría provocar la ocurrencia del mismo en la salud de una población, debido a la magnitud del evento y a la vulnerabilidad de la población expuesta. Esto permite determinar que parte de la población está con mayor o menor riesgo, lo que puede ayudar en la elaboración de programas de emergencia.

Para evaluar de manera preliminar los riesgos naturales fue necesario principalmente:

- 1) Identificar amenazas naturales en el área de estudio, a través del análisis de los factores que integran el medio físico del área, como son: suelo, geología, vegetación, hidrología, geohidrología, socio-económico, clima, etc.
- 2) Evaluar las amenazas identificadas, por medio del análisis de los siguientes parámetros: Consecuencias a la salud y a la vida, consecuencias al medio ambiente, consecuencias a la propiedad, velocidad de manifestación, probabilidad de ocurrencia.
- 3) Evaluar la vulnerabilidad de la población de Ciudad Guzmán, a partir de las características de oferta y demanda de los habitantes de Ciudad Guzmán.

De este modo, se determinó que los riesgos naturales, que pueden afectar en mayor grado a la población que habita en la zona urbana Ciudad Guzmán y a la cuenca de la Laguna de Zapotlán, son originados a partir de fenómenos: sísmicos, vulcanismo, deslizamientos, deterioro de mantos freáticos, hundimientos e inundaciones, a los cuales se clasificó como amenazas naturales. Estas amenazas en conjunto, provocan que en toda la zona de estudio, existan niveles de amenaza que van de ligeramente bajo a medio. El nivel de amenaza ligeramente bajo se presenta en el 93.52% del área de estudio, y el nivel medio de amenaza en el 6.48% restante.

Los riesgos que se pueden generar debido a las amenazas naturales anteriormente mencionadas, aumentan en base a la vulnerabilidad que prevalece en la zona de estudio, la cual es baja en el 52.5% del área, en el 28.3% existe un nivel ligeramente bajo y en el 19.2% restante un nivel medio de vulnerabilidad. Con estos niveles y los de amenaza, se determinó que el 54.17% de la zona urbana de Ciudad Guzmán presenta un nivel de riesgo bajo, el 43.3% un nivel de riesgo ligeramente bajo, y en el 2.5% (correspondiente a la zona Noreste), se presenta un nivel de riesgo medio. Las colonias con este último riesgo son: Empleados municipales, Jardines de Zapotlán, San Cayetano y Los Olivos, las cuales se considera que son prioritarias.

De esta manera, se logró determinar los riesgos naturales presentes en la zona urbana de Ciudad Guzmán y su nivel, lo cual es por lo tanto, una herramienta más que puede ayudar a la prevención y mitigación de los riesgos naturales en la zona.

INDICE

v

I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	2
III. MARCO TEORICO-CONCEPTUAL	3
Riesgo	3
Amenazas	4
Amenazas naturales	5
Desastres	6
Vulnerabilidad	7
IV. ANTECEDENTES	9
V. DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO	11
Localización	11
Vías de acceso y de comunicación	13
Fisiografía	13
Geología	16
Suelo	24
Clima	25
Vegetación	26
Hidrología	28
Datos Históricos	36
Datos Socioeconómicos	37
VI. METODOLOGIA	39
VII. RESULTADOS Y DISCUSION	41
Amenazas naturales de la cuenca de la Laguna de Zapotlán	41
Amenazas naturales en Ciudad Guzmán	43
Sismos	43
Vulcanismo	49
Inundaciones	54
Hundimientos	56
Deslizamientos	56
Deterioro de mantos freáticos	58
Nivel de afectación y consecuencias de las amenazas naturales	64
Evaluación de las amenazas naturales	67
Vulnerabilidad de Ciudad Guzmán	72
Demanda de servicios de salud	72
Oferta de servicios de salud	76
Niveles de Vulnerabilidad	77
Riesgos Naturales de Ciudad Guzmán	82
VIII. CONCLUSIONES	85
IX. RECOMENDACIONES	88
X. BIBLIOGRAFIA	91
XI. ANEXOS	95
Glosario	95

INDICE DE CUADROS.

4.1 Clases de pendientes encontradas en las microcuencas Guayabos y Chuluapan	15
4.2 Tipos de suelos encontrados en la cuenca de la Laguna de Zapotlán	24
4.3 Hidrografía de la cuenca de la Laguna de Zapotlán	31
4.4 Parámetros hidrológicos de la parte Sur de la Sierra del Tigre	32
4.5 Vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos de la cuenca de la Laguna de Zapotlán	35
4.6 Datos socioeconómicos de Ciudad Guzmán	38
7.1 Areas de amenazas naturales en la cuenca de la Laguna de Zapotlán	41
7.2 Relación de los sismos sentidos en Ciudad Guzmán	45
7.3 Areas de Ciudad Guzmán más afectadas por el sismo de 1985	49
7.4 Eventos eruptivos recientes registrados del Volcán Colima	50
7.5 Areas con amenazas de inundación en Ciudad Guzmán	55
7.6 Reporte de los abastecimientos de agua encontrados en la zona Este de la cuenca de la Laguna de Zapotlán	59
7.7 Abastecimientos de agua localizados en la zona Oeste de la cuenca de la Laguna de Zapotlán	60
7.8 Análisis físico-químico de la calidad del agua de los pozos de la cuenca de la Laguna de Zapotlán	63
7.9 Niveles de afectación y consecuencia de las amenazas naturales en Ciudad Guzmán	66
7.10 Criterios para la evaluación de las amenazas naturales	67
7.11 Características de las amenazas que se pueden presentar en Ciudad Guzmán	68
7.12 Valores comparativos de las amenazas naturales de Ciudad Guzmán, por gravedad de consecuencias	69
7.13 Nivel de amenazas naturales en la zona urbana de Ciudad Guzmán por cuadrante base de 500 metros	70
7.14 Características de la población, utilizadas para calcular la demanda de servicios de salud en Ciudad Guzmán	75
7.15 Instituciones de salud en Ciudad Guzmán	76
7.16 Recursos para servicios de salud en Ciudad Guzmán	77
7.17 Vulnerabilidad de las áreas geográficas estadísticas básicas de Ciudad Guzmán ...	79
7.18 Nivel de vulnerabilidad de Ciudad Guzmán por cuadrante base de 500 m	80
7.19 Nivel de riesgos naturales de Ciudad Guzmán por cuadrante base de 500 m	82

INDICE DE FIGURAS.

vii

1. Croquis de Localización de la zona de estudio	11
2. Localización de Ciudad Guzmán	12
3. Provincias fisiográficas del Estado de Jalisco	13
4. Estructuras regionales relacionadas con la zona de estudio	21
5. Histograma de las estructuras encontradas en la cuenca de la Laguna de Zapotlán	22
6. Estereograma de las estructuras encontradas en la cuenca de la Laguna de Zapotlán .	23
7. Regiones hidrológicas del Estado de Jalisco	30
8. Efectos del macrosismo producido en Jalisco durante 1985	48
9. Distribución del material de caída libre de algunas erupciones documentadas	53
10. Factores que indican deslizamiento	57
11. Dirección y profundidad del acuífero de la cuenca de la Laguna de Zapotlán	62
12. Areas Geográficas Estadísticas Básicas de Ciudad Guzmán	73

I. INTRODUCCION.

La presente tesis, surge a partir de la participación de la autora en el Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Laguna de Zapotlán, proyecto de investigación multidisciplinario realizado por investigadores del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, quienes se coordinaron con personal de otras instituciones entre las que se pueden citar a: Protección Civil del Estado de Jalisco, Instituto Nacional de Ecología, Comisión Estatal de Ecología, Secretaría de Desarrollo Social y las autoridades de los municipios que se encuentran en la zona (Ciudad Guzmán y Gómez Farías), quienes aportaron recursos técnicos, económicos y humanos. Aunado al citado proyecto, el Gobierno del Estado solicitó la realización de un estudio de riesgo para la cuenca Laguna de Zapotlán a investigadores de la Universidad de Guadalajara. Estos proyectos se utilizarán como parte de una estrategia de gestión ambiental que servirá de base para la planeación de un desarrollo sustentable de la cuenca. La autora participó en ambos proyectos, pero principalmente en el que se enfocó al estudio de los riesgos y dentro de éste en el de amenazas naturales, por lo que el presente trabajo se centra solamente al estudio de los riesgos naturales (riesgos producidos a partir de las amenazas naturales y la vulnerabilidad de la población) de Ciudad Guzmán. Se enfoca principalmente y con mayor detalle en esta ciudad, debido a que ésta destaca de entre las zonas urbanas de la cuenca Laguna de Zapotlán y del sur de Jalisco, por su gran importancia como centro comercial y por ser un importante centro de atracción para los procesos de migración que se dan en los municipios del Sur del estado de Jalisco. Lo que ha convertido a esta entidad en cabecera municipal y al mismo tiempo segunda ciudad de importancia en Jalisco. Así mismo, la presente tesis se realizó en Ciudad Guzmán, debido a que a partir de las observaciones realizadas y documentos escritos, se pudo determinar que en esa zona se han presentado y hay posibilidades de que se presenten nuevamente tanto amenazas naturales como antrópicas, que se traducen después en riesgos, principalmente por el crecimiento anárquico y desarrollo inadecuado de actividades dentro de la zona urbana y en su periferia. Ejemplo de esto es que, de acuerdo a estudios vulcanológicos y tectónicos realizados en fechas recientes sobre esta localidad, se considera que es fundada la sospecha de que existe una alta posibilidad de siniestro por un evento volcánico mayor en un futuro inmediato.

El valorar adecuadamente los riesgos naturales, es uno de los medios fundamentales para el ordenamiento territorial o la planeación física, especialmente cuando se trata de determinar la aptitud ambiental de posibles zonas de expansión urbana o de localización de nueva infraestructura. Dichas evaluaciones, son básicas para definir y aplicar medidas de mitigación, debidamente justificadas en términos sociales y económicos dentro de la planeación urbana. Por lo anterior, la presente tesis se realiza con el objetivo de evaluar (de manera preliminar) los riesgos derivados de los fenómenos naturales que pudieran ser una amenaza (inundaciones, hundimientos, deslizamientos, sismos, eventos volcánicos y deterioro de mantos freáticos), para la población que habita principalmente para la zona urbana de Ciudad Guzmán. Esto con el fin de ayudar de alguna manera, a que las autoridades y la población que habita en la localidad puedan tomar las precauciones y decisiones, necesarias para prevenir y mitigar los riesgos naturales.

II. OBJETIVOS.

Objetivo General.

Realizar una evaluación preliminar de los riesgos naturales de Ciudad Guzmán, Jalisco.

Objetivos Particulares.

- 1) Identificar las amenazas naturales que pueden afectar a la población que habita en la zona urbana de Ciudad Guzmán y sus alrededores.
- 2) Evaluar las amenazas naturales y la vulnerabilidad que presenta la población que habita en la zona urbana de Ciudad Guzmán, Jal.

III. MARCO TEORICO - CONCEPTUAL

Para poder adentrarnos al conocimiento de un área determinada es necesario conocer los conceptos básicos que se van a tratar. Es por este motivo que a continuación se presentan algunos conceptos que se considera son básicos para el estudio que se realizó en la presente tesis.

Riesgo.

Probabilidad de que se manifiesten ciertas consecuencias (destrucción o pérdida), debido al grado de exposición de los elementos sometidos y a la vulnerabilidad que tienen dichos elementos a ser afectados por un evento (Cardona, 1992).

El riesgo se obtiene a partir de relacionar la amenaza, o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de una intensidad específica, con la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas (UdeG, 1994). Matemáticamente se expresa, como el resultado de la siguiente ecuación: $R = A \times V$,

donde:

R = Riesgo

A = Amenaza

V = Vulnerabilidad

Origen de los riesgos.

Los riesgos presentan dos orígenes (Romero y Maskrey, 1983):

- 1) Debidos a procesos intrínsecos de transformación de la naturaleza, por lo cual también son llamados **riesgos naturales**. Ej. erupciones volcánicas, terremotos y huracanes.
- 2) Por la actividad humana, por lo que se les llama **riesgos antrópicos**. Ej. guerra nuclear, contaminación química, explosiones, incendios, etc.

Sin embargo, los riesgos antrópicos pueden generar riesgos de origen natural, es decir, respuestas de la naturaleza a la agresión de que ha sido víctima (ej. deslizamientos de laderas, inundaciones y sequías). Por lo tanto, no siempre es posible establecer una frontera tajante entre los riesgos naturales y los de origen humano, y viceversa.

Riesgo natural.

Es la probabilidad de que ocurra cualquier fenómeno natural que rompa con el equilibrio existente, afectando en principio las condiciones humanas establecidas (salud, bienestar social y economía) dentro de un espacio (Sánchez, 1993). Así mismo, se define como: la mayor o menor probabilidad de que se produzca un daño o catástrofe social en una zona, debido a la actividad de un proceso natural. Es decir, número esperado de pérdidas humanas, personas heridas, propiedad dañada e interrupción de actividades económicas

debido a fenómenos naturales particulares y por consiguiente, el producto de riesgos específicos y elementos de riesgo durante un periodo de referencia en una región dada para un peligro en particular (MOPT, 1992).

Por lo anterior, se puede decir que el riesgo natural es la probabilidad de que la sociedad sufra daño (pérdidas humanas, personas heridas, propiedades destruidas e interrupción de actividades económicas), debido a la posible ocurrencia de fenómenos naturales particulares, durante un periodo de tiempo en una región dada.

Evaluación y análisis de los riesgos naturales.

Es un método de confrontación entre los procesos naturales y sociales, mediante el cual tratan de deducirse los cambios de valor (o la modificación de las cualidades) que pueden producirse en el medio social, debido al normal desarrollo de los procesos naturales (MOPT, 1992).

En el análisis y la evaluación de los riesgos naturales, se debe de tomar en cuenta lo siguiente:

- 1) Causas y características del proceso natural que produce la amenaza. Se debe establecer el tipo de proceso que se puede llevar a cabo, su localización, probabilidad de ocurrencia, magnitud y intensidad transformadora o peligrosidad intrínseca.
- 2) Area afectada por el proceso natural. Para ello es preciso conocer el resultado o producto que se asocia a cada proceso (llanura aluvial, cono volcánico, franja sismotectónica, etc.) su fisiografía o morfología, en sumo la geografía del mismo.
- 3) Implicación social. Repercusiones concretas que los procesos naturales pueden tener en la actividad social.

Lo anterior, indicará en donde se deben establecer las medidas preventivas adecuadas, para evitar la ocurrencia de un desastre.

Amenazas.

El término de amenaza se refiere a la probabilidad de que ocurra un fenómeno que produzca efectos potencialmente dañinos sobre la salud humana, sus bienes y al medio ambiente dentro de un área y periodo de tiempo dado (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, 1991; Universidad de Guadalajara, 1994). La diferencia fundamental entre la amenaza y el riesgo está en que la amenaza se relaciona con la probabilidad de que se manifieste un evento natural o un evento provocado, mientras que el riesgo está relacionado con la probabilidad de que se manifiesten ciertas consecuencias, las cuales está íntimamente relacionadas no solo con el grado de exposición de los elementos sometidos sino con la vulnerabilidad que tienen dichos elementos a ser afectados por el evento (Fournier, 1985).

Clasificación de las amenazas.

Las amenazas que pueden afectar al ser humano y demás seres vivos pueden ser causadas por el hombre (antrópicas, ej. explosiones, contaminación química, etc.) o por

eventos naturales (inundaciones, erupciones volcánicas, etc.). Sin embargo, no se descarta que un desastre puede ser generado debido a una combinación de amenazas naturales y antropogénicas, como podría ser: el deslizamiento de una ladera o el represamiento de un arroyo al construir un fraccionamiento o un simple camino; o bien la inundación de una región al construir o desbordarse una presa.

Amenazas Naturales.

Este término se refiere a los fenómenos naturales que ocurren en las proximidades y que presenta una amenaza a la población, estructura o bienes económicos y que puede dar cabida a un desastre. Son causa de condiciones biológicas, geológicas, hidrológicas o meteorológicas o procesos en el medio ambiente natural (Subsecretaría de Ecología, 1991). Como un ejemplo están las inundaciones, terremotos, erupciones volcánicas, deslizamientos de laderas, etc.

El conocer las amenazas naturales y el nivel de consecuencia con que se pueden presentar en una determinada localidad, es de suma importancia cuando se trata de mantener en buen estado la salud de la población y del ambiente que ahí se encuentra, dado que nos permite tener un panorama de la forma en que la pueden afectar, lo que ayudará a elaborar programas de emergencia que tiendan a prevenir o disminuir los daños que causen fenómenos producidos por la naturaleza, mismos que se ven agravados cuando la población es vulnerable.

De esta manera, el conocimiento de las amenazas naturales ayuda a las autoridades de la localidad a tomar las precauciones y decisiones necesarias, que incluirán evidentemente un plan de emergencia adecuado en el que participen todos los integrantes de la sociedad de una manera organizada y efectiva. Esto traerá consigo que la gente se sienta más segura, que tenga una mejor salud y cuide mejor el ambiente en el que se encuentra.

Clasificación de las amenazas naturales.

Las amenazas naturales se pueden dividir, de acuerdo con la Organización de Naciones Unidas (ONU, 1992), la Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud (OPS, OMS, 1985), Universidad de Guadalajara (UdeG, 1994), en geológicas e hidrometeorológicas principalmente. Sin embargo, las amenazas naturales ocurren no solo por la intervención de procesos geológicos, del agua o viento. También participan otros factores (suelo, vegetación, topografía, flora, fauna, etc.), mismos que nos pueden servir como indicadores y como herramientas para poder estudiar la existencia de este tipo de amenazas.

Amenazas Geológicas.

Las amenazas geológicas, como su nombre lo indica, están dadas o se relacionan con la geología, así como con la geomorfología de una región, factores que dan a conocer la dinámica interna y externa que en ella se lleva a cabo, como son los procesos de: vulcanismo y tectonismo (en el caso de geodinámica interna), o bien movimientos de masas, erosión, etc. (causados por la geodinámica externa), etc. Procesos que ponen en peligro a los seres humanos y al ambiente que los rodea.

Amenazas hidrometeorológicas.

Se refiere a las amenazas que son provocadas por los procesos hidrológicos o meteorológicos. Estas, excepto los huracanes y las inundaciones, generalmente producen efectos menos perceptibles a corto plazo pero son continuos y afectan a superficies muy grandes.

Este tipo de procesos se relacionan frecuentemente con las cualidades del suelo, porque es el factor que sufre daños más directos y en el que más se reflejan los desastres que pueden causar el agua, viento y demás procesos meteorológicos. Sin embargo, estas amenazas ocurren con más frecuencia y mayor intensidad cuando se modifican los demás factores que conforman el ambiente, como son la vegetación, geomorfología y el suelo. Dentro de estas amenazas se encuentran las provocadas por los procesos de erosión con su consecuente depósito de sedimentos, movimientos de masa (deslizamientos) y principalmente las inundaciones.

Desastres.

Se define al desastre como un evento identificable en el tiempo y en el espacio, en el cual una comunidad ve afectado su funcionamiento normal, con pérdidas de vidas y daños de magnitud en sus propiedades y servicios, que impiden el cumplimiento de las actividades esenciales y normales de la sociedad (Wilches, 1989).

Algunas definiciones, incluyen el número de personas y heridos, así como el valor de las pérdidas materiales. Otros consideran el carácter imprevisto de dichos fenómenos, la impreparación de los gobiernos para enfrentarlos y los traumatismos sociales políticos que pueden ocasionar (Cuny, 1983).

Una de las definiciones más sencillas sobre desastre es la siguiente: evento de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre, que causa alteraciones intensas en las personas, los bienes, los servicios y/o el medio ambiente (Cardona, 1992).

Como se puede observar, desastre es la ocurrencia efectiva de un fenómeno peligroso, que por consecuencia de la vulnerabilidad de los elementos expuestos causa efectos adversos sobre los mismos.

Desastre natural.

Es la correlación entre fenómenos naturales peligrosos (terremoto, huracán, maremoto, etc.) y determinadas condiciones socioeconómicas y físicas vulnerables (situación económica precaria, viviendas mal construidas, tipo de suelo inestable, mala ubicación de la vivienda, etc.). En otras palabras, puede decirse que hay un alto riesgo de desastre si uno o más fenómenos naturales peligrosos ocurrieran en situaciones vulnerables (Romero y Maskey, 1993).

Efectos de los desastres.

Los efectos de los desastres pueden clasificarse en pérdidas directas e indirectas (Cardona, 1992). Las pérdidas directas están relacionadas con el daño físico, expresado en víctimas, en daños a la infraestructura de servicios públicos, en las edificaciones, el espacio urbano, la industria, el comercio y el deterioro del medio ambiente.

Las pérdidas indirectas generalmente pueden subdividirse en efectos sociales (ej. interrupción del transporte, de los servicios públicos, de los medios de información y desfavorable imagen) y efectos económicos (ej. alteración del comercio y de la industria).

Entre los desastres naturales más graves del mundo se encuentran los terremotos y a las inundaciones, seguidos de deslizamientos y erupciones volcánicas (Tilling, 1993), esto es por la frecuencia con la que ocurren y el alto nivel de mortandad que causan. Como ejemplo de lo anterior, podemos mencionar algunos eventos que se han sucedido a nivel nacional e internacional:

- 1) Inundaciones y deslizamientos de ladera ocurridos en Baja California Norte en 1993.
- 2) Inundaciones en 1956 al Norte de China, durante las cuales se estima que aproximadamente 2 millones de personas perdieron la vida.
- 3) Terremoto en 1995 ocurrido en Japón, el cual ocasionó más de 4,000 muertes, así como grandes cantidades de heridos, damnificados y pérdidas económicas.
- 4) Sismos ocurridos en México, dentro de los cuales destaca el desarrollado el 19 de septiembre de 1985, en el que perdieron la vida más de 10,000 personas, número que involucra a los afectados en Cd. Guzmán.
- 5) El evento volcánico del Chinchonal ocurrido en el año del 1982.
- 6) Temblor ocurrido el 25 de marzo de 1806 en Ciudad Guzmán, en el cual murieron más de 2,000 personas.

De acuerdo a los estudios realizados por varios autores Jalisco, sobre todo la porción central y sur del estado, ocupa un territorio con una gran actividad vulcano-tectónica. Esto es debido a que su accidentada geografía refleja una joven actividad geológica. Así mismo, esta región se encuentra formando parte del llamado Cinturón de Fuego del Pacífico, que es la región de mayor actividad sísmica y volcánica del mundo, lo que ha originado que gran parte de la población y por ende de su infraestructura económica se vea amenazada por este tipo de fenómenos naturales.

Vulnerabilidad.

La vulnerabilidad se define como la susceptibilidad o predisposición intrínseca de la sociedad y/o el ambiente a sufrir un daño o una pérdida. Se expresa generalmente en términos de daños o pérdidas potenciales que se espera se presenten de acuerdo con el grado de severidad o intensidad del fenómeno ante el cual se está expuesto (Cardona y Sarmiento, 1989/ UdeG, 1994).

De esta manera, la vulnerabilidad es el resultado de la siguiente ecuación:

$$V = O / D$$

Donde:

V = Vulnerabilidad.

O = Oferta.

D = Demanda de los servicios de salud.

Demanda de los servicios de salud. Es el resultado de analizar las características de una población y su infraestructura, con el fin de determinar el grado de vulnerabilidad que presenta esa población, así como los servicios con los que cuenta en caso de un desastre. Este parámetro se refiere a las necesidades de servicios de la población en situaciones de desastre, mismas que están dadas a partir de las características específicas de los grupos de población con respecto a parámetros demográficos y de infraestructura existentes en la zona.

Oferta de servicios de salud. Es el resultado de analizar la capacidad de los servicios de salud tomando en cuenta la amenaza como factor condicionante de la demanda potencial en caso de ocurrencia de un desastre. En dicho análisis se debe tomar en cuenta: la organización de los servicios de salud, la accesibilidad, la oportunidad, la aceptación por parte de la comunidad, así como el costo de dichos servicios, dado que son características importantes que condicionan la atención a la salud de la población.

Ser vulnerable a un fenómeno natural es ser susceptible de sufrir daños y tener dificultad de recuperarse de ello (Romero y Maskey, 1983). Es por esto que la magnitud del daño real provocado por un fenómeno es mayor si la población carece de recursos a partir de los cuales pueda recuperarse.

Los recursos con los que cuenta una población, para recuperarse de la ocurrencia de un desastre, pueden ser:

- Económicos: Ahorros, seguro, propiedad de tierras, etc;
- Naturales: Formación, criterios técnicos, elementos básicos de seguridad, conocimientos sobre las funciones de cada organismo de ayuda, etc.
- Sociales: Organización, experiencia de trabajo conjunto, participación comunal, etc.

IV. ANTECEDENTES

Con respecto al tema que compete al presente estudio, se encontró que a nivel mundial y nacional existen varias instituciones dedicadas a evaluar las amenazas y la vulnerabilidad existentes en una localidad con el fin de determinar los riesgos a los que está expuesta, para de esta manera prevenir y mitigar los desastres que ahí se puedan producir. Entre esas instituciones podemos encontrar al Centro de Documentación de Desastres, Organización Panamericana de la Salud (OPS), Organización Mundial de la Salud (OMS), Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Oficina del Coordinador de las Naciones Unidas para el Socorro en casos de Desastre (UNDRO), Protección Civil, etc.

En México el Gobierno Federal, en base a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente publicada en 1988, exige en la actualidad la presentación de Manifestaciones de Impacto y estudios de Riesgo Ambiental, cuando se pretenden realizar obras o actividades públicas o privadas que puedan causar desequilibrios en el ambiente o que afecten a la población del lugar al rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y normas técnicas ecológicas. En estas manifestaciones, se pide como unos de los requisitos que se deben cubrir, la elaboración de estudios que proporcionen una imagen del estado en que se encuentran los recursos con los que cuenta una determinada localidad, como son: la flora y la fauna, así como geológicos, climáticos e hidrológicos. Este tipo de estudios contribuyen a garantizar la preservación del medio ambiente, al mismo tiempo que dan las bases para hacer programas que promuevan la seguridad de las obras civiles y de las personas que ahí se encuentren.

La mayoría de las publicaciones relacionadas con este tema hablan principalmente de los desastres y de la manera de prevenirlos, entre las cuales se encuentran: Desastres y sociedad: Revista semestral de la Red de Estudios Sociales en Prevención de los Desastres en América Latina (LA RED, 1993), El factor energía y los desastres naturales en Costa Rica; estudio de caso (Camacho & Montero, 1993), Emergencia masiva y desastre; plan de acción (Caja Costarricense del Seguro Social, 1980), Como entender los desastres naturales (Romero & Maskrey, 1983), Guía de saneamiento en desastres naturales (Assar, 1971), Guía para la planificación de emergencias por desastres (Bell, 1988), Emergencia masiva y desastre; plan de acción (Caja Costarricense del Seguro Social, 1980), Epidemiología de desastres naturales (Seaman, Leivesley & Hogg, 1993).

Una de las maneras de prevenir los desastres, es el estudio de los riesgos, desde su identificación y evaluación, hasta la creación de programas de prevención y mitigación de los mismos. Es por esta razón que se han publicado documentos en los que se establecen metodologías para la evaluación de los riesgos. Como ejemplo de esto se puede mencionar que a nivel internacional existen las siguientes publicaciones: Vulnerabilidad y evaluación de riesgo (Coburn, 1991), Identificación y manejo de asentamientos humanos en zonas de riesgo (Oficina Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, 1991), Los desastres no son naturales (Maskrey, 1993), Guía para la elaboración de estudios del medio físico: Contenido y Metodología (MOPT, 1991), Environmental risk and insurance (Zagask, 1991). A nivel nacional destacan las siguientes: Atlas Nacional de riesgos (Dirección General de Protección Civil, 1993), Evaluación y manejo de riesgos; sistema para la toma de decisiones (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA, 1992), Estrategia para la prevención de desastres, minimización de riesgos y protección civil en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (Comisión Metropolitana para la Prevención y

Control de la Contaminación en el Valle de México, 1992), Riesgos ambientales; propuestas de acción (Burbano, 1993), Riesgos en la Zona Metropolitana de Guadalajara (UdeG, 1994).

Algunas de las publicaciones, se enfocan más al estudio de las amenazas o de alguna amenaza en específico. Con respecto a esto, se puede decir que a nivel internacional y nacional se encuentran algunas de las siguientes publicaciones: World map of natural hazards (Munich, 1988); Hazard identification and evaluation in a local community (UNEP, 1982); The risk assessment of environmental and human health hazards: a text book of case studies (Paustenbach, 1989); Environmental hazards, assessing risk and reducing disaster (Smith, 1992); Geohazards; natural and man-made (McCall, Laming & Scott, 1992), Estudio de Seguro contra terremoto (Sauter & Shah, 1978), Análisis de vulnerabilidad sísmica de los sistemas de Barcelona-Puerto La Cruz-Guanta (Medina, 1990), The quantification of seismic hazard for the purposes of risk assessment (Fournier, 1985), Guía técnica para la implementación del plan Municipal de contingencias (Secretaría de Gobernación, 1993).

En la zona de estudio, no existe una información uniforme y se han desarrollado muy pocos estudios con los objetivos de fundamentar una planeación urbana o un ordenamiento ecológico territorial, o bien encaminados a conocer: la ecología o ecosistemas, los recursos naturales, desarrollar modelos geológicos o bien para valuar sus peligros naturales (deslizamientos de laderas, hundimientos por el fenómeno de tubificación, inundaciones, etc.). La mayoría de los trabajos desarrollados están enfocados al aspecto vulcanológico (estudio del Complejo Volcánico Colima, mismo que incluye al Volcán de Fuego (VF) ó Volcán Colima), entre los cuales destacan los realizados por: La Universidad Nacional Autónoma de México (Martín del Pozzo y Romero, 1986/Romero y Martín del Pozzo, 1986); Universidad de Miami (Harrison y Johnson, 1988); Universidad de California (Luhr y Carmichael, 1980). Trabajos realizados específicamente sobre del Volcán de Fuego se han presentado en reuniones nacionales e internacionales, las cuales fueron promovidas por la Universidad de Guadalajara, La Universidad de Colima y la Universidad Nacional Autónoma de México además de la participación de otras universidades a nivel nacional e internacional. Con respecto a este tema, es necesario mencionar que el cronista de Ciudad Guzmán, Juan S. Vizcaino, ha publicado reportes de sus diarias observaciones sobre el VF, sismos y fenómenos naturales acontecidos en Ciudad Guzmán, durante más de 50 años. Así mismo, este autor ha logrado elaborar un registro histórico de la Ciudad y de la evolución del VF a partir de la recabación de datos en registros antiguos de la región, mismos que van más allá de los tiempos de la colonia (Vizcaino, 1991). También se encontró que algunas de las instituciones gubernamentales han trabajado en esta zona, entre las que se puede mencionar a: Comisión Federal de Electricidad (Castillo, 1990); Petróleos Mexicanos y La Asociación de Ingenieros de Minas Metalurgistas y Geólogos de México, (Salazar, 1983); Instituto Mexicano del Petróleo, mismas que han realizado prospecciones con el objetivo de conocer y analizar la factibilidad de usar energía calorífica en esta región.

V. DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Localización

Ciudad Guzmán (Fig.1), cubre el 65% de la cuenca endorréica de la Laguna de Zapotlán, misma que se ubica al Sur del Estado de Jalisco y a una distancia aproximada de 135 kilómetros de Guadalajara. El límite de esta cuenca, es el parteaguas que componen las sierras, volcánes y demás topoformas, cubre un área aproximada de 462 Km².

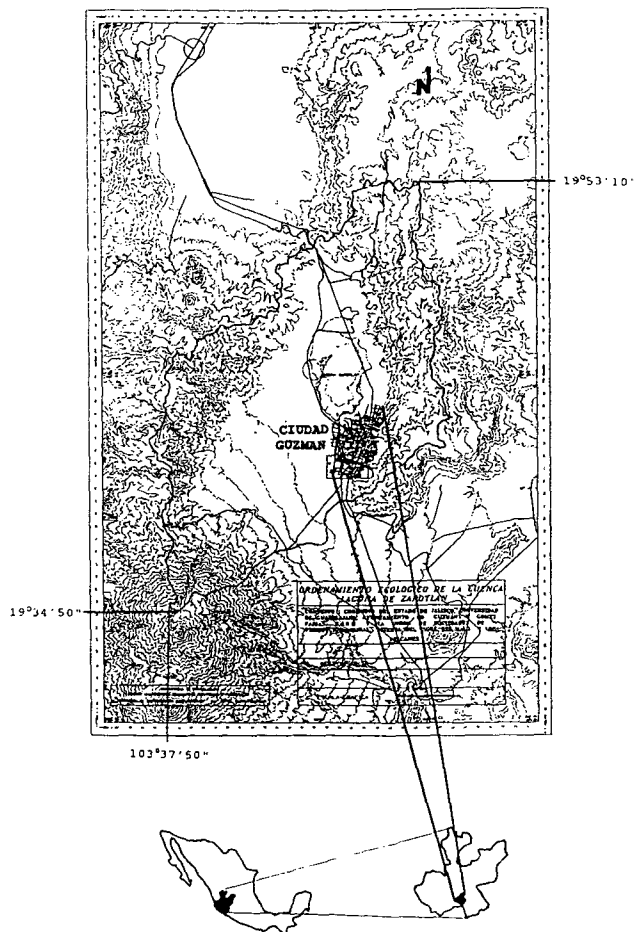


Figura 1.- Croquis de Localización de la zona de estudio.

Georeferencialmente, esta cuenca se encuentra entre las siguientes coordenadas: $19^{\circ}35'$ a $19^{\circ}54'$ de Latitud Norte y $103^{\circ}25'$ a $103^{\circ}38'$ de Longitud Oeste, el rango de altitud va de 1,450 a 3,900 msnm. Sus altitudes varían entre los 1,500 (en la zona circundante a la Laguna de Zapotlán) y los 3,700 msnm, en las estribaciones del Volcán de Nevado de Colima, limita al Sur con los municipios de Zapotitlán de Vadillo, Tonila y Tuxpan; al Este con Zapotiltic y Tamazula, al Oeste con San Gabriel (Venustiano Carranza) y al Norte con Sayula (UdeG, 1995).

Ciudad Guzmán, se localiza geográficamente entre los $19^{\circ}41'51''$ Latitud Norte y $103^{\circ}27'15''$ Longitud Oeste, a una altitud promedio de 1,520 msnm. Colinda al Norte con el municipio de Gómez Farías, al Sur con el municipio de Tuxpan, el Este con los municipios de Tamazula de Gordiano y Zapotiltic, al Oeste con el municipio de Venustiano Carranza (Fig. 2).

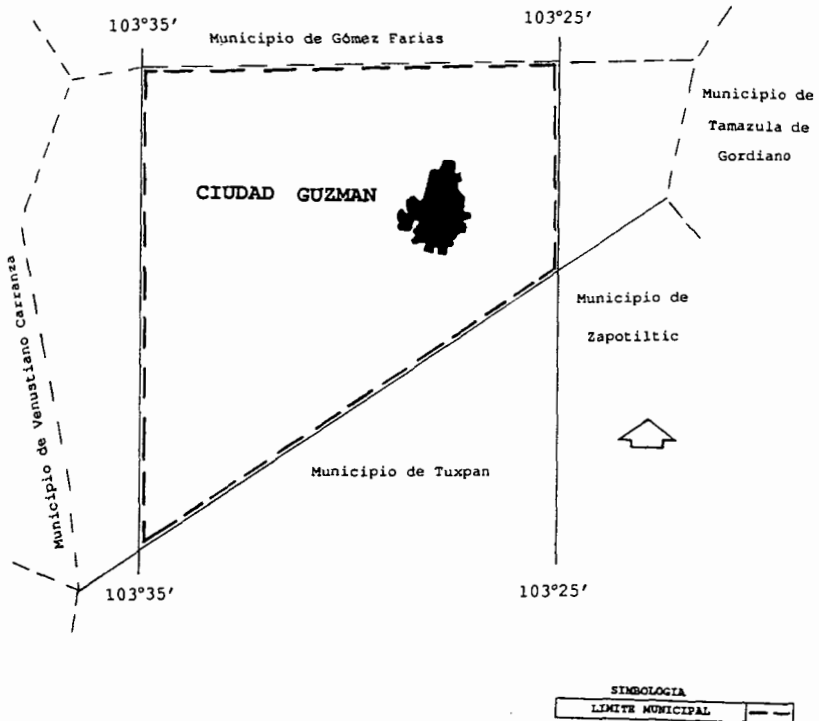


Figura 2.- Localización de Ciudad Guzmán.

Vías de acceso y comunicación.

Entre las vías que sirven de acceso y que comunican a Ciudad Guzmán se encuentran (Montaño, 1992):

- a) Autopista Guadalajara-Manzanillo.
- b) Carretera Federal 110.
- c) Carretera Estatal 54 (Guadalajara-Colima-Manzanillo).
- d) Caminos revestidos y de terracería.

Estas superficies de rodamiento comunican a Cd. Guzmán, Tuxpan, Zapotiltic, Tecalitlán y Tamazula de Gordiano. Cuentan además con transportación férrea, por medio del ramal Guadalajara- Manzanillo y existe en uso una aeropista para naves pequeñas, a un lado del libramiento de Cd. Guzmán. Además, la población de Ciudad Guzmán tiene comunicación por los medios: Telefónico, telegráfico, correos y radio.

Fisiografía.

Ciudad Guzmán se localiza dentro de la provincia del Eje Neovolcánico (Fig. 3), misma que colinda al N con la llanura Costera del Pacífico, la Sierra Madre Occidental, la Mesa Central, la Sierra Madre del Sur y la llanura Costera del Golfo de México.



Figura 3.- Provincias fisiográficas del Estado de Jalisco.

La provincia del Eje Neovolcánico, se puede caracterizar como una gran masa de rocas volcánicas de todos tipos acumulada en innumerables y sucesivos episodios volcánicos que se iniciaron en el periodo Terciario (algunos 35 millones de años atrás) y continuados hasta el presente. La integran grandes sierras volcánicas, coladas lávicas, conos dispersos o en enjambre, amplios escudo volcanes de basalto y depósitos de arena y cenizas dispersas entre llanuras. Presenta amplias cuencas cerradas ocupadas por lagos (Pátzcuaro, Cuitzeo, Texcoco, El Cármen, etc.) y lagunas (Cajititlán, Sayula, Chapala y Zapotlán, entre otras). El fallamiento es otro de los rasgos característicos en la provincia, siendo éste el que ha dado origen a las cuencas (SPP, 1981).

El Sistema de Información para el Ordenamiento Ecológico (SIORDECO), a nivel nacional implementado por la SEDESOL, considera que la cuenca Laguna de Zapotlán se encuentra dentro de dos provincias ecológicas o subprovincias (UdeG, 1995): Chapala y Volcanes de Colima; y tres sistemas ecogeográficos: Gómez Farías, Zapotlán y Volcán de Colima.

Fisiográficamente, La cuenca Laguna de Zapotlán está integrada principalmente por los siguientes sistemas de topoformas:

- 1) Gran sierra compleja o Grandes estrato-volcanes aislados. Representados por el Nevado de Colima y el Volcán de Fuego. Están constituidos por andesitas (rocas ígneas medias en sílice).
- 2) Sierra de laderas abruptas. Se encuentra en la base Occidental del Nevado. Representada por el cerro El Petacal.
- 3) Lomeríos suaves con cañadas.
- 4) Lomeríos suaves (arenisca conglomerado). Integran amplias faldas que se extienden en torno a los volcanes, surcadas por arroyos radiales.
- 5) Valle de laderas escarpadas. Sistema de cañadas hondas y ramificadas que sobre la base Occidental de los volcanes han labrado sus cárcavas.
- 6) Pequeño llano aislado. Es de origen aluvial. Se localiza en el extremo Norte. Piso del valle. Está formado por el valle plano de la Laguna de Zapotlán.

Relieve.

Los relieves presentes son: montañas de plegamiento con un estilo tectónico de fracturas de modo que se les puede considerar como bloques de montañas plegadas, como es el caso del sistema Sierra del Tigre, Sierra de los Manzanillos y la Montaña Oriente; montañas volcánicas como el nevado, el volcán Apaxtepec, serranía de Usmajac con derrames de fisura, montañas de la Sierra de la Media Luna, las altiplanicies y fosas tectónicas (UdeG,1995).

Uno de los elementos principales del relieve es el Complejo Volcánico del Nevado de Colima, ubicado al Suroeste de la cuenca y cuyas faldas entran en contacto con un cordón montañoso que forma la llamada Sierra de la Media Luna, misma que a su vez entra en contacto, en su extremo norte, con la sierra de Tapalpa.

Otro de los principales elementos del relieve es la depresión tectónica que forma el Valle de Zapotlán, la cual funciona como cuenca sedimentaria. También encontramos dentro de este rubro a la Sierra del Tigre, misma que se extiende hacia el Este de la cuenca, formando un sistema de cordones montañosos. Limita hacia el Noreste con la Sierra de los

Manzanillos y la Montaña Oriente al Sur.

Estos relieves, junto con la Sierra de la Media Luna, Falda del Volcán Nevado de Colima, Cumbre del Nevado, Altiplanicie ondulada de El Pelillo, Serranía de Usmajac y el Valle de Zapotlán, son los principales paisajes encontrados en la cuenca Laguna de Zapotlán.

Ciudad Guzmán se localiza en la porción Sureste de la Sierra del Tigre, específicamente en la parte Norte de las subcuencas Los Guayabos y Chuluapan, en las que se distinguen principalmente los siguientes sistemas de topoformas: la Sierra de Laderas Abruptas y el Pequeño Llano Aislado, y dentro de ellas: montañas, cerros y planicies.

La topografía de éstas microcuencas se agrupa en siete clases (UdeG, 1995), que van de Plana (< 2 %) a Abrupta (> 50 %), ver cuadro 4.1.

Cuadro 4.1.- Clases de pendientes encontradas en las microcuencas Guayabos y Chuluapan.

CLASE DE PENDIENTE	RANGO (%)
1) Plana	<2
2) Suave	2 - 6
3) Ligera	6 - 10
4) Moderada	10 - 15
5) Fuerte	15 - 30
6) Muy fuerte	30 - 50
7) Abrupta	> 50

En Ciudad Guzmán, se ubican al Norte y al Oriente zonas muy planas con pendientes de menos de 2%, lo que hace a estos suelos muy difíciles para la implementación de los servicios de infraestructura y con peligro de inundaciones.

Al Sur aunque también existen áreas similares a las anteriores, predominan las pendientes favorables del 2% al 5%. Al Este se encuentra la Sierra del Tigre con pendientes del rango de 25% o más, las cuales restringen seriamente el asentamiento Urbano, de acuerdo con lo expresado en el Anuario Estadístico del Estado de Jalisco (INEGI, 1992).

Geología.

Los datos que a continuación se presentan, son producto del estudio geológico que se realizó en la cuenca Laguna de Zapotlán para la determinación de los riesgos, elaborado como parte del ordenamiento ecológico y la determinación de los riesgos de la zona (UdeG, 1995).

La geología da a conocer la dinámica interna y externa que se lleva a cabo en una región, así como los procesos que pueden poner en peligro a los seres humanos y al ambiente que los rodea. Como ejemplo se tiene al: vulcanismo y tectonismo (en el caso de geodinámica interna), o bien movimientos de masas, erosión e inundaciones (causados por la geodinámica externa), etc.

Litología.

En la cuenca de Zapotlán afloran rocas ígneas extrusivas (eruptivas), las cuales proceden del enfriamiento de los magmas, que salen de los volcanes en forma de cenizas y corrientes de lava que se depositan sobre la superficie de la tierra. Presentan diferentes tipos de permeabilidad primaria y secundaria, dependiendo del grado de fracturamiento, el cual es uno de los factores a considerar cuando se trata de determinar si una población y su infraestructura se encuentra en riesgo. Esto último se debe a que el fracturamiento puede crear condiciones de inestabilidad en las pendientes cercanas o sobre las que se encuentre un asentamiento humano, también contribuye a que se erosione el subsuelo por debajo de algunas estructuras (fenómeno de tubificación). Así mismo, puede facilitar la infiltración de materiales contaminantes a los acuíferos que abastecen a una población.

En la cuenca Laguna de Zapotlán las rocas ígneas extrusivas que afloran son: Tefras, Basaltos, Andesitas. Estas rocas en el área de estudio, han dado lugar a: Derrames de lava, depósito de tefras, estrato volcanes y Volcanes monogenéticos.

También en esta cuenca existen rocas sedimentarias, las cuales se formaron por la acumulación de sedimentos que se consolidaron en rocas duras, firmes, estratificadas. Los sedimentos pueden estar integrados por fragmentos de roca de diferentes tamaños, minerales resistentes, restos de organismos y productos de acción química o de evaporación o mezclas de éstos. Presentan contenido arcilloso, actúan como confinantes, son solubles y se presentan de moderada a intensamente fracturadas. Las rocas sedimentarias que afloran en la cuenca Laguna de Zapotlán son: Calizas y areniscas conglomeráticas.

Se encontraron también rocas metamórficas, mismas que abarcan aquellos conjuntos minerales que han sufrido ajustes estructurales y mineralógicos a ciertas condiciones físicas o químicas, o combinaciones de ellas, impuestas por la profundidad. La presión, la energía térmica o el calor y los fluidos químicamente activos, pueden todos haber intervenido en el cambio de una roca originalmente ígnea o sedimentaria en roca metamórfica. Este tipo de rocas (Caolín y Calizas aparentemente marmolizadas) presentan metamorfismo hidrotermal y se localizaron en la parte norte de la cuenca. En el área en donde se ubica Ciudad Guzmán no se encontraron este tipo de rocas. Solo se determinó la existencia de metamorfismo de contacto en zonas de fallas, en las bases y cimas de algunos derrames de lava.

En Ciudad Guzmán, existe una litología de tipo aluvial (lacustre), en donde los materiales son sedimentos arrastrados de las partes altas por corrientes de agua

principalmente y son inundados en su mayoría. Este tipo de suelo se haya en las planicies de la cuenca, exceptuando la zona en donde se localiza el volcán Apastepec y su periferia. Así mismo, encontramos también en toda la parte baja de la cuenca, sedimentos no consolidados que incluyen tefras transportadas por el agua y depositadas en las partes bajas, así como fragmentos de rocas intemperizadas en las partes altas y transportadas por abajo de los 1 600 msnm.

Estratigrafía.

Como se puede observar en el plano 1, la secuencia estratigráfica que se presenta en la cuenca de la Laguna de Zapotlán, de la más antigua a la más reciente, es la que se describe a continuación:

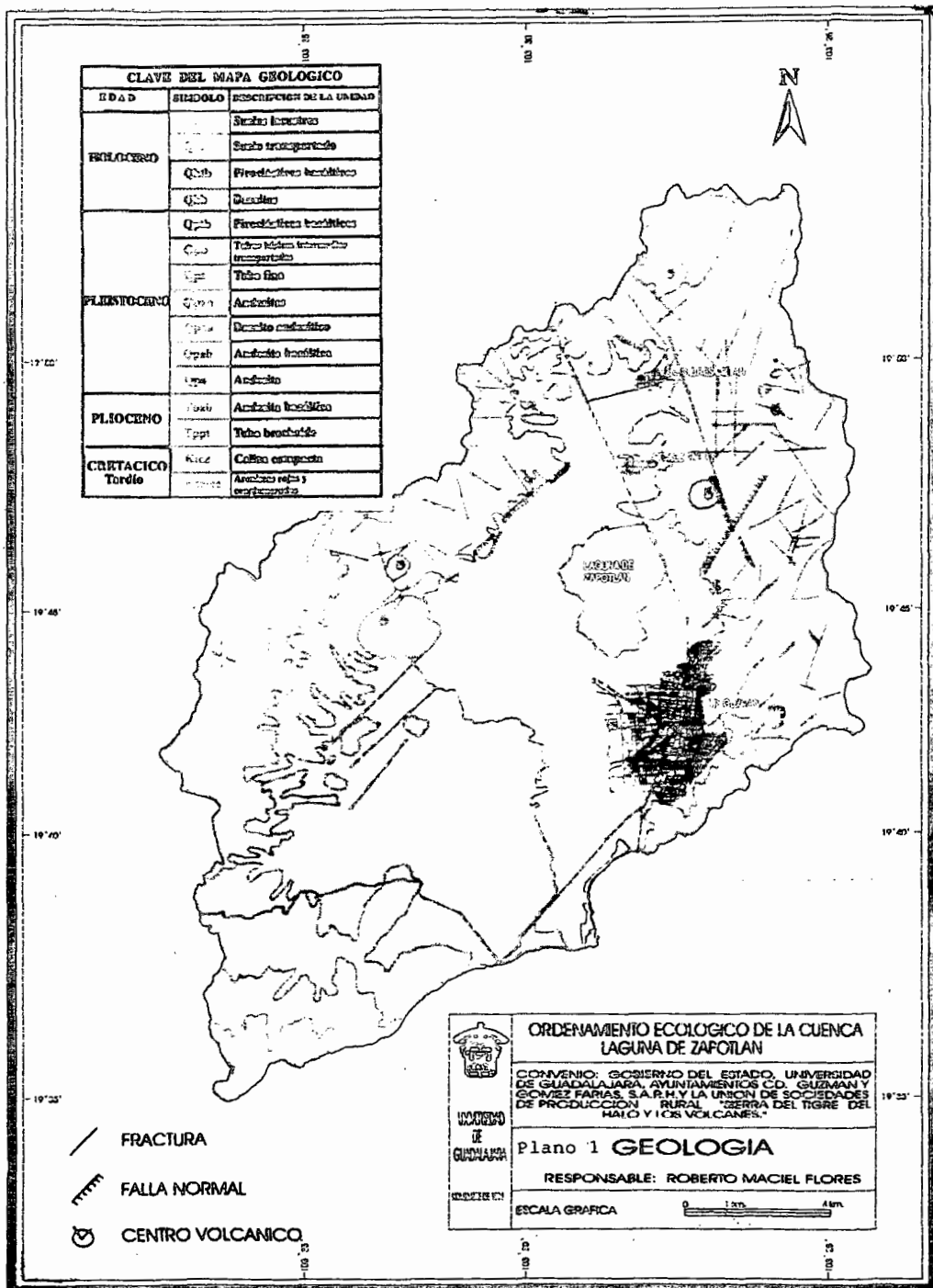
Pillow Lavas Andesíticas (no cartografiados por la escala) (Ksp). Rocas color pardo negruzco que afloran en los cortes del camino que parte de San Andres Ixtlán a Unión de Guadalupe. Consisten de derrames andesíticos con estructura almohadillada, que sugiere que el derrame se produjo en un ambiente acuoso (lago o mar), se presentan ligeramente alteradas por procesos hidrotermales. Su contacto inferior no es claro, subyacen a las areniscas rojas. Se le asigna una edad estimada del Cretácico superior. El espesor es de aproximadamente cinco metros. Su posible utilización es en la construcción.

Arenisca roja (Ksa-cg). Roca sedimentaria, color rojo. Sobreyace a la unidad descrita anteriormente y se le asigna la misma edad. Aflorante al oriente de Ciudad Guzmán, a la altura del Club deportivo Britania y sobre el arroyo de los Guayabos. El espesor estimado es de 160 m. Esta unidad es utilizada en forma frecuente en edificaciones, ruedas de molino y muelas abrasivas de empleo artesanal, aún cuando a veces se tienen pésimos resultados debido a una fácil degradación del cemento.

Caliza compacta (marmolizada) (Ktcz). Roca sedimentaria de color grisáceo, granos finos y textura compacta. Afloran en la parte alta (Nororiental) de la sierra del Tigre, cerca de la población El Rodeo y sobre el arroyo la Catarina. Aflora en forma más extensa al Sur del área de estudio donde actualmente existen diversos bancos de material y se explota en forma intensa. El uso que actualmente se le da es en la producción de cal. Se le asigna una edad del Cretácico temprano. Su espesor no se logra observar en su totalidad y varía en cada localidad pero en general es mayor a 150 m., al sur de la cuenca se han llegado a encontrar espesores mayores a 400 metros.

Toba andesítica (no cartografiada por la escala) (Tmpt). Roca piroclástica intermedia, color gris claro. Se encuentra interstratificado con lavas, la característica principal de estos productos volcánicos es su amplia distribución geográfica. Sobreyacen directamente a las areniscas rojas, su contacto superior no es claro. Aflora solo sobre un corte de carretera, donde afloran las areniscas. Presentan un espesor aproximado de 20 metros. Su edad aproximada es del Terciario, Mioceno-Plioceno. Algunas de estas tobas se usan actualmente para fabricar objetos artesanales y adoquín. Por la gran facilidad de moldear esta roca, es factible utilizarla para la fabricación de cementos especiales y como piedra para la construcción de fachadas y ornato.

Toba brechoide café claro (Tppt). Roca piroclástica intermedia. Color café claro, de igual forma que la anterior unidad esta se asocia a erupciones explosivas que permiten que la misma se distribuya en grandes extensiones. Aflora sobre el camino de San Andes Ixtlán a



Unión de Guadalupe y sobre la terracería a El Rodeo.

La característica de esta unidad en estas localidades a diferencia de la anterior, además de los líticos contenidos es la alteración hidrotermal presente que prácticamente la convierten en una caolinita. Su uso fundamental ha sido en la industria de la porcelana, aún cuando también se usa en la industria de la goma y el papel. No es posible observar su espesor total pero es mayor a los 30 m. Se le asigna una edad del Terciario superior.

Andesita (Qpa). Roca ígnea extrusiva intermedia, color gris claro, aún cuando también existen un gris verdoso en la porción Norte, debido a efectos de la alteración hidrotermal. Sus afloramientos están asociados al estratovolcán El Cántaro, se le asigna una edad de pleistoceno debido a una datación de 1.4 ± 0.1 ma (Allan 1986). Se ha utilizado en forma intensa para la construcción de carreteras o mantenimiento de terracerías.

Andesita basáltica (Qpab). Roca ígnea extrusiva intermedia, color gris claro. Aflora en el V. El Escape, al pie del V. Nevado de Colima, en el V. La Mora (1.26 ± 0.03 ma), en el V. Los Guajes y en el V. La Escalera.

Basalto andesítico (Qpba). Roca ígnea extrusiva básica-intermedia, la proporción de los minerales existentes varía con relación de la anterior unidad, por lo cual se propone esta denominación. Es de color gris oscuro, aflora en el V. El Zapote y en otros aparatos ubicados fuera del área de estudio, hacia el Norte.

Andesita (Qpa). Roca ígnea extrusiva intermedia, color gris claro, aún cuando también existen un gris verdoso en la porción Norte por la presencia de clorita y epidota debido a efectos de la alteración hidrotermal.

Los afloramientos de este material están asociados al estratovolcán Nevado de Colima, con dataciones de 0.53, 0.37, 0.29, 0.14 ma). Se ha utilizado en forma intensa para la construcción de carreteras o mantenimiento de terracerías.

Toba fina café claro (Qpt). Roca piroclástica intermedia. Color café claro. Aflora prácticamente en todo el parteaguas oriental de la cuenca y se asocia a la erupción paroxismal del volcán Nevado de Colima y del C. del Cántaro. La edad estimada de la misma es menor a un millón de años, es decir del pleistoceno.

El espesor de este estrato varía en cada localidad pero en general es mayor a los cinco metros. Su aplicación es en la industria de la construcción por ser un elemento de bajo peso y fácilmente trabajable.

Piedemonte (Qpp). La unidad definida con este término es la misma Qpt, pero que ha sido transportada por medios fluviales principalmente hasta las zonas cartografiadas en el plano. Su espesor es indefinido por no observarse la base, pero mayor a los tres metros. Tiene las mismas características señaladas para Qpt, con la diferencia de que esta unidad no se encuentra "in situ".

Productos piroclásticos básicos (Qptb). Conos cineríticos existentes en diversas partes del área en estudio, como lo es en la parte superior del C. La Mora, C. El Zapote y fuera del área en estudio sobre todo en la porción norte.

Basalto (Qhb). Roca ígnea efusiva básica, color oscuro casi negro, minerales

generalmente pequeños, textura vesicular en algunos derrames, rellenas en ocasiones de sílice y calcita. Aflora en el límite Sur del área de estudio, producto de una emisión fisural que culminó con la formación del cono cinerítico Apastepec, el cual presenta una altura de 80 metros aproximadamente y tiene una edad estimada de 1,500 años.

Según reportes históricos el nombre de Apastepec es una palabra Náhuatl que le fue dada por los nativos del lugar, cuando vieron que durante la erupción que de este cerro corría "piedra volcánica", que en las zonas cercanas al centro de emisión presenta un espesor mayor a dos metros. Este material sirve para la pavimentación de carreteras, vías férreas y adoquinado.

Productos piroclásticos intermedios (Qhtb). Asociados a la emisión de ceniza del Volcán de Fuego afloran al sur de la cuenca, pero durante la pasada erupción de 1991, parte de estos productos cubrieron la porción sur de la cuenca con espesores menores a un centímetro (Maciel, 1991).

Suelos (Qal). Definidos como toda aquella roca intemperizada, transportada (suelo transportado) o "in situ" (suelo residual), y con contenido de materia orgánica, puede encontrarse cerca de la superficie o interstratificado.

En la cuenca de la Laguna de Zapotlán existen dos tipos de suelo, los residuales y los transportados, los primeros son aquellos que no han sufrido transportación y se encuentran en toda la cuenca y son resultantes de la intemperización de la roca a la cual sobreyacen, los segundos son aquellos que han sufrido la transportación y depósito en un lugar diferente al que fueron producidos, como es el caso de todo el relleno que se ha efectuado en la parte central de la cuenca. El espesor de los mismos deben de ser, en base a estudios geofísicos realizados en zonas cercanas, mayores de 400 metros. Su uso principal es en la agricultura y en el caso de suelos arcillosos, es para la producción de ladrillos, que se da prácticamente a lo largo de los principales arroyos.

Suelos lacustres (Qla). Son los que están en medios acuosos en forma casi permanente, lo que provoca una descomposición diferente de los minerales y materia orgánica presente en el, resultando de lo mismo por ejemplo, la producción de metano.

Geología Estructural.

Geología Estructural regional. Como se mencionó anteriormente, la zona de estudio se ubica, dentro de la Faja Volcánica Mexicana, la cual se caracteriza por la presencia de aparatos volcánicos y estructuras (fallas y fracturas) recientes o activas, estas últimas hacen que sea posible el dividir a esta provincia para facilitar su estudio.

Por lo anterior, el también llamado Eje Neovolcánico, se divide estructuralmente en varias regiones, una de estas (en donde se encuentra la zona de estudio) es la denominada Graben Colima o Rift Colima. Esta región se considera como el límite Este del Bloque Jalisco (figura 4).

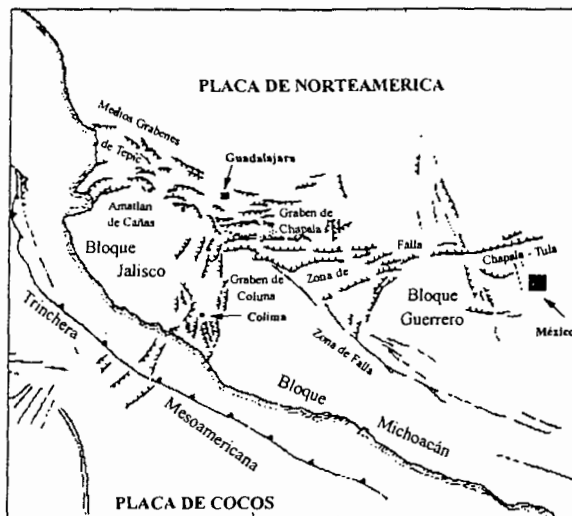


Figura 4 .- Estructuras regionales relacionadas con la zona de estudio.

La orientación dominante de este Graben es N-S, se refleja principalmente en el lineamiento que presentan los complejos volcánicos del Cántaro y Colima, así como una serie de aparatos monogenéticos ubicados al Occidente del área de estudio.

En una imagen de satélite es posible de observar en la parte central del Rift de Colima, el largo de éste es de 55 a 60 km y se extiende a partir de la vecindad del flanco norte del Nevado de Colima hasta justo al Sur de la ciudad de Colima. En el Sur de la cuenca el ancho es de 45 km, mientras que en el Norte la amplitud es de cerca de 60 km. debido a la presencia de tres pequeños grabenes.

El Graben Colima, ha sido dividido en base a las características morfológicas y estructurales, en tres secciones:

- 1) Graben de Sayula. Situado en la porción norte del Rift de Colima, también llamado "Graben Norte de Colima" (Allan, 1986).
- 2) Graben central de Colima. Ha sido el menos estudiado geológicamente hasta la fecha, se caracteriza por estar cubierto casi en su totalidad por depósitos volcánicos (tefras) asociadas con el Complejo Volcánico Colima. Es en este graben en donde se localiza la zona de estudio.
- 3) Graben Sur de Colima. Inicia justo al sur de la ciudad de Colima, exhibe un patrón mucho muy complicado de bloques fallados y que se extienden en dirección de la costa del Pacífico.

La relación entre el graben de Colima y el límite de las placas Rivera y Cocos es controversial hasta la fecha, algunos autores señalan que el área del rift de Colima representa una segmentación del límite de la Faja Volcánica Mexicana (Allan, 1986), probablemente relacionada a la diferencia geométrica de la velocidad de subducción, que existe entre la

placa de Cocos (6 cm por año) y la placa de Rivera (2 cm por año). Algunos otros autores señalan que éste rift es similar al que dio por resultado el separamiento de la península de Baja California (10-12 ma). Otros autores (Ferrari & Rosas, 1994), señalan que la extensión a lo largo del rift Tepic-Zacoalco es muy lenta, en comparación de lo que se podría esperar a partir de la separación de una microplaca.

Geología Estructural local. Dentro de la cuenca las estructuras no presentan el trend regional N-S, como es posible observar en el histograma (figura 5).

Fracturamiento en el Graben de Zap
 STRIKES. N = 136
 10 DEG HISTOGRAM

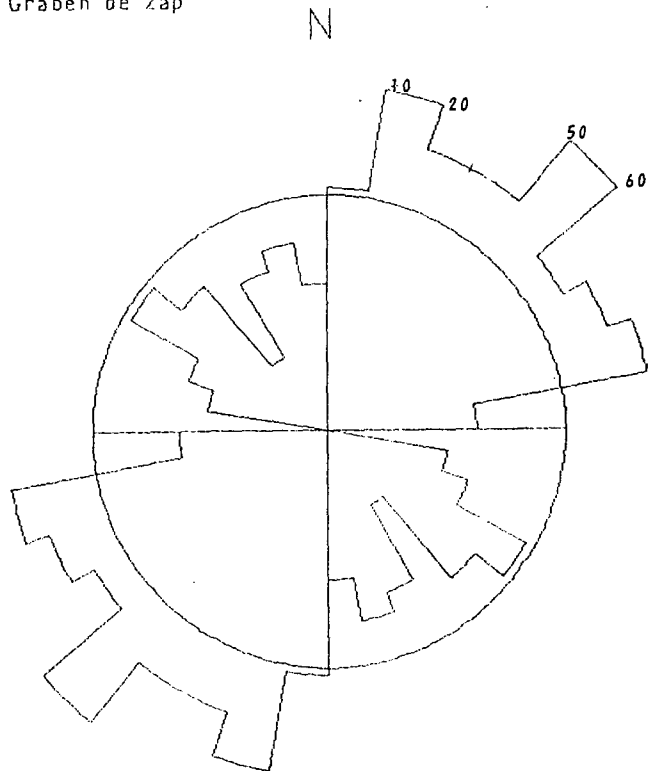


Figura 5.- Histograma de las estructuras encontradas en la cuenca de la Laguna de Zapotlán.

La orientación principal de las estructuras es (N 50-60 E y N E), y los esfuerzos son de tipo distensivos (fig. 6).

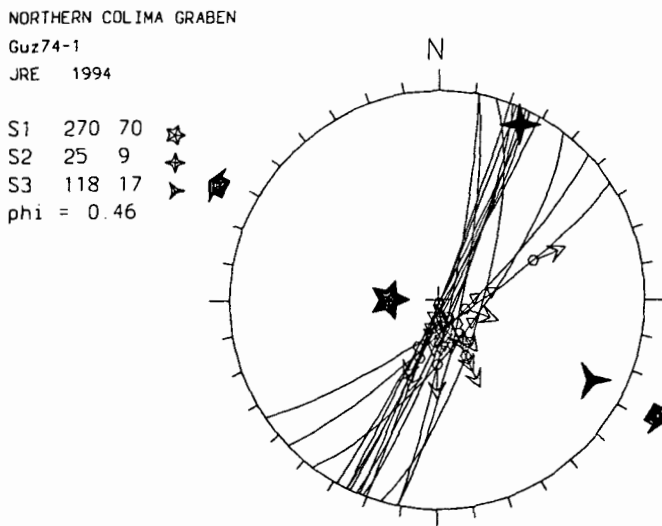


Figura 6 .- Estereograma de las estructuras encontradas en la cuenca de la Laguna de Zapotlán

En general la cuenca presenta una orientación NE-SW, misma que obedece a la orientación predominante de las estructuras regionales aflorantes en la cuenca. Los bloques en general se hunden hacia la porción central de la cuenca, siendo esta la parte topográficamente más baja y donde se encuentra la Laguna de Zapotlán (plano 1).

La cuenca Laguna de Zapotlán se ubica como ya se mencionó, dentro del denominado sistema estructural graben de Colima, el cual tiene una dirección Norte-Sur. Sin embargo, esta estructura geológica está cortada por otro sistema estructural de orientación Noreste-Suroeste (plano 1), el primero se desarrolló aparentemente durante el Mioceno - Plioceno. El segundo sistema estructural, es de edad reciente y se considera activo, reflejándose en superficie por medio de fallas y fracturas abiertas, detectadas en varias partes de la cuenca como en bancos de material, cortes de carretera y en la zona noreste de Ciudad Guzmán, al primer sistema estructural (N-S), se asocia un aparato volcánico (C. la Mora) existente al Suroeste de Gómez Farías (plano 1), el cual tiene una edad aproximada de 1.2 millones de años y parte de sus derrames están cortados por el segundo sistema estructural (NE-SW), al primero se asocia también el complejo de Colima, el cual inició su actividad hace menos de un millón de años y actualmente está activo (Maciel,1994).

Suelo.

La topografía, los tipos de clima (templado, semicálido, templado cálido-húmedo, templado-subhúmedo y semiseco) y la geología (rocas ígneas extrusivas intermedias, tobas, areniscas y conglomerados), del área de estudio determinan la presencia de varios tipos de suelos. Por lo anterior, en el cuadro 4.2 se presentan los tipos de suelo localizados en la cuenca Laguna de Zapotlán de acuerdo con el sistema de topoforma y la vegetación en donde se encuentran (SPP, 1981).

Cuadro 4.2.- Tipos de suelo localizados en la Cuenca Laguna de Zapotlán.

SISTEMA DE TOPOFORMAS	VEGETACIÓN	SUELOS
Gran sierra volcánica compleja o Grandes estrato volcanes aislados.	Bosque de P-E, Bosque de E-P, Bosque de E y Matorral-subtropical.	Regosol éutrico (Re) + Andosol húmico y litosol (con fase lítica).
Sierra de laderas abruptas.	Agricultura.	Re + Cambisol éutrico (Ce) y Feozem háplico (Fh) -con fase lítica.
Lomerío suave (tobas) asociado con cañadas.	Selva baja caducifolia, bosque de encino y pastizal.	Vertisol pélico + Re y Ce (con fase lítica) y Chernozem háplico + Vertisol pélico y regosol calcárico.
Lomerío suave.	Selva baja caducifolia.	Re + Ce (con fase lítica) y Hh + Re y Ce.
Valle de laderas escarpadas.	Selva baja caducifolia.	Litosol + Regosol calcárico y Re + Ce.
Pequeño llano aislado.	Pastizal inducido.	Chernozem háplico + vertisol pélico y regosol calcáreo (con fase gravosa).
Piso de valle.	Selva baja caducifolia y matorral craciaule.	Litosol asociado a Re (con fase lítica).

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ciudad Guzmán, en esta área existen tres tipos de suelo:

- 1) Regosol Eutrico. Predomina en el área, sobre todo en su porción central, su principal característica es que su conformación es granular suelto con un alto contenido de nutrientes, estas características presentan ciertas restricciones al uso urbano por su inestabilidad con la presencia del agua.
- 2) Feozem háplico, es un suelo de fertilidad moderada que no presenta restricciones a la urbanización, en este tipo de suelo se encuentra asentada la totalidad de la población.
- 3) Cambisol Eutrico. Se encuentra en la parte alta de la Sierra del Tigre y en las faldas del Nevado de Colima, no teniendo este tipo de suelo restricciones especiales.

En el municipio de Ciudad Guzmán y en toda la cuenca, se encuentra una gran cantidad de zonas erosionadas, lo cual se debe principalmente a algunos de los siguientes factores:

- Tala inmoderada para obtener combustible y materiales de construcción.
- Desmonte para agricultura y pastoreo.
- Precipitación pluvial con características torrenciales (40 mm. en una hora). - Pendiente que varían de fuertes a abruptas (>30 - >50 % de pendiente).
- Nula posibilidad del suelo para retener el agua.

Estos factores ocasionan que en la cuenca Laguna de Zapotlán, actualmente existan los siguientes tipos de erosión (UdeG, 1995):

1. Leve: En las partes altas del nevado o sea las partes del Parque Nacional Volcán Nevado de Colima que están dentro de la cuenca y en zonas de la sierra la Media Luna con difícil acceso.
2. Moderada: Se encontró más frecuentemente en las zonas con mayor grado de pendiente en la cuenca, con un uso forestal y las partes altas de la sierra del Tigre.
3. Alta: Se encontró en porcentaje bajo en las partes con menos pendiente en la cuenca donde se practica principalmente la agricultura.
4. Muy alta: Encontrada frecuentemente en partes con pendientes fuertes donde se practica principalmente la ganadería.

Así mismo, los factores antes descritos provocan que exista la siguiente erosión potencial ó riesgo de erosión (UdeG, 1995):

- 1) Muy alta. En las partes altas de la cuenca.
- 2) Alta. Se encontró en un elevado porcentaje en toda la cuenca, principalmente en donde se realizan mayor cantidad de actividades productivas.
- 3) Moderada. Solo en tres sitios de menor pendiente y cercanos a la laguna se determinó.
- 4) Leve. No se obtuvo.

Si se sigue incrementando la erosión, sobre todo en las partes altas de la sierra, aumentará el riesgo de inundaciones en las zonas urbanas, debido a que la infiltración de agua decrece con el aumento de la erosión. Además, se encuentra el problema de la cada vez mayor carencia de suelos fértiles y óptimos para el cultivo y demás actividades productivas, debido a que la activa deforestación en la zona se combina con los agentes erosivos.

Clima.

La cuenca Zapotlán presenta un clima semicálido-subhúmedo (SPP, 1981). Es decir, tiene una época de lluvias en verano y un porcentaje invernal menor a 7 mm, la precipitación media anual es mayor de los 700 mm. La temperatura media anual tiene un rango entre 18 y 22 °C, la mayor incidencia de lluvias se registra en los meses de julio y agosto, con un rango que fluctúa entre 150 y 230 mm, siendo abril el mes más seco con una precipitación menor a 10 mm. La máxima temperatura corresponde al mes de junio con 21.8 °C (media) y la mínima se presenta en enero con 14.4 °C (media). Sin embargo, en aproximadamente el 50% de la superficie total la cuenca predominan las áreas con temperaturas que oscilan entre los 18° y 20 °C. El clima varía según la topografía de la zona, lo que ocasiona que se presenten microclimas (pequeñas zonas con un clima distinto) dentro de la cuenca. Es decir, áreas con temperaturas anuales correspondientes a climas desde templado-fríos hasta semicálidos (UdeG, 1995).

Esto muestra, entre otras cosas, la posibilidad del establecimiento de un gran número

de especies tanto vegetales como animales, por lo que se puede concluir que la cuenca de la Laguna de Zapotlán presenta las condiciones de temperatura propicias para contar con una gran biodiversidad.

En el área de influencia de Ciudad Guzmán, específicamente en las subcuencas Guayabos y Chuluapan, existen los siguientes tipos de climas:

1. C(W2). Subhúmedo con lluvias en verano, es el más húmedo de éstos. Presenta un porcentaje de lluvia invernal entre 5-10.2 mm.
2. (A)C(W1)(w). Semicálido con lluvias en verano, régimen de humedad intermedio y % de lluvia invernal menor de 5 mm.
3. (A)C(W0)(w). Semicálido subhúmedo con lluvias en verano. Régimen de humedad el más seco de éstos % de lluvia invernal menor de 5 mm.

Los factores naturales de los que se derivan las condiciones climatológicas para Ciudad Guzmán, son los que a continuación se relacionan:

a) Temperatura. La media anual es de 19.6 °C, muy adecuada para cualquier tipo de actividad y desarrollo, la máxima promedio es de 27 °C y la mínima promedio es de 12.2 °C. Los valores extremos máximos se presentan durante los meses de mayo y junio y los mínimos en diciembre y enero. El antecedente de temperatura máxima extrema es de 45 °C y se presentó en el año de 1930, en el mes de mayo. La mínima extrema fué de 0.2 °C y ocurrió en el año de 1953 en el mes de diciembre.

b) Precipitación pluvial. La media anual es de 696.4 mm concentrados principalmente en verano, que representa el 95% del total anual con un 5% en octubre. La máxima anual equivale 944 mm y la mínima anual a 177.6 mm. La lluvia más abundante representa el 136% de la media anual, se presentó el año 1955; la más escasa significa el 26% y ocurrió en el año de 1932.

c) Vientos. Los vientos dominantes se dan durante todo el año y van en dirección sur-sureste o nor-noreste, con una velocidad moderada.

Vegetación.

En la Cuenca Zapotlán se han desarrollado los siguientes tipos de vegetación dependiendo de las condiciones climáticas (UdeG, 1995):

Bosque de Pinos. Abarca la Sierra de la Media Luna, Sierra de Los Manzanillos y Sierra del Tigre.

Bosque de Encinos. Se desarrollan en la Sierra de Los Manzanillos, en el sector que se extiende al N de San Andrés Ixtlán en el municipio de Gómez Farías. En ocasiones, este tipo de vegetación se encuentra como relictos asociados a elementos del bosque tropical caducifolio en las partes bajas del lado Norte de la cuenca, o bien, creciendo junto a *Pinus* en el parteaguas y en las laderas de los cerros que forman la cuenca. Algunas especies como *Quercus candicans*, *Q. castanea*, *Q. crassifolia* y *Q. laurina*, ordinariamente se mezclan con el bosque mesófilo de montaña.

Bosque de Pino-Encino. Este bosque, constituido de eminencias de 10—30 m de altura,

ubre una área amplia y predomina a los demás. Está representado por la asociación de especies de los géneros *Pinus* y *Quercus* («pinos» y «encinos» o «robles»), cuyos individuos se caracterizan por presentar acículas perennes en el caso de *Pinus* y coriáceas, caducas y de diferentes tamaños en lo que respecta a *Quercus*.

Los elementos arbóreos más representativos del bosque de pino y encino son: *Pinus pseudostrabus*, *P. leiophylla*, *P. hartwegii*, *P. devoniana*, *montezumae*, *Quercus candicans*, *Q. castanea*, *Q. laurina*, *Q. deserticola*, *Q. obtusifolia*, *Crataegus pubescens*, *Alnus jorullensis*, *Arbutus xalapensis*, *Buddleja parviflora*, *B. cordata*, *Ribes ciliatum* y *Clethra* aff. *mexicana*. En el estrato arbustivo predominan *Fuchsia microphylla*, *Lupinus reflexus*, *Salvia gesneriflora*, *Vernonia koelzii*, *Brickellia secundiflora*, *Senecio albonervis*, *Desmodium sumichrasti*, *Ceanothus caeruleus*, *Rhus trilobata*, *Acacia angustissima* y *Mimosa galeottii*.

Bosque Mesófilo de Montaña. Esta comunidad se encuentra condicionada a factores climáticos diferentes, normalmente se encuentra en las regiones localizadas en cotas muy altas; por esa razón esta restringido a los barrancas y cañadas dentro de las áreas del bosque de pino y encino donde los lugares tienen más humedad y son más cálidos.

En algunos sitios es frecuente encontrar especies epífitas sobre todo de las familias Orchidaceae (las «orquídeas»), Bromeliaceae («gallitos» o «magueyitos»), Cactaceae («pitajayas»), además de algunas Pteridophytae («helechos») y Briophytae («musgos»).

Este bosque está integrado por tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. De los elementos arbóreos más representativos se puede citar a *Quercus laurina*, *Q. crassifolia*, *Q. candicans*, *Arbutus glandulosa*, *Cornus disciflora*, *Carpinus caroliniana*, *Ostrya virginiana*, *Symplocos prionophylla*, *Tilia mexicana* y *Meliosma dentata*, un poco más localizados y menos frecuentes se tiene *Shyrax argenteus* y *Oreopanax echinops*. En el estrato arbustivo destacan *Malvaviscus arboreus*, *Cleyera integrifolia*, *Cestrum confertiflorum*, *C. thyrsoideum*, *Fuchsia microphylla*, *Erythrina breviflora* y varias especies de *Salvia* y *Piper*; de manera más escasa encontramos a *Hoffmannia cuneatissima* y *Parathesis melanosticta*.

Esta comunidad, en nuestra región, se puede considerar más o menos conservada, pero no es imposible encontrar sitios con diferentes grados de perturbación.

Selva Baja Caducifolia. Se extiende en la vertiente NE de la sierra de la Media Luna y en la Serranía contigua a Usmajac. La selva baja caducifolia domina en el área de estudio, dado que se localiza en cuatro de los sistemas de topoformas existentes en la región. Se encontró en zonas de clima predominantemente semicálido en altitudes que van de los 740 a los 1800 msnm.

Los elementos más frecuentes de éste tipo de vegetación en el estrato superior (estrato arbóreo) son: Guaje (*Lysiloma* sp.), pitayo (*Lemaireocereus* sp.), tepame (*Acacia pennatula*), nopal (*Opuntia* sp.), huizache (*Acacia farnesiana*), jarilla (*Bacharis* sp.), copal (*Bursera excelsa*).

Pastizal. Corresponde a la cubierta vegetal de las altiplanicies onduladas de Los Ocuales y El Peliillo, y las áreas no cultivadas del valle de Zapotlán, que generalmente coinciden con las superficies desforestadas dedicadas a campos de agostaderos.

Bosque de Oyamel. Se desarrolla en la ladera N del Nevado de Colima entre los 2,00 y 3,000

msnm.

Formación Alto Andina. Se desarrolla en las cumbres del nevado de Colima por encima de los 3,500 msnm. y comprende gramíneas que se adaptan a las bajas temperaturas del invierno y a la presencia de la nieve.

En el estrato medio (arbustivo), se encuentra un grado de perturbación muy alta y los elementos más frecuentes son: *Cyton sp.*, *Nopal (Opuntia sp.)*. Los otros tipos de vegetación que se encuentran en menor proporción son: *Tridens sp.* (Pasto), *Sporobolus sp.* (Pasto), *Salvia sp.*

En la Sierra del Tigre (que colida hacia el oriente con Ciudad Guzmán) se encuentra un bosque aciculifolio, integrado en su mayoría por especies de *Pinus devoniana* y *douglasiana*. Este presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano siendo el intermedio de los subhúmedos Cw1, con temperatura de 14° a 18°C y una precipitación de 700 a 850 mm al año.

Lo anterior explica que en este lugar se encontraran las siguientes especies vegetales: *Pinus devoniana*, *P. douglassiana*, *Pinus pseudostrobus*, *Cuphea hookeriana*, *Pinaropappus roseus*, *Quercus deserticola*, *Solanum aphyodendron*, *Arbutus xalapensis*, *A. glandulosa*, *Pinus oocarpa*, *P. maximinoi*, *Mimosa adenatheroides*, *Vernonia alamanii*, *Eupatorium cylindricum*, *Rubus adenotrichus*, *Cirsium anartiolepis*, *Cestrum lanatum*, *Solanum cercoantessii* y *Vitis berlandieri*.

Las gramíneas mas importantes en este lugar son: *Muhlenbergia firma*, *M. macroura*, *Paspalum squamulatum*, *P. notatum*, *Festuca breviglumis*, *Hilaria ciliata*, *Piptochaetium virescens*, *Bromus carinatus*, *B. exaltatus*, *Brachypodium mexicanum* y *Aristida schiedeana*.

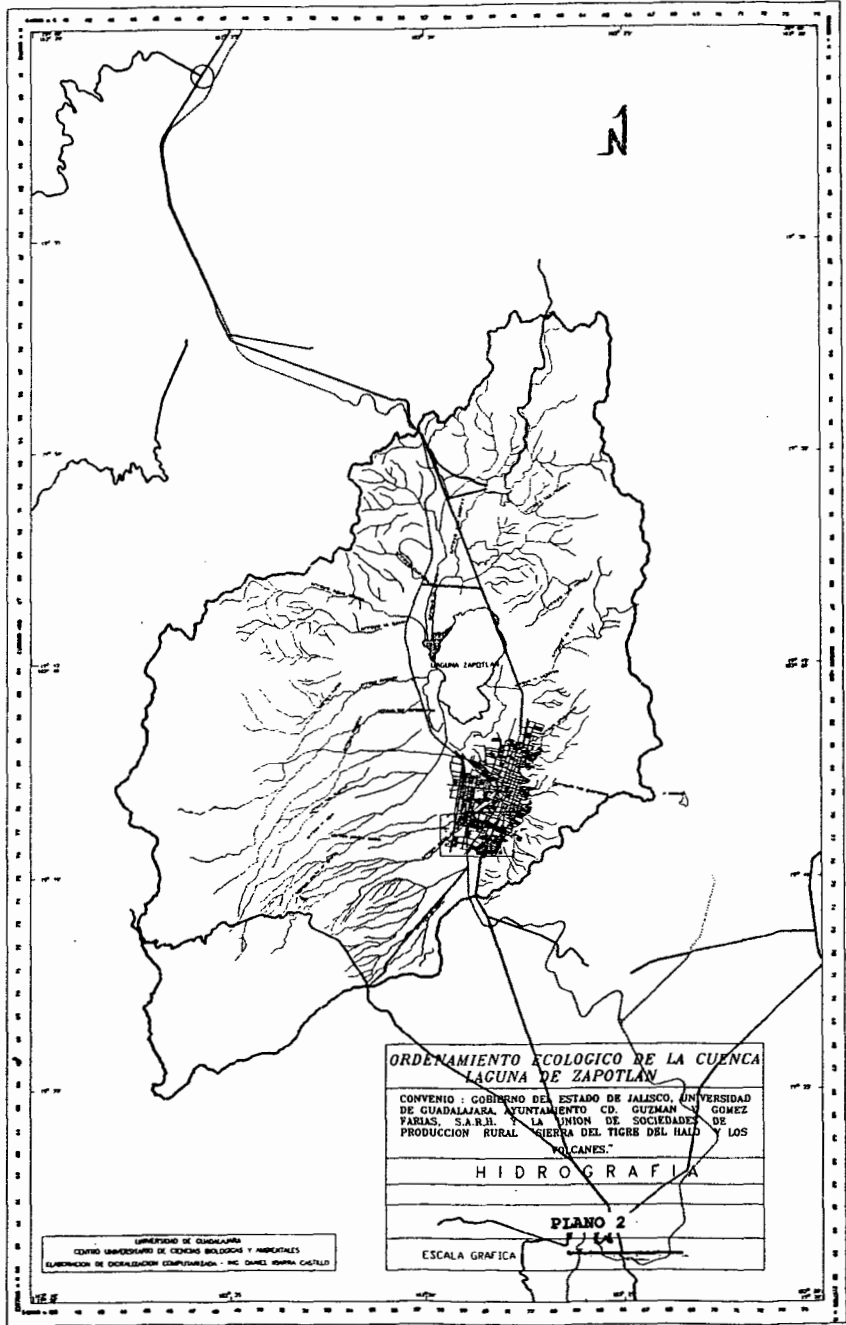
Actualmente el bosque de pino se ve reducido y reemplazado en parte por un bosque de encinos. Esto es debido a que la población ha realizado un excesivo uso e inadecuado manejo de los recursos forestales. Así mismo, esto se debe a que se está cambiando el uso del suelo hacia prácticas de cultivo de temporal anual, como lo es el maíz.

Esto último está provocando que los bosques de encino corran la misma suerte, razón por la cual domina en el área de estudio y sobre todo en la parte baja la selva baja caducifolia asociada a matorral espinoso y en algunas partes se encuentre desprotegido el suelo, que a su vez actualmente ya presenta niveles de erosión altos.

Hidrología.

La hidrología ha sido dividida en dos: hidrología de superficie e hidrología subterránea (Geohidrología).

Hidrología Superficial. El área de estudio se encuentra enclavada en la cuenca del valle de Zapotlán o también llamada Cuenca de la Laguna Zapotlán, una zona desprovista de cuerpos de agua importantes, salvo la Laguna de Zapotlán con una extensión de 500 km² aproximadamente. Los demás cuerpos son arroyos y escurrimientos intermitentes, que bajan de las sierras y en la temporada de lluvias (ver plano 2).



**ORDENAMIENTO ECOLOGICO DE LA CUENCA
LAGUNA DE ZAPOTLÁN**

CONVENIO : GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO, UNIVERSIDAD
DE GUADALAJARA, AJUNTAMIENTO CD. GUZMÁN Y GÓMEZ
FARIAS, S.A.R.L. LA UNIÓN DE SOCIEDADES DE
PRODUCCIÓN RURAL "SIERRA DEL TIGRE DEL HALO Y LOS
VOLCANES."

HIDROGRAFIA

PLANO 2

ESCALA GRAFICA

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO INGENIERIA DE SISTEMAS BIOLÓGICOS Y AMBIENTALES
ELABORACION DE DISEÑOS COMPUTARIZADOS - ING. DANIEL ROMERA CASTILLO

Esta zona se puede considerar, a nivel regional como una subcuenca, sin embargo para efectos del presente estudio y por los parteaguas existentes en la misma se considerará como una cuenca cerrada (endorrérica). Se localiza en la parte sur de la región hidrológica No. 12, limitando con las regiones hidrológicas RH-16 y RH-18, Armería - Cuahuayana y Balsas, respectivamente (fig. 7).

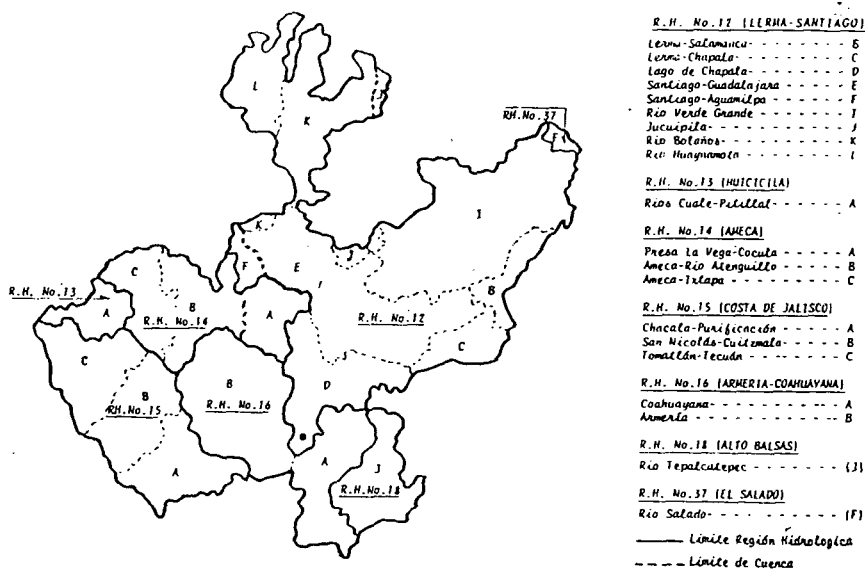


Figura 7.- Regiones hidrológicas del Estado de Jalisco.

La cuenca que forman los tributarios que drenan hacia la Laguna de Zapotlán, se encuentra entre los 103°24'10" y 103°37'50" longitud Oeste; y entre los 19°34'50" y 19°53'10" latitud Norte. Esta cuenca no cuenta con ríos de gasto permanente, básicamente está drenada por arroyos que se forman solo en temporada de lluvias. Los arroyos al bajar de las partes altas se unen para formar uno solo (tributario principal) que va a descargar a la laguna, lo que reviste un problema porque los fertilizantes o los pesticidas que se utilicen tanto en las partes altas como en las partes bajas, incluso las aguas residuales y demás desechos de la población, se descargan en esa laguna. No existen bordos ni presas de importancia, salvo algunas pequeñas ubicadas en la Sierre del Tigre.

En la cuenca de la Laguna de Zapotlán se delimitaron 10 subcuencas, cada una con sus respectivas microcuencas, con excepción de las subcuencas: Las Minas, La Catarina, Carbonera, Delgado y Cuevitas. Las subcuencas presentes en la cuenca de la Laguna de Zapotlán son las siguientes: Gómez, Las minas, La catarina, Chuluapan, Los Guayabos, El Nevado, Las Carboneras, Delgado, Taciste y Cuevitas. Se determinaron para cada una de estas subcuencas varios parámetros, los cuales están representados en el cuadro 4.3.

Cuadro 4.3.- Hidrografía de la Cuenca Laguna de Zapotlán.

SUBCUENCA	MICROCUENCA	AREA (Km ²)	LONGITUD DE CORRIENTES (Km)	DENSIDAD HIDRICA	FRECUENCIA HIDRICA	PATRON DE DRENAJE
Gómez Fariás	San Andrés	43.74	75.40	1.72	4.39	Dendrítico
	La Chala	18.72	31.50	1.68	3.31	Dendrítico
Las Minas	-	15.72	30.50	1.94	5.28	Dendrítico
La Catarina	-	21.71	41.40	1.91	8.94	Dendrítico
Chuluapan	Chuluapan	27.10	24.50	0.90	2.47	Subparalelo
	San Cayetano	16.55	4.50	0.34	0.45	Subdendrítico
Los Guayabos	Los Guayabos	29.95	49.70	1.65	7.48	Dendrítico
	La Escalera	11.62	20.00	1.72	3.87	Subdendrítico
El Nevado	El Capulín	16.10	44.20	2.74	6.34	Subdendrítico
	La Joya	20.41	79.50	3.89	3.23	Subdendrítico
	Salto de Cristo	27.66	63.50	2.29	2.02	Subdendrítico
	El León	23.87	27.10	1.13	0.63	Subdendrítico
	Piedra Ancha	37.34	102.70	2.75	1.28	Subdendrítico
	Los Olotes	6.30	9.60	1.52	0.48	Subdendrítico
Las Carboneras	-	51.39	119.30	2.32	3.09	Subparalelo
Delgado	-	58.52	142.40	2.43	3.08	Subparalelo
El Taciste	La Llave	45.97	44.50	0.97	2.02	Dendrítico
	Agua Buena	22.66	29.90	1.00	0.97	Subdendrítico
Cuevitas	-	46.34	82.10	1.77	2.09	Dendrítico

Para Ciudad Guzmán, las cuencas que representan mayor importancia son: Los Guayabos, Chuluapan y La Catarina, las cuales forman parte de la porción sureste de la Sierra del Tigre. En el sur o parte baja de las dos primeras subcuencas, se encuentra asentada Ciudad Guzmán y en la última se encuentran localizados y se piensa construir algunos pozos para el abastecimiento de agua a la ciudad.

Los parámetros hidrológicos de la parte sur de la Sierra del Tigre se presentan en el cuadro 4.4.

Cuadro 4.4.- Parámetros hidrológicos de la parte Sur de la Sierra del Tigre.

Cuenca	Precipitación (mm)	Temperatura media (°C)	Caudal probable (m ³ /seg)	Volumen (m ³)
A. La Catarina	11.67	17.5	1.265	759 000
A. Chuluapan	11.67	18.0	0.533	320 000
A. Los Guayabos	11.67	19.4	1.057	534 000
Total				1613 000

La subcuenca que forma el arroyo Los Guayabos, se encuentra entre los 103°24'25" y 103°29'50" longitud Oeste 19°39'55" y los 19°44'50" latitud Norte. Se puede subdividir en dos microcuencas:

1) Los Guayabos. Esta microcuenca comprende un área de 29.95 km², sus tributarios forman un arroyo de orden 5 (parámetro que refleja un alto escurrimiento) que presenta una longitud de corrientes de 49.70 km, una densidad hídrica de 1.65 Km/Km², una frecuencia hídrica de 7.48 arroyos/Km² y un patrón de drenaje de tipo dendrítico. Esta microcuenca es de gran importancia para este estudio, dado que sus aguas atraviesan casi por en medio y por debajo de la zona urbana de Ciudad Guzmán (lugar en donde se concentra la mayor cantidad de población de toda la cuenca).

2) La Escalera. Es una microcuenca que tiene un área de 11.62 km², dentro de la cual, existen una serie de tributarios de orden 2 y 3 (bajo escurrimiento) que en su conjunto dan como resultado una longitud de corrientes de 20.00 km, densidad hídrica de 1.72 Km/Km², frecuencia hídrica de 3.87 arroyos/km² y un patrón de drenaje de tipo Subdendrítico. Esta microcuenca no representa gran importancia en lo que se refiere a amenazas. Lo anterior se debe a que como ya se mencionó, los tributarios son pequeños y no arrastran consigo gran cantidad de agua ni de sedimentos que pudieran dañar a la poca población que se encuentra en las cercanías de esta.

La subcuenca Chuluapan está comprendiendo los 103°28'50" y los 103°25'00" de Longitud Oeste 19°45'55" y 19°42'20" latitud Norte. Al igual que la anterior, la podemos subdividir en dos microcuencas:

1) Chuluapan. Comprende un área de 27.10 km², sus tributarios se unen para formar un arroyo de orden 4 (medio a alto), con una longitud de corrientes de 24.50 km, densidad hídrica de 0.90 km/km², frecuencia hídrica de 247 tributarios/km² y un drenaje de tipo Subparalelo.

2) San Cayetano. Es una microcuenca pequeña que tiene un área de 6.55 km², una longitud de corrientes de 4.50 km, densidad hídrica de 0.34 km/km², frecuencia hídrica de 0.45 arroyos/km² y un patrón de drenaje de tipo Subdendrítico que presenta un orden de corrientes de 3 (medio).

Geohidrología.

La presencia de acuíferos está íntimamente ligada a la geología de la zona de estudio (puede ser una zona de: grietas, alta permeabilidad primaria o secundaria del estrato rocoso, cavernas, etc.), por lo que al momento en que el agua se infiltra hacia el subsuelo, existe cierta interacción entre ésta y el suelo o bien con los estratos rocosos por los cuales migra hasta llegar al acuífero, lo cual puede provocar cierta adición de sales o minerales preexistentes en la roca o el suelo, o una reacción química con estos provocando una composición típica para cada acuífero, mismos que determinarán la calidad del agua en él contenida.

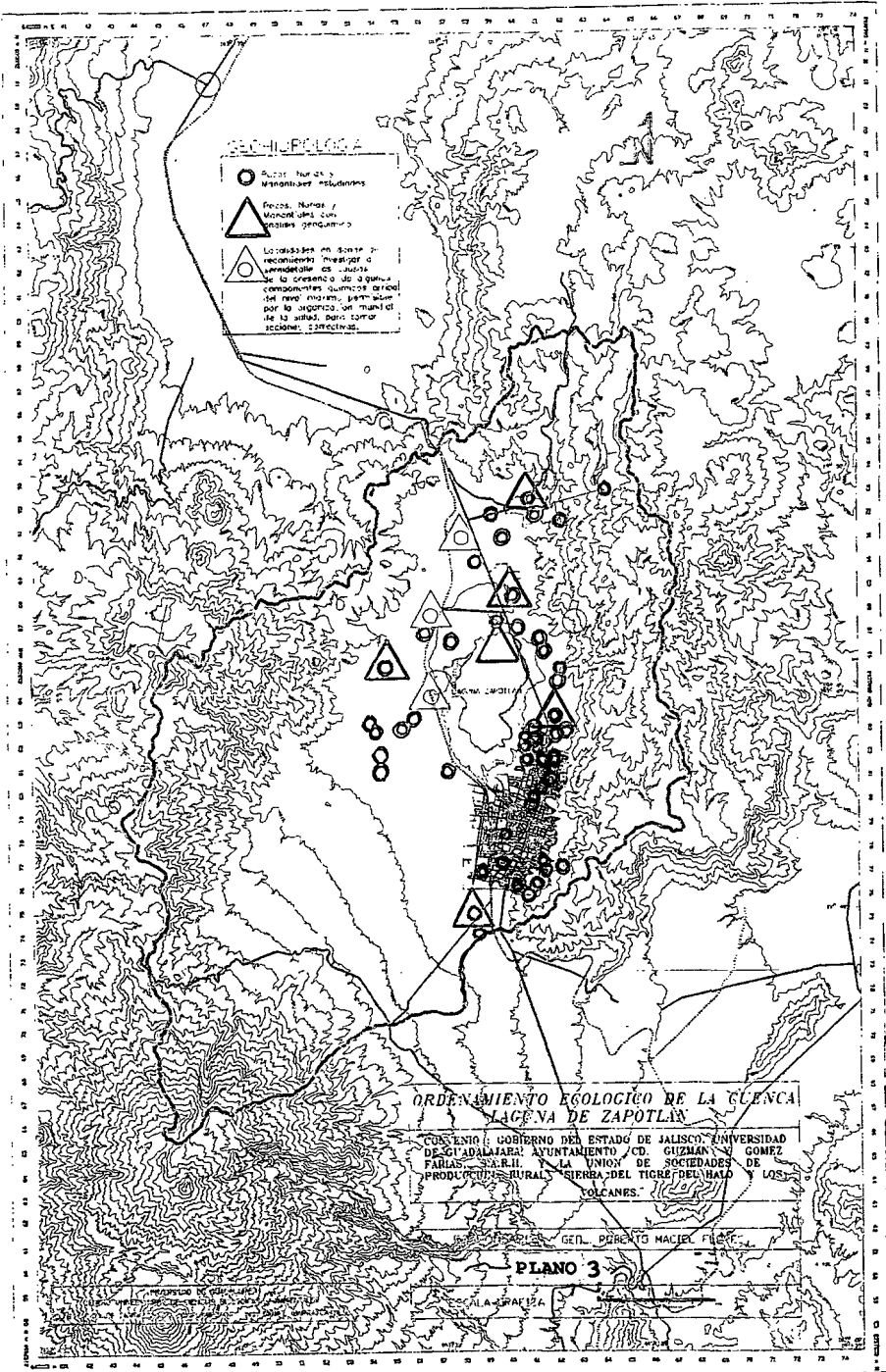
En la Cuenca Laguna de Zapotlán el acuífero migra hacia de norte a sur, siendo la zona más profunda la perforada en el Instituto Tecnológico Regional, que puede considerarse como la zona de descarga del acuífero.

La zona con mayor densidad de pozos en la zona urbana de Ciudad Guzmán, en donde algunos de estos pozos se ubican tan cerca unos de otros (<500 m) que el cono de abatimiento formado por algunos de ellos han influido en el abatimiento de otros. La zona con mayor cantidad de norias es la circundante a la Laguna de Zapotlán. Finalmente los manantiales de la parte oriental de la cuenca se ubican en el contacto de diferentes unidades litológicas como son entre las tefras y las areniscas rojas y en la base de pie de monte y tefras.

En la zona urbana de Ciudad Guzmán el abastecimiento de agua anteriormente era por medio de los manantiales existentes en la región, pero debido a su explotación excesiva y alteración del medio ambiente, estos se secaron. Hoy en día el abastecimiento se hace a través de pozos profundos, los cuales están a cargo del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Ciudad Guzmán (SAPACG). En esta localidad se han realizado 20 pozos para que satisficieran las necesidades de la población, de los cuales 4 han sido dados de baja y más de dos han bajado su rendimiento.

En la actualidad, el agua de la cuenca es extraída a través de pozos, norias y manantiales, cuya ubicación se reporta en el plano 3. En toda la cuenca existen en total más de 50 abastecimientos de agua, de los cuales en la zona este 28 pozos, 11 norias, 4 manantiales y en la zona oeste 3 manantiales, 1 noria, 13 pozos.

El tipo de litología, permeabilidad, tipo de recarga, velocidad de propagación y persistencia del agua, son factores que ayudan a determinar la vulnerabilidad que tienen los acuíferos de una región a la contaminación (MOPT, 1992).



En base a lo anterior, en el cuadro 4.5 se representa la vulnerabilidad a la contaminación (contaminabilidad) que tienen los acuíferos de la cuenca Zapotlán.

Cuadro 4.5.- Vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos de la Cuenca de la Laguna de Zapotlán

Acuífero	Permeabilidad	Altura del nivel freático	Pendiente	Profundidad a la roca madre	Presencia de fallas y fracturas	Presencia de zonas emisoras de productos contaminantes
Altiplano	Media a alta por su porosidad	Alta por su altura	Media	Alta por su altura	Media	Presencia de zonas emisoras de productos contaminantes
Sierritas	Por fracturas	Por fracturas	Media a alta	Media	Media	Presencia de zonas emisoras de productos contaminantes
Sierritas	Por fracturas	Por fracturas	Media a alta	Media	Media	Presencia de zonas emisoras de productos contaminantes
Tobas	Media a alta por su porosidad	Por fracturas y red de fallas	Media a alta	Media a alta	Alta por su altura	Presencia de zonas emisoras de productos contaminantes por la contaminación existente
Tobas	Media a alta por su porosidad y porosidad	Por fracturas y red de fallas	Media a alta	Media a alta	Alta por su altura	Presencia de zonas emisoras de productos contaminantes por la contaminación existente
Sierritas	Alta por su porosidad y porosidad	Por fracturas y red de fallas	Media a alta	Media a alta	Alta por su altura	Presencia de zonas emisoras de productos contaminantes por la contaminación existente

La contaminabilidad potencial de las aguas subterráneas crece con la permeabilidad y la altura del nivel freático, y decrece con la pendiente (cuando la pendiente es fuerte, la escorrentía superficial será mayor y disminuirá la infiltración) y la profundidad a la roca madre. Si a estos factores se une una red de drenaje poco densa, presencia contrastada de acuíferos y cercanía o presencia de zonas emisoras de productos contaminantes, la estimación se reforzará de forma considerable.

Toda la cuenca de la Laguna de Zapotlán está cubierta por suelos formados a partir de las tobas o tefras, los cuales presentan una permeabilidad media a baja, debido a su porosidad. Sin embargo, esta zona presenta gran cantidad de fallas y fracturas, que le dan una permeabilidad de tipo secundario, misma que puede contribuir a que los mantos freáticos se contaminen. La velocidad de propagación de los contaminantes en este tipo de suelo es media a lenta, por lo que la persistencia de esos contaminantes será de media a alta y por tanto la vulnerabilidad de los acuíferos que se encuentren en esta zona será de media a alta. Esto indica que son zonas dignas de atención por la vulnerabilidad ahí existente.

En la parte alta de la sierra Los Manzanillos, cerca de la población de El Rodeo, se encontró caliza compacta, en una zona con alto fracturamiento, por lo que hay mayores posibilidades de contaminación de los mantos freáticos de esa zona. El suelo formado con este material es de baja permeabilidad, lo que permite que la persistencia de los contaminantes sea de media a alta y tengan una velocidad de propagación de media a lenta. Por tanto la vulnerabilidad de esta área será de alta a media, lo que indica que esta

zona, sobre todo la parte baja, es digna de atención por la vulnerabilidad existente.

El agua, aún en la naturaleza, no es del todo pura, debido a que contiene cierto número y cantidad de sustancias que provienen de diversas fuentes: la precipitación, su propia acción erosiva, el viento, su contacto con la atmósfera, etc. Así, en las aguas que no han recibido vertidos artificiales se encuentran sólidos y coloides en suspensión (que afectan la transparencia), sólidos disueltos (que se reflejan en la alcalinidad, valor de pH, dureza, conductividad), oxígeno disuelto (que influye en la vida acuática), etc., que constituyen los caracteres y cualidades del agua, mismos que determinarán el uso que se le pueda dar (consumo humano, agropecuario, recreativo, piscícola, etc.), al igual que pueden servir como indicadores de contaminación (ej. exceso de metales pesados, los cuales al acumularse son dañinos para los seres vivos). De esta misma manera, la contaminación puede estar representada por la falta del oxígeno disuelto en el agua el cual, como ya se dijo, es indispensable para la vida acuática).

Datos Históricos.

En la zona de estudio, la presencia de población indígena, data de 1,800 a 100 años antes de Cristo. Fué habitada por tribus provenientes del norte, entre las que se encuentran (Montaño, 1982):

Nahoas. Siguieron el rumbo de la costa para asentarse en la gran zona de Zapotlán en el año 500 A.C.

Tlahualicas. Raza semejante a la Totonaca y a la Cuasteca que a su paso por Zapotlán fundaron Tonila -"Casas de Piedra".

Toltecas. Llegaron a la región en el año 542 D.C. y duraron en ella 20 años.

Chichimecas y Nahuatlacos. Poblaron la región después de los Toltecas.

Tarascos. Invadieron la región en 1840 después de Cristo, durante la guerra de "El Salitre".

De acuerdo con lo escrito por Estéban Cibrián (Cibrián, 1974) y otros autores (Secretaría de Promoción Económica del Gobierno del Estado de Jalisco, 1993; UdeG, 1995), el asentamiento de la población en ésta región se llevó a cabo, debido a la riqueza que presentaba la tierra para la agricultura y a la abundancia de agua, por lo que al principio de su historia se le llamó Tlayólan, vocablo del idioma náhuatl, que significa: Tierra que produce mucho maíz ó donde abunda el maíz. Las primeras tribus le dieron este nombre en honor Tláloc (dios de la lluvia), a quién le atribuían el beneficio de la lluvia sobre los campos y consecuentemente la abundancia del maíz, considerado como uno de los principales elementos para la vida del antiguo mexicano.

Esta región fué llamada después Tzapótlan, nombre náhuatl-tzapoteca que erróneamente es interpretado como: lugar de zapotes o donde abundan los zapotes, debido a que lo que abundaba eran las chirimoyas, una de las más regaladas y exquisitas frutas del reino. Esto y la etimología de la palabra (Tlan = terminación de lugar, tzápotil = nombre genérico de frutas dulces) indica que la palabra Tzapótlan quiere decir: lugar de las frutas dulces. Al parecer, el tercer nombre fue el de Tzaputlan,

tal vez en honor de la diosa Tzapotlatenananzin o tzapotlatena, quién era considerada como la abuela protectora de las curaciones.

Entre los años de 1521 y 1522, Cristobal de Olid y Juan Rodríguez de Villafuerte, descubrieron esta zona y en 1523 Alonso de Avalos realizó su conquista. Fue en esta época cuando Fray Pedro Padilla (fraile franciscano) puso al pueblo bajo la advocación de la virgen de la Asunción, por lo que en este tiempo se le llamó: Pueblo de Santa María de la Asunción de Zapotlán, cuarto nombre que conservó durante dos siglos. Debido a que era una región muy productiva, en la que vivían muchos mercaderes y gente rica, en el siglo XVII se le dio el nombre de Zapotlán el Grande, mismo que llevó oficialmente durante 150 años. En el año de 1533, se realiza su fundación en forma definitiva y el 27 de marzo de 1824, se le concedió el título de ciudad. El 19 de abril de 1856 el general Santos Degollado, quién era gobernador y comandante general del estado de Jalisco, la llamó Ciudad Guzmán para perpetuar el nombre del general insurgente Gordiano Guzmán. Cabe mencionar que conserva este nombre hasta la fecha y que desde 1878 es cabecera municipal.

Datos Socioeconómicos.

En la cuenca Zapotlán se encuentran diversas poblaciones, pero destacan Ciudad Guzmán, Gómez Farías y San Andrés Ixtlán.

Ciudad Guzmán, desde el siglo pasado adquirió una gran importancia como centro comercial de productos provenientes de Colima, Guadalajara y Michoacan, por lo que es considerada como una de las ciudades más importantes de Jalisco. Su desarrollo físico se generó inicialmente en forma lineal sobre el camino real de Colima (hoy carretera libre Guadalajara-Colima-Manzanillo) y al establecerse el servicio de transporte ferrocarrilero, este crecimiento se orienta hacia la calle que unió la estación del ferrocarril con el centro de la población.

Actualmente las tendencias más fuertes de crecimiento de la zona urbana de Ciudad Guzmán, son hacia el Suroeste y Noreste, debido a las limitantes físicas que presenta la serranía al oriente, entre otros factores.

Alcanzó su desarrollo económico a base de su industria forestal y minera (cal, mármol y cantera), industria de la transformación (curtiduría, talabartería, fabricación de mosaicos, tabiques y tejas y elaboración de velas y veladoras), además de la agricultura y ganadería), ha contribuido a que en esta ciudad se concentren mayor cantidad de servicios públicos y privados, así como posibilidades de empleo, acceso a los diferentes niveles, educativos (preprimaria, primaria, comercial, bachillerato, técnico, licenciatura). Razón por la cual, se convirtió en un importante centro de atracción para los procesos de migración que se dan en los municipios del Sur del estado de Jalisco.

La migración del área rural a la urbana ocurrida en esta región desde 1950 hasta 1970, a causa del impulso de la industrialización, rentismo de parcelas, cambios de cultivo (maíz a caña, maíz a alfalfa) y mecanización de áreas, provocó que la población rural de esta localidad sea relativamente baja, tanto que actualmente aglutina sólo el 1.3%. También condujo a que la densidad de población de Ciudad Guzmán aumentara de 132.2 habitantes por kilómetro cuadrado en 1970, a 233.5 habitantes en 1994. En este último año se concentró el 98.7% de la población presente en la cuenca. Lo anterior

explica que en 1992, solo Ciudad Guzmán concentrara 72,619 personas, de una población total aproximada de 74,068 habitantes presentes en todo el municipio y que en 1970 se concentrara en el área urbana de Ciudad Guzmán un 97.47% de personas, que para 1994 crece a 98.7%, ocupando un área de 901.1 hectáreas.

En 1992 Ciudad Guzmán contaba con aproximadamente 21,759 personas ocupadas, la gran mayoría en el sector terciario y en menor porcentaje en el sector secundario y primario (INEGI, 1992). Esto quiere decir que la mayor parte de la gente que ahí habita y que está económicamente activa se relaciona con el comercio, transporte, comunicaciones y servicios y poca es la que se dedica a actividades relacionadas con la agricultura, ganadería, pesca (cuadro 4.6). Sin embargo, el número de personas económicamente inactivas también es mayor. Es decir, solamente en Ciudad Guzmán se encontraban 28,082 de los 28,769 habitantes reportados como económicamente inactivos en el Municipio y los 687 restantes en las otras localidades.

Cuadro 4.6.- Datos socioeconómicos de Ciudad Guzmán, 1992.

<i>Población</i>	<i>P.T.</i>	<i>P.E.A.</i>	<i>P.E.I.</i>	<i>P.O.</i>	<i>P.O.S1.</i>	<i>P.O.S2.</i>	<i>P.O.S3.</i>
MUNICIPIO	74,068	14,268	28,769	22,056	2,322	6,184	13,122
CIUDAD GUZMÁN	72,619	14,092	28,082	21,759	2,161	6,136	13,078

P.T. = Población total.

P.E.A. = Población económicamente activa.

P.E.I. = Población económicamente inactiva.

P.O. = Población ocupada.

P.O.S1.= Población ocupada en el sector primario.

P.O.S2.= Población ocupada en el sector secundario.

P.O.S3.= Población ocupada en el sector terciario.

De las 19,314 casas habitación encontradas en el municipio de Ciudad Guzmán, 19,075 pertenecen a la zona urbana (99% de las viviendas del municipio), las cuales tienen en promedio 4.96 habitantes por casa, y 239 a la zona rural, en donde se encuentran 4.10 habitantes por casa en promedio. El 90.4% de las viviendas cuentan con servicio de agua entubada, el 95.7% con drenaje, y el 97.4% tienen energía eléctrica. Se pueden clasificar en: Residencial (zona norte y algunas áreas del oriente), tipo medio (zonas aledañas al centro urbano), popular (periferia de la población), rural (áreas al oriente de la población), precario (baja proporción al extremo norte y extremo sur). Cabe resaltar que existen 1441 casas deshabitadas, a pesar de existir demanda de viviendas.

Las actividades que se realizan en Ciudad Guzmán son principalmente de tipo comercial (sobretudo en el primer cuadro de la ciudad), recreativo, institucional e industrial, este último escaso y disperso. Actualmente existe una fuerte dependencia de Gómez Farías y San Andrés Ixtlán hacia Ciudad Guzmán en lo que ha servicios de salud, servicios educativos y áreas recreativas.

VI. METODOLOGIA

La evaluación preliminar de los riesgos de Ciudad Guzmán, se realizó principalmente en base a la metodología propuesta por la Universidad de Guadalajara (UdeG, 1994/ UdeG, 1995) y conforme los siguientes pasos:

1) Recopilación de información. Consulta de múltiples fuentes bibliográficas como: libros, revistas, memorias, cartografía, fotografías aéreas).

2) Reconocimiento de la zona de estudio. Para conocer la zona de estudio, fue necesario delimitar la zona a estudiar y área de influencia. Así como el análisis de la información recopilada.

3) Identificación de amenazas. Para la identificación de las principales amenazas naturales, así como los sitios dentro de la zona de estudio en donde es más probable su ocurrencia y afectación, se consideró la metodología propuesta por: Varnes (Varnes, 1984), Tilling (Tilling, 1993), Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (ONU, 1992), Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT, 1991/ MOPT, 1992), Universidad de Guadalajara (UdeG, 1994). De esta manera fue necesario realizar lo siguiente:

- Consultar a investigadores, pobladores y diversos archivos históricos de la localidad, con el fin de conocer que eventos naturales han sido más desastrosos y su frecuencia.

- Analizar los factores del medio físico de la zona de estudio, como son: vegetación, geología (litología y estructuras), suelos, uso actual, hidrología, geomorfología, clima y geohidrología.

- Identificar cambios en el medio ambiente de la región (deforestación, construcción de caminos, construcción de represas, cambios de uso de suelo, etc.), provocados por el hombre.

- Recorrer el área de estudio y zona de influencia.

- Ubicar los aparatos volcánicos, existentes en la zona de estudio.

- Identificar fallas y fracturas.

- Ubicar las zonas con mayor concentración de agua y suelo inestable.

- Conocer la profundidad de los mantos freáticos de la zona de estudio; para lo cual, se midió su nivel dinámico y nivel estático.

- Elaborar un modelo tridimensional de la cuenca y observar el comportamiento del manto para poder localizar las zonas con niveles freáticos bajos, con el fin de determinar los lugares de la cuenca en donde se está llevando a cabo una mayor extracción, lo que conduce al abatimiento de los mantos freáticos de la zona.

- Determinar la presencia de agentes contaminantes de tipo natural que pudieran representar una amenaza para la población, por medio de un análisis físico-químico en abastecimientos de agua de toda la cuenca, elegidos de acuerdo a las características del medio en donde se encontraban y a su representatividad en el área de estudio. El análisis físico-químico de los abastecimientos de agua elegidos, fue realizado por el laboratorio del

Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Ciudad Guzmán (SAPACG) y el Laboratorio Ambiental de La Comisión Estatal de Ecología (COESE), con el fin de determinar diversos parámetros como son: aniones y cationes, componentes orgánicos, metales pesados y caracterización bacteriológica.

4) Evaluación de amenazas. Para poder evaluar las amenazas naturales identificadas, se tomó en consideración lo siguiente: Capacidad destructora de cada evento, efectos sobre la salud de la población, probabilidad de ocurrencia. Con esto, se estimó el nivel de las afectación que podrían provocar las amenazas y las consecuencias que provocarían, en cuanto a defunciones y pérdidas económicas. El nivel de las amenazas naturales, se determinó en base a la gravedad de las consecuencias y al área que ocupan en la zona de estudio estas amenazas, de tal forma que se pudo asignar valores comparativos a las amenazas naturales. Para obtener un mayor detalle, la evaluación de las amenazas naturales de Ciudad Guzmán se realizó por cuadrante base de 500 m.

5) Análisis de vulnerabilidad. El análisis y la identificación de los niveles de vulnerabilidad de Ciudad Guzmán, se logró a partir de los datos obtenidos en la evaluación de vulnerabilidad realizada en esta zona, por investigadores de la Universidad de Guadalajara, expertos en esta área (UdeG, 1995). Se analizó principalmente:

a) La demanda de los servicios de salud que se generan a partir de una situación de emergencia. Se tomaron en cuenta los siguientes factores: (estructura según la edad, ingreso económico familiar, densidad de la población) e Infraestructura de la población (concentración de las viviendas, vías de comunicación).

b) La oferta servicios para la población. Se consideraron los aspectos relativos a la organización de los servicios de salud, como son: nivel de atención, número de unidades de salud, número de camas, recursos humanos (médicos, enfermeras), planes de emergencia hospitalarios, sistema de vigilancia epidemiológica).

6) Evaluación de la vulnerabilidad. La evaluación con la que se obtuvo el nivel de vulnerabilidad de Ciudad Guzmán, se realizó en base a la metodología utilizada por la UdeG (UdeG, 1994), la cual considera que la vulnerabilidad (V) es el resultado de dividir la demanda de los servicios de salud (D) entre la oferta de esos servicios (O), es decir: $V = D / O$.

Primero se elaboró la evaluación de la vulnerabilidad por área geográfica estadística básica (AGEB) y a partir de los rangos establecidos por la UdeG (UdeG, 1995). Con esto se procedió a evaluar la vulnerabilidad de la zona de estudio por cuadrante base de 500 m, con el fin de poder sobreponer estos resultados a los obtenidos para las amenazas naturales.

7) Identificación y evaluación de riesgos. La identificación de los riesgos y áreas de la población de Ciudad Guzmán, que pueden ser afectadas por éstos, se determinaron a partir de los valores asignados a la vulnerabilidad y a las amenazas naturales identificadas en la zona, los cuales se adecuaron a la ecuación $R = A \times V$ (anteriormente descrita), para con ello realizar la evaluación de los riesgos.

8) Elaboración del documento final. Se procedió a integrar toda la información para poder editar el documento final.

VII. RESULTADOS Y DISCUSION.

Amenazas Naturales en la cuenca de la Laguna de Zapotlán.

En toda la cuenca de la Laguna de Zapotlán, y por tanto en Ciudad Guzmán, existe la probabilidad de que ocurran varios fenómenos naturales que, conjugados o no con actividades humanas, pueden afectar al medio ambiente y la salud de la población que ahí habita. Sin embargo, en la presente tesis, se determinó que las amenazas naturales que son más probables de ocurrir y que mayor impacto pueden provocar a la población que habita en esta zona, son las siguientes: Sismos, Vulcanismo, Deslizamientos, Inundaciones, Hundimientos, Deterioro de mantos freáticos. El área que abarcan las amenazas naturales en la cuenca de la Laguna de Zapotlán, se puede observar en el plano 4, a partir del cual, se determinó que las amenazas naturales que mayor área cubrirán en la cuenca de la Laguna de Zapotlán, son las producidas a partir de eventos sísmicos y volcánicos, dado que abarcan a toda la cuenca. Sin embargo, los eventos sísmicos pueden afectar en mayor medida a las áreas que se encuentran en las partes bajas de la cuenca, las cuales corresponden a las zonas con mayor densidad poblacional.

Los deslizamientos, pueden ocurrir en cualquier parte de la cuenca, pero las zonas más susceptibles de ser afectadas son las que se encuentran en la parte Norte de la laguna, así como en la parte Norte y Noreste de Ciudad Guzmán.

Las inundaciones se presentarán cuando las precipitaciones sean extremas (quizá cada año) y afectarán a las edificaciones que se hayan establecido sobre o incluso a los lados del cause de los arroyos de orden 5 o mayor (alto o muy alto).

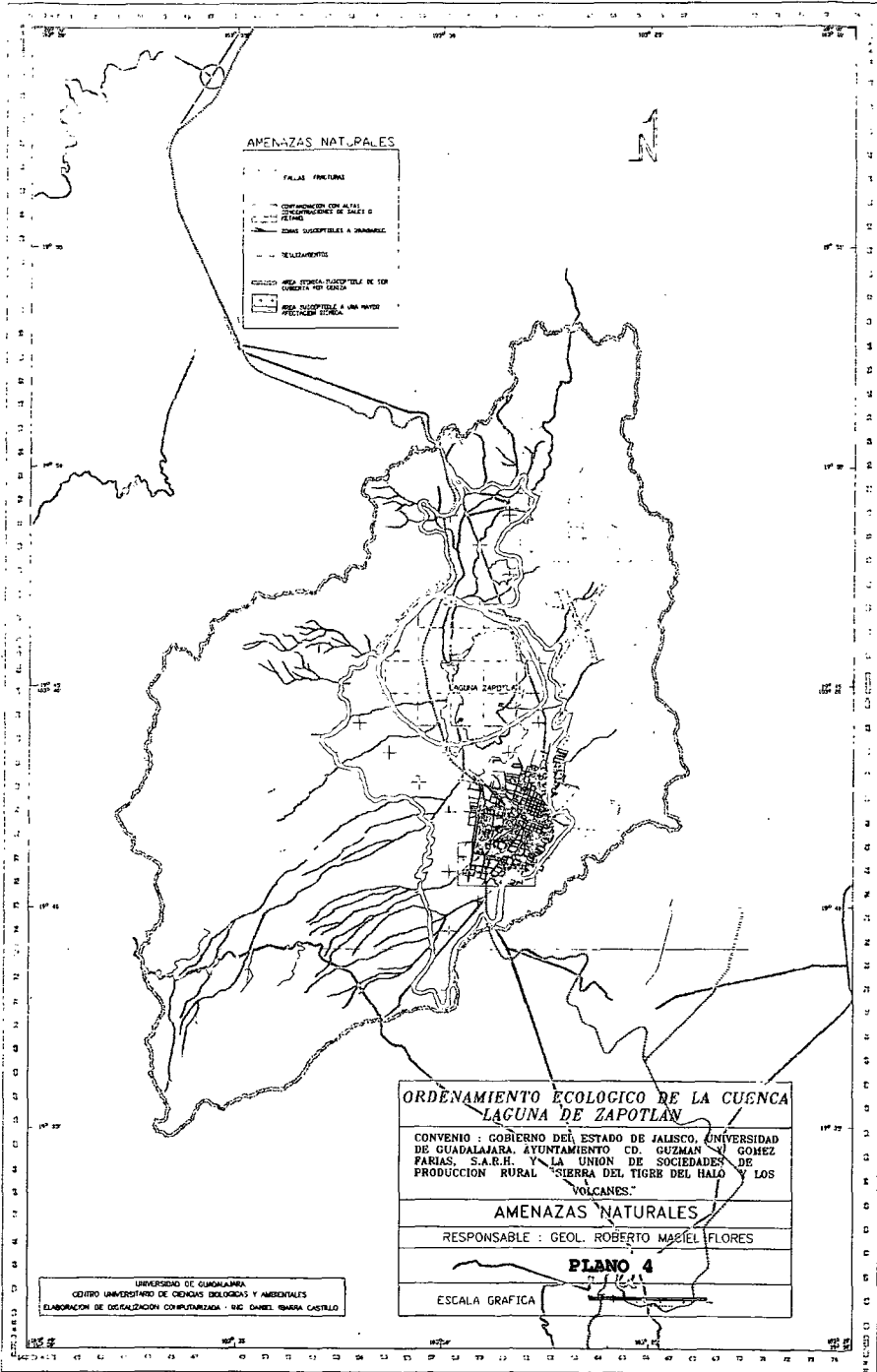
Los hundimientos pueden ocurrir especialmente en zonas de fallas y fracturas activas, mismas que se encuentran en abundancia en el lado Este y Noreste de la cuenca.

El deterioro de los mantos freáticos, se está llevando a cabo debido principalmente a su abatimiento y contaminación, esta última se presenta principalmente alrededor de la Laguna de Zapotlán y se debe, entre otras cosas, a la descomposición de materia orgánica proveniente de las partes altas o de las lagunas de oxidación encontradas en el lado Oeste de la laguna. El área estimada que ocuparían estas amenazas en la cuenca de la Laguna de Zapotlán, se presenta en el cuadro 7.1.

Cuadro 7.1.- Áreas de amenazas naturales en la cuenca Laguna de Zapotlán.

AMENAZA	ÁREAS (Has.)
Deterioro de mantos freáticos (por contaminación)	1,087.5
Deslizamientos	147.95
Sismicidad	TODA LA CUENCA
Efectos Sísmicos mayores	5,082.5
Vulcanismo (trazo de cenizas volcánicas)	TODA LA CUENCA

Como se puede observar en el cuadro 7.1, las amenazas naturales que mayor área cubrirán en toda la cuenca de la Laguna de Zapotlán no se determinaron exactamente, por lo que se prefirió no anotarlas, además de que esto no está dentro de los objetivos del trabajo.



AMENAZAS NATURALES

- FALLAS FRICCIÓN
- CONFINAMIENTO CON ALTA PRESIÓN (CONFINEMENT OF SALES & PETROL)
- ZONAS SUSCEPTIBLES A DESLIZAMIENTOS
- RECALZAMIENTO
- ZONAS SUSCEPTIBLES DE SER CORROIDAS POR ACIDULACIÓN
- ZONAS SUSCEPTIBLES A UNA MAYOR FRECUENCIA DE TERREMOTOS

ORDENAMIENTO ECOLOGICO DE LA CUENCA LAGUNA DE ZAPOTLAN

CONVENIO : GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO, UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, AYUNTAMIENTO CD. GUZMAN Y GOMEZ FARIAS, S.A.R.H. Y LA UNION DE SOCIEDADES DE PRODUCCION RURAL "SIERRA DEL TIGRE DEL HALO Y LOS VOLCANES."

AMENAZAS NATURALES

RESPONSABLE : GEOL. ROBERTO MASCIEL FLORES

PLANO 4

ESCALA GRAFICA

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS Y INGENIERIAS
ELABORACION DE DIGITALIZACION COMPUTARIZADA - ING. DANIEL RAMIRO CASTILLO

Amenazas Naturales en Ciudad Guzmán.

Las amenazas naturales que se identificaron en Ciudad Guzmán, se presentan en el plano 5. Como se puede observar, son las mismas que las que se identificaron en la cuenca de la Laguna de Zapotlán y se describen a continuación.

Sismos.

Los sismos que pueden ocurrir en Ciudad Guzmán, y en toda la cuenca, están relacionados con: el movimiento de placas en el pacífico, movimientos del bloque Jalisco y actividad volcánica. Los dos primeros son producidos por la interacción de placas tectónicas.

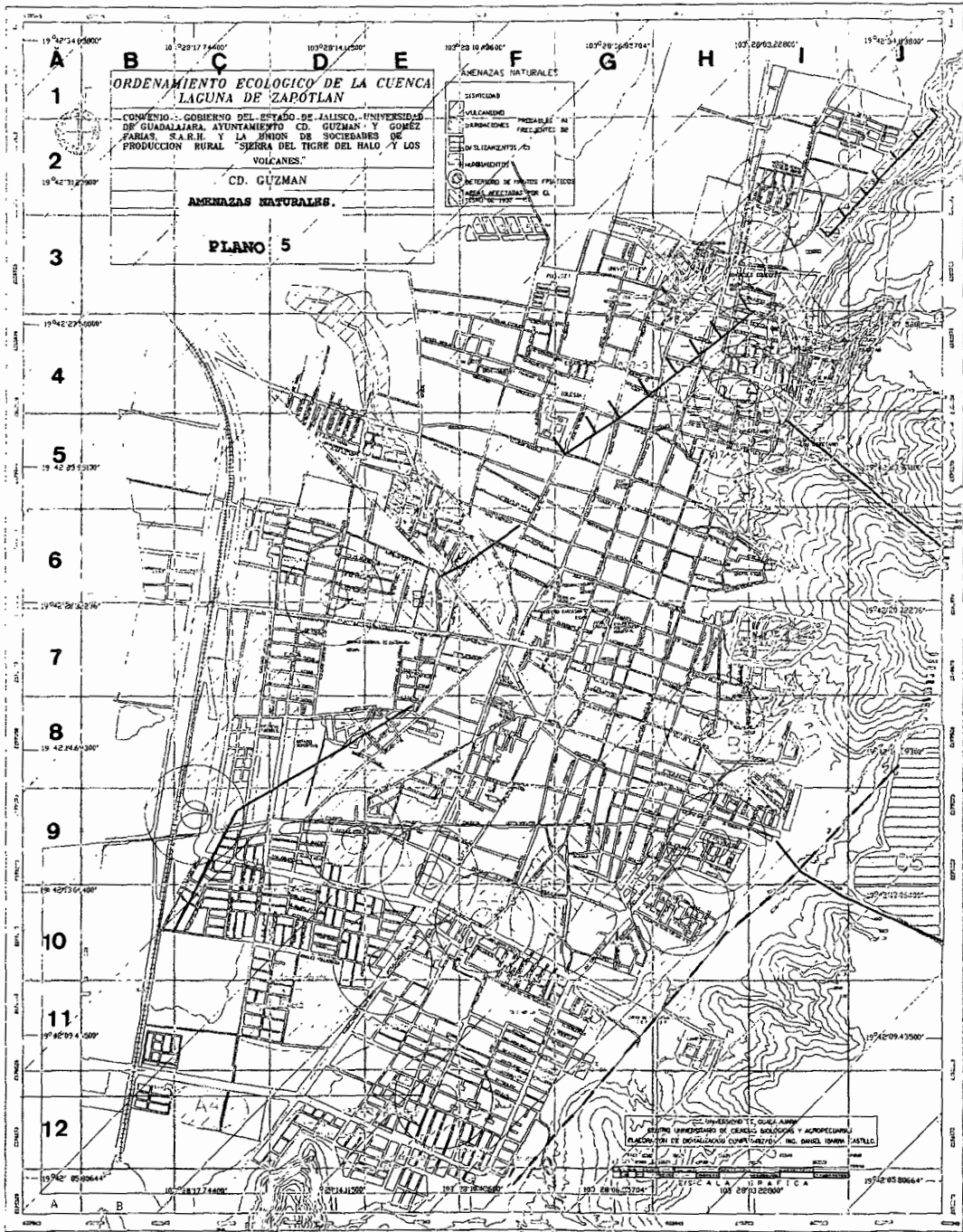
Sismos por movimiento de placas en el Pacífico. Este tipo de sismos son llamados sismos interplaca. Son ocasionados por una fricción en las zonas de contacto, en este caso entre las placas de cocos y la placa americana (ver fig. 4) ubicadas en la zona del Océano Pacífico, la cual es la zona de sismicidad más importante (CENAPRED, 1994).

El alcance de acción de este tipo de sismos va más allá de los límites estatales, su radio de acción es de cientos de kilómetros, dependiendo de la magnitud del mismo, y su acción sobre las diferentes poblaciones dependerá de la distancia a la que se encuentren del epicentro y de las condiciones geológicas locales que imperen en cada lugar. Esto es importante si se toma en cuenta que Jalisco, y por tanto la zona de estudio, se caracteriza por estar dentro de la zona de subducción de la placa de cocos y la placa americana y dentro del área de influencia de epicentros mayores a 6 en la escala de Richter, que de ocurrir provocarán daños considerables en edificios, debido a que los muros se pueden desprender de las estructuras. Así mismo, durante la ocurrencia de un sismo de este tipo existe dificultad para conducir vehículos. México presenta una gran actividad sísmica y en diversas regiones del territorio, el promedio de ocurrencia es de un sismo de magnitud mayor a 7.0 cada dos años y medio (Martínez, 1991).

Sismos por movimientos de bloque Jalisco. Se les llama sismos intraplaca locales, debido a que son producto de deformaciones de los materiales terrestres, que se dan por la concentración de fuerzas en una región limitada, en este caso en el bloque Jalisco (ver fig. 4).

Este territorio presenta una gran actividad vulcano-tectónica, misma que se refleja en su accidentada geografía y joven actividad geológica, debido a que forma parte del llamado Cinturón de Fuego del Pacífico, que es la región de mayor actividad sísmica y volcánica del mundo. En términos generales, los periodos de recurrencia sísmica dentro de éste estado son de alrededor de 100 años (Zárate & Martínez, 1993).

Sismos por actividad volcánica. Este tipo de sismos acompañan a las erupciones volcánicas (en este caso del Volcán Colima) y son ocasionados principalmente por el fracturamiento del magma, generalmente no llegan a ser tan grandes como los anteriores, pero llegan a provocar desastres en las localidades cercanas al centro emisor. Un ejemplo fue el sismo ocurrido el 25 de marzo de 1806, donde murieron más de dos mil gentes al derrumbarse las edificaciones en donde se encontraban (Vizcaino, 1991).



ORDENAMIENTO ECOLOGICO DE LA CUENCA LAGUNA DE ZAPÓTLAN

CONVENIO GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO, UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, AYUNTAMIENTO CD. GUZMÁN Y GOMEZ FARIAS, S.A.R.H. Y LA UNIÓN DE SOCIEDADES DE PRODUCCIÓN RURAL "SIERRA DEL TIGRE DEL HALO Y LOS VOLCANES."

CD. GUZMÁN

AMENAZAS NATURALES.

PLANO: 5

- AMENAZAS NATURALES**
- 1 VOLCANES
 - 2 DEPOSITOS PRECIPITABLES AL PRECIPITAR SE
 - 3 EN SLOPAMIENTOS / 25
 - 4 HUNDIMIENTOS
 - 5 ZONAS DE INUNDACIONES FRECUENTES
 - 6 ZONAS DE INUNDACIONES FRECUENTES

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GUADALAJARA
 CENTRO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS SOCIALES Y AGRICULTURALES
 PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN COMUNITARIA, INC. DANIEL ISAMÁN CASTILLO

ESCALA GRÁFICA

1:50,000

El promedio de ocurrencia de este tipo de sismos en la zona es de 110.5 años aproximadamente. Sin embargo, estos sismos, al igual que los epicentrales, son difíciles de estudiar y no se pueden predecir con exactitud, debido a que generan una gran actividad microsísmica de baja magnitud para lo cual se requiere de una red de sismógrafos que cubran completamente el área, cosa que no se tiene en Ciudad Guzmán, ya que solo existe actualmente 1 sismógrafo en el área. Como se observa, los sismos afectan una gran extensión del territorio. Por lo cual, es factible que toda la cuenca de la Laguna de Zapotlán e incluso más allá de sus límites sea afectada. Sin embargo, se estima que 5042.5 has. de la cuenca resultarían con efectos sísmicos mayores, debido a que es donde se localiza la mayor concentración de población (ver plano 4).

En el cuadro 7.2, se presenta la fecha y la descripción breve de las características de los sismos que han ocurrido en Ciudad Guzmán, en base a lo escrito y recopilado por el cronista de Ciudad Guzmán (Vizcaino, 1991).

Cuadro 7.2.- Relación de sismos sentidos en Ciudad Guzmán.

FECHA	DESCRIPCION
1543 y 1544	Temblores que atemorizaron mucho a los indios y españoles.
1563	Zapotlán y pueblos cercanos sintieron temblores por espacio de un día y una noche.
1564	
1568 27 de diciembre	"Temblor Grande". Temblor de extraordinaria intensidad, que derribó la iglesia y quemó el hospital, también provocó que se abrieran nuevas barrancas, se separaran algunas montañas, se secaron manantiales y brotaron en otro lugar. Se cayeron los templos de Zapotlán, Tuxpan, Tamazula, Zapotlán, Atoyac, Zarzalco y Colima, entre otros.
1574	15 de abril.
1576	Actividad sísmica, que coincide con una gran erupción explosiva y durante la cual se reportaron pérdidas humanas y materiales.
1577	28 de diciembre.
1585	10 de enero. Fuerte temblor seguido de la erupción del volcán.
1606	9 de noviembre. Fuerte temblor cuando el volcán hace erupción.
1606	13 de diciembre.
1611	31 de agosto. Se derrumba el hospital de La Purísima Concepción y algunas viviendas.
1612	25 de marzo y años subsiguientes. Temblores de poca intensidad que solo produjeron susto en el vecindario.
1616	
1633	28 de febrero.

FECHA	DESCRIPCION
1740	
1746	
1747	14 de diciembre.
1749	22 y 23 de octubre. Terrible terremoto que causó daños y destrucción de un gran número de viviendas y heridos. No se sabe si haya habido algunas víctimas.
1771	
1790	Fuerte temblor que dejó a la población de toda la región en ruinas y luto.
1806 25 de marzo	Fuerte sismo que se repitió con más fuerza a los pocos segundos. 7 de las 8 bóvedas y el sinvarrio del Templo Parroquial (primer templo mayor) se desplomaron. Fue destruido quedando sepultadas bajo sus escombros 2,000 de las 3,000 personas que se encontraban en la iglesia, sin contar los heridos que salieron muriendo. Arruinó todas y cada una de las capillas o iglesias menores de esta ciudad, así como las de Tuxpan y Tamazula. Después de este temblor siguieron sucediendo muchos temblores momentáneos y coincidió con una erupción de volcán.
1816	13 de noviembre. Temblor grande.
1816	14 de noviembre. Temblores bastante recios, ocurridos uno a la 1 AM y el otro a las 10 AM.
1818	31 de mayo. Fuerte temblor ocurrido a la 1 AM que derribo a la ciudad de Colima y mató 200 personas aproximadamente.
1837	20 de junio. Fuerte temblor ocurrido a la 1 AM que duró 5 minutos.
1847	Tembló a las 9:45 AM.
1849	Tembló a las 5:00 PM.
1899	Fuerte temblor oscilatorio ocurrido a las 4:50 AM que despertó y causó pánico a los zapotleneses.
1900	19 de enero. Fuerte temblor que provocó que el templo del Sagrado Corazón, la Iglesia Nueva, la capilla de Jesús Nazareno de 3ª orden, templo de San Gabriel, San Sebastián y Colima sufrieran serias cuarteaduras.
1900	16 de mayo. Tembló a la 1:15 y a las 15:30 hrs., lo que provocó que los templos y fincas de la ciudad sufrieran serias cuarteaduras.
1900	18 de julio. Temblor ocurrido a las 21:45 hrs. que únicamente asustó a la población.
1900	21 de agosto. Fuerte temblor de poca duración.
1900	7 de diciembre. Tembló fuerte en medio de una lluvia intensa que ocasionó que se cayeran algunas casas.

FECHA	DESCRIPCION
1908	26 de mayo. Tembló a las 16:30 y 21:15 hrs.
1908	19 de noviembre. Tembló a las 15:00 hrs.
1910	30 de mayo. Temblor de poca duración ocurrido a las 22:00 hrs.
1911 7 de junio	Terremoto oscilatorio y trepidatorio de gran magnitud que empezó con poca fuerza y siguió con creciente intensidad hasta llegar a tal grado que nunca, según creencia general, se había sentido cosa semejante. Se desplomaron varias casas y edificios (más del 50% de las fincas), las columnas y la cúpula del altar mayor y el techo de las bóvedas, quedando bajo sus escombros multitud de víctimas (entre muertos y heridos fueron más de 100 personas). Se cortaron los circuitos de las líneas eléctricas y el telégrafo se interrumpió; las pérdidas materiales ascendían a más de 1 millón de pesos. Se dañaron el Templo Mayor, Santuario, Tercera orden y el templo del Sagrado Corazón. Resultaron 1,130 damnificados. Ocurrió a los 105 años del otro parecido.
1911	14 de junio. Temblor fuerte de poca duración ocurrido a las 10:52 PM.
1912	8 de mayo. Temblor de poca duración y de poca intensidad, casi no percibido.
1931	1 de junio. Fuerte temblor ocurrido a las 4:30 hrs. que dejó casa caídas en la parte poniente de la población, pero no hubo desgracias personales.
1932	18 de junio. Temblor de poca intensidad.
1941 15 de abril	Fuerte temblor ocurrido a las 12:15 hrs. de algunas columnas de decoración y 1 columna en la nave de la izquierda se desmoronaron ocasionando un número de 40 heridos y 20% de las casas se destruyeron. 1500 personas resultaron heridas y 22 heridos graves. Se destruyeron 1000 viviendas y 1000 personas resultaron heridas, pero el templo de San Antonio fue el más dañado, resultando 27 muertos y 17 heridos. Sin más detalles de las 12:15 a las 12:30 hrs. se dejaron sentir 12 temblores de poca intensidad.
1973 30 de enero	Fuerte movimiento de tierra ocurrido a las 15 hrs. que derrumba las almenas de las torres de la Catedral, así como la linternilla de la torre central y la bóveda de la destrucción total hasta debido a la mala construcción (solo estaba pegado con mezcla).
1985 19 de septiembre	Temblor ocurrido a las 7:19 hrs y que tuvo una duración de 50 segundos. Se cayó con este temblor parte de la torre central de la catedral, la cual presentaba serios daños en su estructura. Se dañaron el templo de San Antonio, Cristo Rey (casi destruido) y el Santuario de Nuestra Señora de Guadalupe, Sn. Pedro, tercera orden y otros. Los daños a edificios, casas, negociaciones y otros fueron cuantiosos, se habló de muchos millones de pesos. Fueron 603 viviendas destruidas, 714 con daños parciales y 323 con daños leves. Sin embargo, se habla acerca de que 2,542 viviendas sufrieron daños que van desde la destrucción total hasta cuestiones leves, cuya reconstrucción hara un total de 81,000 m ² de obra. Hubo más de 600 heridos y el personal del seguro social, hospitales, Cruz Roja y otros nosocomios apenas se daban abasto para atender a tantas personas que requieren de sus servicios.

Los sismos que mayor daño causaron a Ciudad Guzmán fueron los ocurridos en los años 1568 (ver figura 8), 1790, 1806, 1818, 1911, 1941, 1973 y 1985, por lo que el promedio de que ocurran sismos de este tipo es de 60 años, pero esto puede ocurrir en mayor o menor tiempo y es difícil de precisar la fecha exacta, dado a que se requiere de estudios más específicos y detallados (García de Alba, 1988).

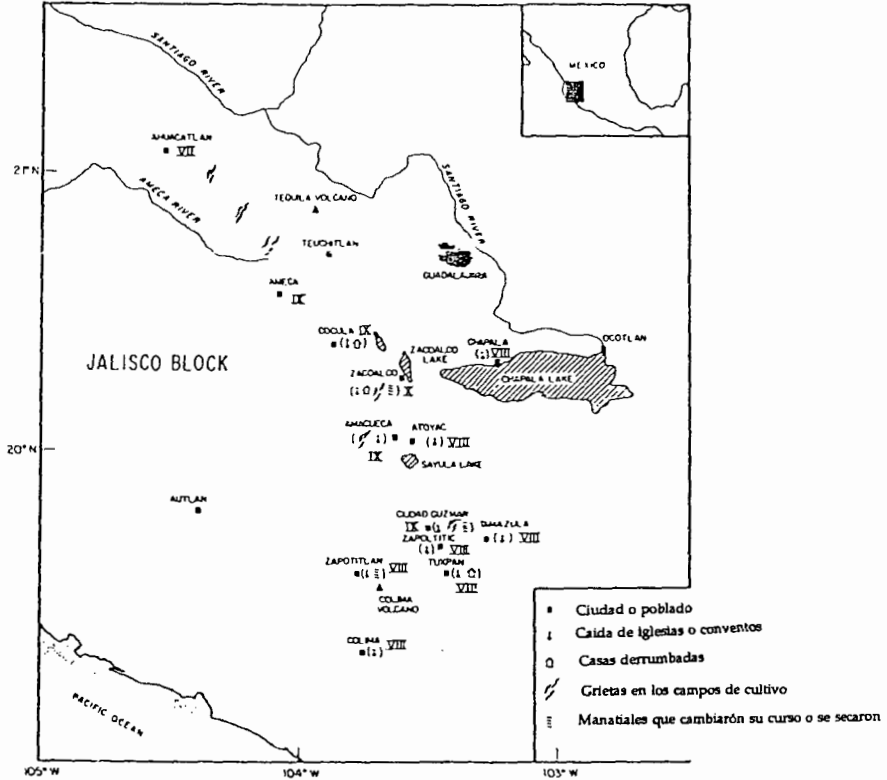


Figura 8.- Efectos del macrosismo producido en Jalisco durante 1985. El tipo de daño y el valor de estimación según la intensidad modificada de Mercalli, está mostrada cerca del poblado en que fue reportada.

En la zona de estudio, se pueden producir sismos muy fuertes, o que tal vez no sean de gran magnitud, pero que si pueden afectar a la población, debido a las condiciones de vulnerabilidad que presenta en algunos sectores, por las fallas o fracturas sobre las que se encuentran las edificaciones, así como por las condiciones del suelo en donde se asentaron. Ejemplo de esto, es que un fenómeno sísmico conjugado con los suelos poco consolidados presentes en Ciudad Guzmán y bajo condiciones de lluvia extrema, puede ocasionar el fenómeno de licuefacción (ablandamiento del suelo) en algunos sectores de la ciudad y afectar incluso a todas las zonas urbanas incluidas en la cuenca (ver hundimientos).

La zona que puede sufrir mayores daños, tanto económicos como socio-organizativos y en general de salud por un fenómeno sísmico es la que presenta edificaciones dañadas, ya sea por el paso del tiempo o por sismos ocurridos anteriormente, como es el caso de las casas dañadas por el sismo de 1985. De éste último caso se tienen registradas dos zonas, que juntos cubren un área total de 22.51 hectáreas (ver cuadro 7.3).

Cuadro 7.3.- Areas más afectadas por el sismo de 1985.

ZONA	AREA (Has.)
E1	7.6
E2	14.90
TOTAL	22.51

La amenaza por sismicidad, aumenta cuando las edificaciones se encuentran asentadas en zonas de fallas activas (ver plano 5), las cuales se reflejan en las cuarteaduras de las casas. Lo anterior se agrava cuando las construcciones no están diseñadas de manera que soporten este tipo de eventos o cuando existe una gran concentración de casas.

Vulcanismo.

Un evento volcánico (nacimiento, destrucción de un edificio volcánico o reactivación de uno preexistente) puede generar la destrucción del área inmediata o la destrucción y/o afectación de un área adyacente (puede ser a veces de cientos de kilómetros) y esta es consecuencia directa del volumen y material volcánico que emitan (cenizas, flujos piroclásticos, lahares, flujos de lava y productos derivados de erupciones freáticas.

Geográficamente, Ciudad Guzmán (al igual que la mayor parte del estado de Jalisco), se encuentra dentro del Eje Neovolcánico, más específicamente dentro del denominado graben de Colima, el cual se caracteriza por la presencia del complejo volcánico Colima.

El magmatismo de esta zona se asocia a una migración N-S, acompañada de eventos volcánicos explosivos (Maciel, 1994), lo cual explica que los aparatos volcánicos presenten esta orientación (ver plano 1). En este sentido, la zona en estudio contiene aparatos volcánicos activos o recientes y la probabilidad de ocurrencia de un evento volcánico existe en forma latente, debido a que es una zona con características geológicas propicias para que en ella, en un tiempo geológicamente corto, suceda un evento volcánico.

Los aparatos volcánicos encontrados dentro de la cuenca de la Laguna de Zapotlán, son de dos tipos: 1) monogenético y 2) poligenético.

1) Los volcanes monogenéticos presentes en la cuenca se formaron en épocas geológicas recientes. Se distinguen de los poligenéticos, debido a que surgen en un solo período eruptivo y su vida activa es muy corta, por lo que no sobrepasan a los 300 metros.

Estos volcanes, se desarrollaron en las inmediaciones de la cuenca y son los siguientes: Los Guajes, El Zapote, El Escape, Los Núñez, La Calera, El Pino, Las Tubias, Apastepec.

2) Los aparatos volcánicos poligenéticos (estrato volcanes), son de larga vida activa y tienen varios periodos eruptivos, por lo que algunas veces alcanzan gran altura, como ejemplo de ello se tiene que el volcán Colima presenta una altura de 3,800 msnm.

Este tipo de volcanes se desarrollaron principalmente en el lado SW de la cuenca, y son los siguientes: Volcán Nevado de Colima, Volcán de Colima, El Cántaro, el actual Volcán de Colima. Los dos últimos se desarrollaron durante el Cuaternario Superior, por lo que se consideran entre los más recientes. Durante los caminamientos realizados, se observó que la cuenca está cubierta casi totalmente por nuevas capas de tefras emitidas por los volcanes del Cántaro, Nevado de Colima y el extinto Volcán Colima. Además, prácticamente en todo el parteaguas oriental de la cuenca (sitio donde se ubica Ciudad Guzmán), se encontró que aflora toba fina color café claro, que se asocia a la erupción del volcán Nevado de Colima. De los volcanes identificados, el Colima podría representar alguna amenaza para Ciudad Guzmán e incluso para toda la cuenca Laguna de Zapotlán, debido a que se considera como uno de los más activos de México, por presentar desde tiempos inmemoriales una actividad continua (30 erupciones registradas), ver cuadro 7.4.

Cuadro 7.4.- Eventos eruptivos recientes registrados del Volcán Colima.

FECHA (D/M/A)	TIPO DE ERUPCIÓN, EFECTOS Y DAÑOS
1560	Erupción poco documentada. Se ignoran daños.
1576	Gran erupción explosiva con abundante caída de ceniza, actividad sísmica, pérdidas humanas y materiales.
10/01/1585	Abundante caída de ceniza a distancias de hasta 100 km. Posibles víctimas y pérdida de ganado.
14/01/1590	Erupción explosiva con abundante lluvia de ceniza.
25/11/1606	Gran erupción con abundante caída de ceniza a distancias de hasta 150 km. Posibles víctimas.
13/12/1606	Gran erupción con abundante caída de ceniza a distancias hasta 100 km. Posibles víctimas.
29/10/1611	Actividad explosiva con abundante lluvia de ceniza.
08/06/1622	Gran erupción con intensas lloviznas de ceniza a distancias de 100 km. Posibles víctimas.
1690	Erupción explosiva con abundante lluvia de ceniza.

FECHA (D/M/A)	TIPO DE ERUPCIÓN, EFECTOS Y DAÑOS
1771	Erupción explosiva con abundante lluvia de ceniza.
1795	Erupción con emisiones de lava y escoria.
1804	Erupción con emisión de piroclastos de caída libre.
25/03/1806	Erupción explosiva con abundante lluvia de ceniza.
15/02/1818	Gran erupción con intensas lluvias de ceniza sobre distancias de varios cientos de kilómetros. Se reportaron numerosas víctimas.
12/06/1869	Tres erupciones explosivas forman un nuevo con adventicio en el flanco NE del volcán (Volcancito).
26/02/1872	Erupción explosiva del Volcancito, con abundante lluvia de ceniza.
06/01/1886	Erupción explosiva con abundante lluvia de ceniza.
26/10/1889	Erupción explosiva con abundante lluvia de ceniza.
26/02/1890	Gran erupción explosiva con abundante lluvia de ceniza sobre distancias mayores de 100 km. Posibles víctimas.
1891/1893	Repetidas erupciones con frecuentes emisiones moderadas de ceniza.
15/02/1903	Gran erupción explosiva con abundante lluvia de ceniza y flujos piroclásticos.
18/12/1908	Erupción explosiva con abundante lluvia de ceniza.
04/02/1909	Erupción explosiva con lluvia de ceniza.
20/01/1913	Gran erupción explosiva con abundante lluvia de ceniza y flujo piroclástico. Las cenizas emitidas durante este evento cayeron sobre Guadalajara y algunas ciudades del noreste del país. Posibles víctimas.
1960	Se inicia un nuevo episodio de crecimiento de domo que podría eventualmente conducir a una erupción explosiva de magnitud impredecible.
08/1987	Explosión freática en el flanco Este del edificio.

FECHA (D/M/A)	TIPO DE ERUPCIÓN, EFECTOS Y DAÑOS
1988	Se incrementaron los derrumbes, particularmente en el flanco Sur del volcán.
12/1980	Caminos rurales en la zona del domo se derrumbaban las montañas de lava acumuladas con tamaño de hasta 20 m de altura, que se asociaron a la formación de grietas, en forma radial, de hasta 1.5 m de ancho, 300 m de profundidad y 1000 m de longitud, mismas que originaron una nueva actividad fumarólica.
14/02/1991	La red sísmica de Colima, detecta una considerable actividad sísmica sin precedente en el volcán de Colima. Se alerta a los sistemas de protección civil de Colima, Jalisco y Nacional.
01/03/1991	Se inicia la extrusión de un lóbulo andesítico de corteza escoriacea, que genera numerosas avalanchas de tipo merapi sobre los flancos sur y Suroeste del volcán. Se toman medidas preventivas que incluyen simulacros de evacuación.
16/04/1991	La mayor de las avalanchas merapias produce grandes cantidades de polvo. El material de las avalanchas, mezcla de productos alterados del domo principal con productos juveniles, genera flujos piroclásticos de baja energía y alcance limitado. Las tefras se distribuyeron principalmente hacia el noreste y sureste. No hay daños.
1994	Explosión freática.

Modificado de: CENAPRED, 1994 por Cruz Hernández, A.G.

Debido a su comportamiento, se creó que posiblemente a fines del presente siglo o a principios del siguiente, el Volcán de Colima desarrollará una fase explosiva peleana o similar, que produzca emisión de fragmentos sólidos o semisólidos de material juvenil en bloque y violentos flujos piroclásticos asociados a nubes ardientes, a partir de violentas explosiones. La lava que producen estas erupciones es viscosa y da origen a la formación de domos dentro del cráter. Esta erupción afectaría un área de más de 2,800 km² alrededor del volcán. De desarrollarse un evento volcánico de este tipo, la zona más afectada por derrames de lava sería la del lado sur del volcán. La afectación por la caída de tefras evidentemente será más amplia y, su distribución estaría en función de los vientos predominantes en el momento de la erupción. Si se toma en consideración que los vientos dominantes por lo general han tenido una dirección de S-N, es posible que los principales desastres que pueda provocar esta amenaza en Ciudad Guzmán y toda la cuenca, sean debidos a la caída de cenizas. Los daños provocados por las cenizas pueden ser los siguientes:

- Fallamiento de las edificaciones, debido a la acumulación de ceniza las azoteas, lo que se agravará en condiciones lluviosas, debido que aumentarán drásticamente su peso y volumen provocando que cedan a su peso.
- Absolva de drenaje.

- Obstrucción de vías de comunicación (aéreas y terrestres).
- Pérdida de visibilidad.
- Daños a la salud (vías respiratorias principalmente).
- Pérdidas en zonas cultivadas y ganaderas.
- Obstrucción de cauces de arroyos que descargan hacia esta población (como el Chuluapan y Guayabos). Esto es importante, dado que podrían actuar como una represa para las aguas pluviales que escurran hacia los arroyos y formar una avalancha al mezclarse con el agua.

Esto también se basa en estudios recientes, en los que se ha identificado que el Volcán de Colima presenta un ciclo eruptivo de tipo explosivo cada cien años aproximadamente, como ocurrió durante las violentas erupciones ocurridas en 1606, 1690, 1771, 1818 y 1913, cuyas cenizas afectaron a las poblaciones ubicadas al Norte y Noreste del volcán, entre las que se encontraron Ciudad Guzmán e incluso Guadalajara. Esta última ocurrió hace aproximadamente 83 años, época en que las cenizas llegaron hasta el estado de Monterrey (ver figura 9).

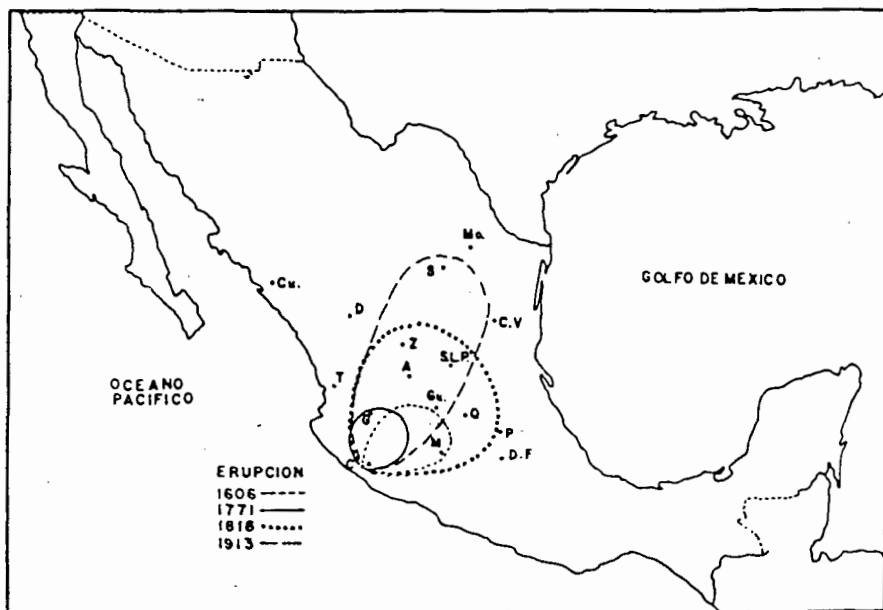


Figura 9.- Distribución del material de caída libre de algunas erupciones documentadas: (Mo) Monterrey, (S) Saltillo, (C.V.) Ciudad Victoria, (CU) Culiacán, Durango, (Z) Zacatecas, (S.L.P.) San Luis Potosí, (A) Aguascalientes, (T) Tepic, (G) Guadalajara, (C) Colima, (Gu) Guanajuato, (M) Morelia, (Q) Querétaro, (P) Pachuca, (D.F.) Distrito Federal.

Inundaciones.

Ciudad Guzmán, al igual que muchas otras poblaciones, ha crecido sin respetar zonas de manantiales, cauces de arroyos o ríos, partes bajas de cuencas, zonas con gran saturación de agua, mantos freáticos poco profundos, etc., mismo que al combinarse con la construcción de obras civiles (drenajes, bocas de tormenta, conexión de varias redes) sin analizar gastos máximos y sin una conducción eficiente del agua, ocasiona que la población que habita en casi toda la zona urbana sufra inundaciones prácticamente cada época de lluvias. Esta situación se agrava durante temporadas de precipitaciones extraordinarias, debido a que la red de drenaje resulta insuficiente, lo que da lugar a que las aguas superficiales tomen sus cauces naturales y dañen a las personas y a sus propiedades. En algunos casos, se han construido viviendas en forma perpendicular a los cauces de los arroyos y obras de drenaje que no tienen la capacidad necesaria para absorber las corrientes de agua o que se asolvan rápidamente a causa de la basura, que muchas veces es depositada clandestinamente en el cauce de los arroyos (principalmente durante la temporada de sequías) y en las calles. Esto da lugar a que se detenga el paso del agua y materiales sólidos (flujos de lodo, mezclas de basura originada por la deforestación en la sierra y materiales de construcción, etc.) provenientes de las partes altas, provocando inundaciones, asolves y quizá en un momento determinado una avalancha de lodo.

Se ha deforestado severamente la parte alta de la sierra del Tigre y en el Nevado de Colima, lo que origina que el suelo se impermeabilice y que durante las precipitaciones pluviales se escurra una mayor cantidad de agua y solo una pequeña fracción se infiltre. Esto provocará un incremento (no estimado) en el gasto normal de los arroyos existentes en la zona además de la consecuente erosión del suelo y transportación de sedimentos.

Las zonas de Ciudad Guzmán más afectadas por las inundaciones, son las que habitan cerca o en los cauces de los arroyos Los Guayabos y Chuluapan principalmente, debido a que atraviesan la ciudad y presentan un orden alto de corrientes de agua, así como una fuerte densidad y frecuencia hídrica. En avenidas extraordinarias las construcciones ubicadas por donde cruza el arroyo San Cayetano pueden resultar afectadas. También hacia la zona oeste de Ciudad Guzmán, cerca de la vía del ferrocarril llegan escurrimientos fuertes de agua provenientes del Nevado de Colima, los cuales arrastran corrientes de agua de orden 5 (alto a muy alto) y traen consigo grandes cantidades de sedimentos que en momento pueden llegar a funcionar como represas (diques) que acumularán mayor cantidad de agua y pondrán en peligro de inundación a las colonias que se han establecido en zonas con depresiones naturales y pendientes suaves que no cuentan con un sistema de colectores y drenaje suficientes, como es el caso de la colonia Constituyentes (excepto la parte poniente).

Los arroyos mencionados son los causantes de que en la población se registren múltiples corrientes de agua que, al pasar sobre la topografía plana y cóncava en unas partes de esa zona, provocan asolvez e inundaciones por las calles, situación que ocasiona conflictos viales, inundaciones dentro de las fincas y daños a la estructura de las mismas. Otro problema para las zonas que actualmente se inundan o son susceptibles de inundarse, es que estas corren el riesgo de que al momento en que las aguas retenidas se infiltren (por debajo de estas obras), las mismas erosionen en forma acelerada el subsuelo (fenómeno de tubificación) provocando el posterior hundimiento de las obras realizadas en esta zona (ver hundimientos).

En Ciudad Guzmán, las zonas que se inundan frecuentemente abarcan un área de 105.89 has. y las zonas susceptibles 107.5 has., juntas hacen un total de 212.95 has. con

amenaza de inundación (ver cuadro 7.5).

Cuadro 7.5.- Áreas con amenazas de inundación en Ciudad Guzmán.

AMENAZA	ZONA	ÁREA (Ha.)
INUNDACIONES PERMANENTES	A1	25.25
	A2	17.94
	A3	1.35
	A4	1.36
INUNDACIONES TEMPORALES	B1	22.39
	B2	20.06
	B3	2.75
	B4	48.73
INUNDACIONES PUNTALES	B5	5.75
	B6	1.30
	B7	10.18
SUBTOTAL		127.36
TOTAL		217.35

Varias partes de la zona urbana de Ciudad Guzmán, entre las que se encuentra parte de la colonia Constituyentes, se han construido en zonas de depresiones, por lo que están propensas a inundación.

Además existen aquellas áreas que han sido modificadas topográficamente por medios mecánicos, como es el caso de las zonas con bancos de material abandonados, o localidades que han sido delimitadas por vías de comunicación (vías de ferrocarril y vías rápidas para automotores) que han sido construidas por encima del nivel natural del piso y que finalmente funcionan como diques e inundan un área (ver plano 5).

Hundimientos.

Los hundimientos afectan a las personas y construcciones que se encuentran asentadas sobre cauces de arroyo, fallas o fracturas o zonas que presenten material no compactado, situación que se agrava cuando ocurren precipitaciones fuertes. En la zona de estudio se ha construido sin respetar los cauces de arroyos, con obras civiles que no han conducido eficientemente el agua o han servido de barreras a las corrientes naturales, lo cual puede dar lugar a un incremento en forma puntual de la saturación de agua en el subsuelo de donde se ha construido y producir una erosión acelerada del suelo y subsuelo (fenómeno de tubificación), como ocurrió en las cercanías de las instalaciones del Hospital y protección civil de Ciudad Guzmán.

Es importante decir que, debido a las condiciones inestables del suelo en el que está asentada Ciudad Guzmán, es posible que durante la ocurrencia de un fenómeno sísmico el suelo se licue o se haga de consistencia más blanda (fenómeno de licuefacción), lo que traería como consecuencia que las estructuras que se encuentran encima se hundan o se inclinen. Así mismo, el suelo es propicio para que se erosione en forma acelerada, a consecuencia de la gran cantidad de fallas y fracturas presentes o por fugas en el sistema de agua y alcantarillado. Esto provocará asentamientos o grietas en cualquier parte de la ciudad. Sin embargo, se observó que la zona norte de Ciudad Guzmán (ver plano 5), es más propicia para que ocurran hundimientos, debido a la presencia de una gran cantidad de fallas y fracturas en esa zona, un subsuelo poco compacto, escurrimientos de agua y zonas en donde los pozos se han abatido o colapsado. Este último punto es importante, debido a que si se deshidrata la roca, esta perderá la capacidad de soportar el peso que se encuentre en la parte superior.

Con lo anterior, se determinó que en Ciudad Guzmán, esta amenaza puede afectar 63.23 has. Este fenómeno causará daños según el lugar en que se formen las grietas, por lo que esos daños pueden ser muy variables: desde problemas de tránsito hasta daños en las edificaciones y demás infraestructuras. Situación que trae consigo, problemas económicos y socio-organizativos y en general, daños a la salud y al bienestar de la población.

Deslizamientos.

El término deslizamiento (movimientos de masa ó falla de laderas), se refiere al movimiento de grandes volúmenes de suelo que se deslizan sobre una pendiente. Este tipo de fenómenos amenazan a las construcciones que se encuentran debajo de la zona de falla, debido a que se pueden producir grandes aportes de material sólido, que puede enterrar a las construcciones que se encuentran en la parte baja del talud. Así mismo, las construcciones que se encuentren encima del de la zona de falla, en un movimiento repentino podrían deslizarse junto con parte del talud (ver figura 10).

En la cuenca Laguna de Zapotlán y puntualmente Ciudad Guzmán, las zonas más susceptibles a sufrir deslizamientos o ser afectados por estos son las que presentan una combinación de todos o algunos de los siguientes factores: topografía accidentada, pendientes cóncavas o escarpadas (mayores de 25%), suelo poco profundo o impermeable, deforestación o poca vegetación, estructuras (fallas, fracturas), manantiales y corrientes de agua.

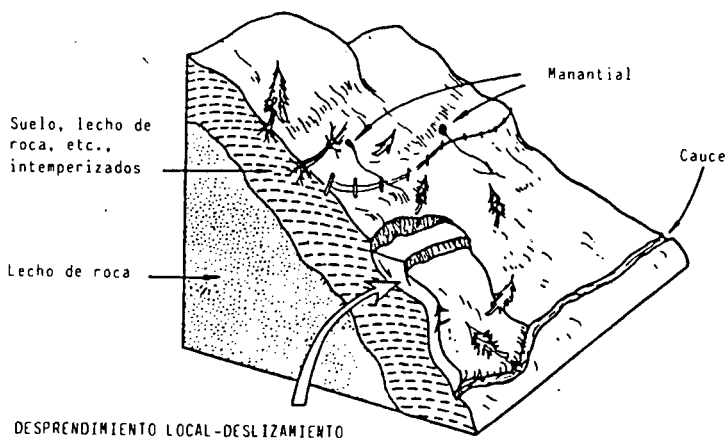


Figura 10 .- Factores que indican deslizamiento. Una topografía accidentada, con manantiales, árboles inclinados o curvos y desprendimientos localizados, caracterizan terrenos donde hay arrastre del suelo (deslizamientos).

Con respecto a lo anterior, se puede mencionar que las sierras y demás topoformas de la zona de estudio han perdido drásticamente la cubierta vegetal, a consecuencia de las constantes talas y quema de la vegetación, que se hace con el fin de aprovechar la madera de los bosques o utilizar los terrenos en cultivos de temporal anual. Motivo por el cual, existe una gran cantidad de zonas que presentan una erosión actual que se encuentra entre los rangos de alta a muy alta.

Además de este factor, se tiene que las estructuras regionales aflorantes en la cuenca (planos 1 y 4) presentan una orientación predominantemente NE-SW, con esfuerzos de tipo distensivos. Lo cual provoca que las fallas y fracturas se presenten en algunas partes a favor o en el mismo sentido de la pendiente.

El fracturamiento presente en la zona de estudio se debe a que las tefras que cubrieron y dieron origen a los suelos de Ciudad Guzmán y de toda la cuenca presentan diferentes tipos de permeabilidad primaria y secundaria. Esto también puede crear condiciones de inestabilidad en las pendientes cercanas o sobre las que se encuentre un asentamiento humano. Esto combinado con los demás factores anteriormente descritos, puede provocar el deslizamiento de algunas partes de una pendiente.

Ciudad Guzmán se encuentra al pie de la sierra de El Tigre y su desarrollo urbano lo está realizando hacia las laderas de esta sierra, la cual en algunas zonas presenta cierto grado de inestabilidad (ver plano 5). Esto último representa una amenaza debido a que el deslizamiento de una ladera o bien el desprendimiento de peñasco afectará a las propiedades o infraestructuras y a la salud de habitantes que se establezcan en las partes altas y bajas de la ladera.

En las partes altas de Ciudad Guzmán, así como sobre la margen izquierda del río Chuluapan a partir de los 1540 msnm y en el entronque de este con sus tributarios (a los 1570 msnm), se encontró que debajo de las tobas aflora un estrato de areniscas rojas, que subyacen a un estrato andesítico alternando con pie de monte. Estas unidades y sobre todo las que se localizan en las partes altas de zonas urbanizadas, representan un riesgo debido a que se encuentran expuestas a la acción de los procesos de intemperismo, provocado por factores tales como el agua, el viento, deforestación, etc. Lo que puede provocar que se fracture y se produzca con ello un deslizamiento.

La amenaza de deslizamiento de una ladera, también puede aumentar cuando existen fallas o fracturas (principalmente a favor de la pendiente), que aunadas a movimientos sísmicos continuos podrían provocar que las masas de roca y suelo se desprendan de las laderas formando grandes bloques, como los encontrados sobre las márgenes del río Chuluapan, los cuales alcanzan un espesor de 5 m de diámetro. El encontrar fragmentos de ese tamaño en las partes bajas del río también indica que éste tiene un gran poder de arrastre, mismo que unido al tectonismo de la zona puede provocar un sinergismo que contribuya a que exista un desprendimiento en un tiempo tal vez no muy lejano. Con respecto a este punto, cabe el mencionar que actualmente existen grandes bloques que se están desprendiendo de una lomas cercanas al río Chuluapan, los cuales pueden afectar a las construcciones y personas que ahí se encuentren, como por ejemplo el Club deportivo Britania, la presa y acueducto que retiene las aguas del río antes mencionado.

Las colonias susceptibles a sufrir deslizamientos o ser afectadas por estos son: Lomas del Valle, Loma del Barro, Lomas de San Cayetano, Chuluapan, La Paz, Pablo Luis Juan, Empleados municipales, Olivos, Club Britania.

Deterioro de mantos freáticos.

En la zona de estudio el deterioro de los mantos freáticos se debe principalmente su abatimiento y a la contaminación.

Abatimiento de mantos freáticos. La sobreexplotación de acuíferos representa una amenaza, ya que al perder el agua (humedad) que tenía la roca, ésta por deshidratación excesiva cambia sus propiedades físicas, disminuyendo la capacidad para retener al vital líquido, pudiendo ocasionar el colapsamiento del terreno, con la consecuente destrucción de las construcciones cimentadas sobre estos acuíferos (Zárate y Martínez, 1993). Además, están todos los problemas que para el ser humano representaría el que le falte el agua suficiente para sus necesidades más indispensables y el gasto de mano de obra, infraestructura y recursos para obtenerla de otros lugares.

Tomando esto en consideración, se realizó el reconocimiento de los abastecimientos presentes en la cuenca de la Laguna de Zapotlán y se encontró que alrededor de la laguna se concentra la mayor parte de los mantos acuíferos subterráneos, cuyo abatimiento se está dando debido a que el agua se extrae a través de más de 60 abastecimientos (ver plano 3).

Se logró tomar muestra a 41 pozos, 12 norias y 7 manantiales. En la zona Este se detectaron 28 pozos, 11 norias, 4 manantiales, mismos que se describen en el cuadro 7.6.

Cuadro 7.6.- Reporte de los abastecimientos de agua encontrados en la zona Este de la Cuenca Laguna de Zapotlán.

DESCRIPCION	CLAVE	Nivel Dinámico (m)	Nivel Estático (m)	Profundidad Total (m)	PICULA	Alto del pozo (m)
POZO	PZE 1	62.60	13.25	75	1980	1 325
POZO	PZE 2	-	30.30	30	1975	1 318
POZO	PZE 3	-	29.24	-	1970	1 312
POZO	PZE 4	36.35	-	-	-	1 305
POZO	PZE 5	-	22.00	29	1965	1 310
POZO	PZE 6	29.30	23.60	30	1962	1 307
POZO	PZE 7	-	-	-	-	-
POZO	PZE 8	-	8.30	35	1966	1 320
POZO	PZE 9	-	29.40	40	-	1 315
POZO	PZE 10	-	72.00	300	1974	1 324
POZO	PZE 11	112.00	79.00	190	1969	1 320
POZO	PZE 12	132.30	62.00	309	1973	1 320
POZO	PZE 13	-	-	-	1963	1 320
POZO	PZE 14	85.30	75.00	340	1964	1 320
POZO	PZE 15	46.30	32.30	130	-	1 313
POZO	PZE 16	112.00	99.00	170	1970-1980	1 340
POZO	PZE 17	-	-	200	1966	1 320
POZO	PZE 18	-	-	-	-	1 400
POZO	PZE 19	-	-	274	-	1 374
POZO	PZE 20	-	-	-	1972	1 320
POZO	PZE 21	135.00	85.00	280	1966	1 325
POZO	PZE 22	86.30	62.00	309	1979	1 320
POZO	PZE 23	-	62.00	250	1981	1 325
POZO	PZE 24	75.00	65.00	300	1980	1 325
POZO	PZE 25	112.00	87.00	290	1966	1 320
POZO	PZE 26	166.00	114.00	300	1964	1 340
POZO	PZE 27	79.00	60.00	300	1980	1 320
POZO	PZE 28	75.00	50.00	300	1980	1 325
NORJA	NZE 1	-	2.45	6.00	1969	1 320
NORJA	NZE 2	6.35	-	-	1979	1 320

DESCRIPCIÓN	CLAVE	Nivel Oscilante (m)	Nivel Estático (m)	Profundidad Total (m)	FUENTE	Altitud (metros)
NORIA	NGZE 3	-	2.30	-	-	1.530
NORIA	NGZE 4	-	8.00	26.5	1964	1.525
NORIA	NGZE 5	-	8.65	-	-	1.530
NORIA	NGZE 6	-	8.65	-	1960	1.520
NORIA	NGZE 7	4.20	-	76.00	1970	1.590
NORIA	NGZE 8	4.20	-	-	-	1.570
NORIA	NGZE 9	10.25	-	-	-	1.560
NORIA	NGZE 10	6.60	-	-	-	1.570
NORIA	NGZE 11	8.70	-	-	1960	1.510
MANANTIAL	MJZE 1	-	0	-	-	1.600
MANANTIAL	MJZE 2	-	0	-	-	1.590
MANANTIAL	MJZE 3	-	0	-	-	1.620
MANANTIAL	MJZE 4	-	0	-	-	1.580

En la zona Oeste se encontraron 3 manantiales, 1 noria, 13 pozos, cuya descripción se representa en el cuadro 7.7.

Cuadro 7.7.- Abastecimientos de agua localizados en la zona Oeste de la Cuenca Laguna de Zapotlán.

DESCRIPCIÓN	CLAVE	Nivel Oscilante (m)	Nivel Estático (m)	Profundidad Total (m)	FUENTE	ALTITUD (metros)
POZO	PZM 1	23.60	-	-	-	1.540
POZO	PZM 2	-	07.80	60	-	1.670
POZO	PZM 3	-	10.00	50	1965	1.540
POZO	PZM 4	-	-	-	-	1.600
POZO	PZM 5	-	10.00	-	-	1.520
POZO	PZM 6	-	45.45	-	-	1.510
POZO	PZM 7	-	-	-	-	1.670
POZO	PZM 10	-	7.60	-	-	1.520
POZO	PZM 11	-	107.00	-	-	1.630
POZO	PZM 12	-	25.15	-	-	1.525
POZO	PZM 13	-	10.00	-	-	1.510

DESCRIPCION	CLAVE	Nivel Estacion (m)	Nivel Estacion (m)	Profundidad Total (m)	FECHA	ALTIMETRO (mm)
POZO	PZM 04	-	30.00	-	-	1 505
POZO	PZM 05	-	30.00	-	-	1 505
NORIA	ZNW 1	-	31.00	30	11/79	1 620
MANANTIAL	MZM 1	-	0	-	-	1 480
MANANTIAL	MZM 2	-	0	-	-	1 500
MANANTIAL	MZM 3	-	0	-	-	1 700

A partir de los datos obtenidos, se elaboró una imagen tridimensional (ver fig. 11) con la que se observó que la zona con mayor densidad de pozos es la zona urbana de Ciudad Guzmán, en donde algunos de estos pozos se ubican tan cerca unos de otros (menos de 500 m.) que el cono de abatimiento formado por algunos de ellos han influido en otros (ver plano 5). La zona con mayor cantidad de norias es la circundante a la Laguna de Zapotlán. Finalmente cabe mencionar que existen manantiales en la parte oriental de la cuenca, ubicados en el contacto de diferentes unidades litológicas como son entre las tefras y las areniscas rojas y en la base de pie de monte y tefras, que corren el riesgo de secarse, debido a la deforestación y demás actividades que se están realizando en la parte alta de la Sierra del Tigre.

Contaminación de mantos freáticos. La calidad del agua encontrada en un acuífero estará en función de los componentes químicos que contenga, mismos que va a adquirir a partir de la interacción del agua pluvial con la atmósfera, la vegetación, el suelo y las rocas. Casos especiales se dan cuando el agua interacciona con ciertos tipos de gases que pueden ser de origen: volcánico, descomposición de materia orgánica y soluciones hidrotermales.

Hacia la parte sureste de Ciudad Guzmán, en parte de las faldas de la Sierra del Tigre y del volcán Apaztepec, se encontraron distribuidas areniscas rojas, que se distinguen por tener una permeabilidad media o baja, debido a su porosidad y rumbo al Noreste se detectaron calizas, que presentan permeabilidad alta, debido a la fisuración que tienen. Se encuentran en una zona de falla, lo que les da cierta permeabilidad y por tanto, susceptibilidad a la contaminación. Esta situación podría agravarse en épocas de precipitación extrema, principalmente debido a que se encontraron areniscas rojas en la zona de influencia del arroyo Chuluapan y Los Guayabos.

En los alrededores de la laguna de Zapotlán, situada en las cercanías de Ciudad Guzmán, existe la presencia de gas metano, procedente de la descomposición de materia orgánica, proveniente de la erosión o remoción de cubierta vegetal en las partes altas de las sierras y sobre todo de las faldas de Nevado de Colima, que se concentra en la parte baja de la cuenca. La descomposición de la materia orgánica se acelera, debido a que los suelos que se encuentran en la periferia de la mencionada laguna se encuentran inundados casi permanentemente. La contaminación por este gas, puede provocar e incluso ha producido accidentes para algunos operadores y obreros que trabajan en la construcción o reparación de pozos y norias, debido a que es altamente inflamable. Además puede ocasionar problemas graves de salud de la población.

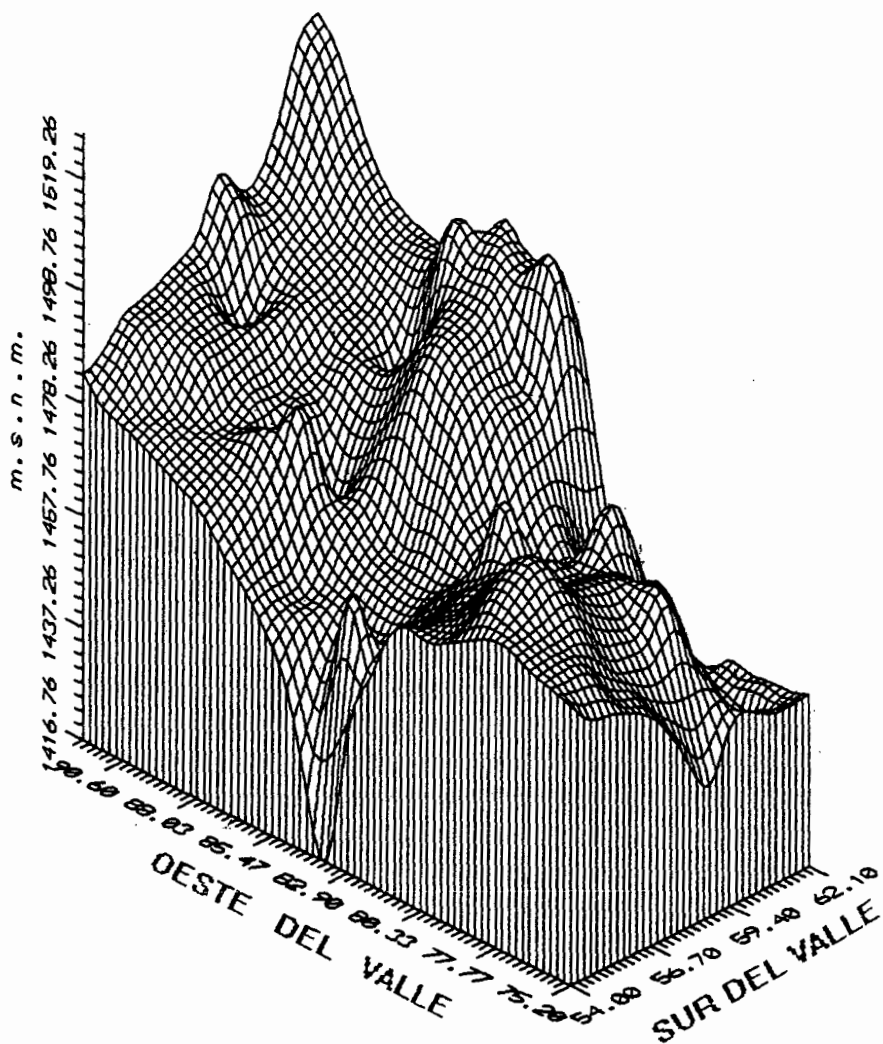


Figura 11.- Dirección y profundidad del acuífero de la cuenca de la Laguna de Zapotlán. Las Superficies cóncavas indican la profundidad en la que se encuentra el nivel freático, el cual se observa que migra hacia el Sur, debido a la dirección de la pendiente.

* Las coordenadas X y Y, están expresadas en unidades UTM.

Para poder determinar algún otro tipo de contaminación, se realizó el análisis físico-químico del agua de los abastecimientos representativos de la cuenca de la Laguna de Zapotlán (cuadro 7.8).

Cuadro 7.8.- Análisis físico-químico de la calidad del agua de los pozos muestreados en la Cuenca Laguna de Zapotlán.

PARAMETRO (**)	MUESTRAS.						
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
SODIO	16.8	7.9	268.6	6.9	100.3	9.9	13.3
POTASIO	1.6	30.3	11.5	4.3	9.7	3.7	5.3
CALCIO	9.6	32.0	32.0	28.8	71.7	16.0	35.2
MAGNESIO	11.4	72.9	26.9	15.36	33.8	11.5	17.3
CLORUROS	50.7	101.4	98.0	43.9	50.7	50.7	50.7
SULFATOS	1.0	2.0	6.0	42.0	1.0	9.0	15.0
BICARBONATOS	145.2	13834.8	854.0	187.9	768.6	170.8	290.4
NITRATOS	4.5	0.3	0.1	N.D.	N.D.	0.2	0.5
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	236.0	1520.0	906.0	292.0	852.0	240.0	380.0
FLUORUROS	0.33	0.85	0.22	0.43	0.20	0.20	0.30
pH +	8.2	7.2	7.0	7.1	7.2	7.1	6.7
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA *	280.0	2400.0	1400.0	360.0	1300.0	280.0	480.0

M1= PZW 15

M2= Salitral

M3= Cofradía

M4= 20 de SIAPACC

M5= POE 3

M6= MZE 2

M7= PZE 3

** Todos los parámetros, excepto los marcados con los símbolos * y +, se expresan en partes por millón (ppm).

* umhos/cm.

+ A los 20°C (M1,M2,M3); 21°C (M4); 24°C (M5); 29°C (M6); 23°C (M7).

Fuente, UdeG, 1995.

Lo anterior demostró, que el agua de los abastecimientos de la cuenca varía de poco dura a muy dura. La dureza del agua es producto de iones calcio y magnesio (expresados en carbonato de calcio), a medida que la concentración de carbonato de calcio disminuya, se pueden presentar menores problemas a consecuencia de la dureza del agua.

Las aguas duras, pueden producir incrustaciones en las tuberías y en demás aparatos relacionados con el paso de agua a altas temperaturas. Además presenta problemas en

aquellos usos en los que se prefiere el jabón, como en las lavanderías y en la higiene personal. En concentraciones altas, estos iones ocasionan que la actividad piscícola baje y en concentraciones mayores de 400 ppm., pueden dañar al ser humano en caso de que se consuman.

En el lado Sur de la cuenca, se presentan aguas poco duras (pozo M1-Tecnológico), hacia el Noroeste las aguas son muy duras o salobres (pozos M2-Salitral, M3-la Cofradía, M5). Rumbo al Noreste y Sureste (pozo M4 o # 20 del SAPACG), se presentan aguas duras. Estas aguas pueden dañar al ser humano en caso de que se consuman, por lo que se considera que el agua proveniente de los abastecimientos localizados en la parte noreste de la cuenca (poblaciones del Salitral y de la Cofradía entre otros), no se deberían utilizar para el consumo humano. Con lo anterior, se observa que en Gómez Farías, San Andrés, Ciudad Guzmán y demás poblaciones que se encuentran al Noreste y Sureste, se presentan aguas duras. En el lado Sur se presentan aguas poco duras.

Algunos aprovechamientos, además presentan contaminación proveniente principalmente de lagunas de oxidación, establecidas en su mayoría en la zona Noroeste de la cuenca, en donde se localizan principalmente las poblaciones El Salitral (M2) y Cofradía (M3), y por otro tipo de emisiones al parecer de tipo químico. Por medio de un análisis bacteriológico (UdeG, 1995), se encontró que en los abastecimientos de esta zona las concentraciones de colonias coliformes totales por 100 ml se encuentran elevadas, lo que es representativo de una contaminación fecal. Existe también una elevada presencia de bacterias mesófilas, lo cual es un indicio de las malas condiciones higiénicas en que se encuentran dichos pozos. Los contaminantes provenientes principalmente de lagunas de oxidación, establecidas en la zona Noroeste de la cuenca y por otro tipo de emisiones, al parecer de tipo químico.

Se logró constatar, a partir de la imagen tridimensional de la figura 10, que el acuífero migra de Norte a Sur, lo que indica que la de descarga del acuífero es hacia el Sur y ayuda a deducir que una contaminación en la parte Norte del acuífero, puede ocasionar la contaminación de la parte Sur. Lo anterior explica que en los abastecimientos ubicados en la zona Sur y en la Noroeste de la cuenca, las concentraciones de colonias coliformes totales por 100 ml se encuentran elevadas, lo que es representativo de una contaminación fecal. Existe también una elevada presencia de bacterias mesófilas, lo cual es un indicio de las malas condiciones higiénicas en que se encuentran dichos pozos.

En toda la cuenca de la laguna de Zapotlán, solo existen dos plantas de tratamiento que únicamente captan las aguas residuales de Ciudad Guzmán. En estas plantas solo se da un tratamiento primario al agua, el cual es insuficiente, dada la gran cantidad de actividades que se desarrollan en la zona y a la gran diversidad y volumen de sustancias químicas peligrosas que vierten al drenaje. El daño a la salud resulta considerable, debido a que estas aguas insuficientemente tratadas son captadas por la laguna, contaminando así a la fauna acuática ahí existente, que después sirve de alimento a estas y otras poblaciones. Lo anterior se agrava si se toma en consideración que las aguas negras de San Andrés Ixtlán y Gómez Farías se descargan a la laguna sin tratamiento alguno.

Nivel de afectación y consecuencias de las amenazas naturales de Ciudad Guzmán.

Al conocer la capacidad destructora de cada evento, efectos sobre la salud de la población, probabilidad de ocurrencia, fue posible estimar el nivel de afectación que podrían provocar las amenazas naturales identificadas, así como el nivel de consecuencias (con

respecto a la cantidad de defunciones y pérdidas económicas), a partir de los cuales se pueden establecer los siguientes niveles de consecuencias (UdeG, 1994): 1) Bajo o imperceptible, 2) Moderado, 3) Alto, 4) Desastre, 5) Catástrofe.

1) Bajo o imperceptible. Este nivel agrupa a las amenazas que pueden ser mitigadas por el medio (ya sea físico, biológico y/o socioeconómico) y que al manifestarse no producen ningún tipo de consecuencias medibles.

2) Moderado. Se establece cuando no se detectan efectos de manera inmediata, pero hay posibilidades de que se presenten efectos crónicos o a largo plazo debido a su acumulación o aumento de intensidad.

3) Alto. Se clasifican dentro de este nivel, cuando puedan producir daños a la salud, al ambiente o a la propiedad, pero sus niveles de impacto sean aislados y no afecten la totalidad de las funciones de la sociedad.

4) Desastre. Se producirá cuando su manifestación provoque una interrupción seria de las funciones de la sociedad, cause pérdidas humanas, materiales o ambientales extensas, que excedan la capacidad de la sociedad afectada para recuperarse usando sólo sus propios recursos. En este caso, las personas se afectan indirectamente al perder independencia y libertad de acción.

5) Catastrófico. Nivel en donde se clasifican a las amenazas que generan mayores consecuencias que afectan al ser humano y al ambiente. Este nivel se considera para las amenazas que alteran gravemente el orden regular de la sociedad y su entorno.

En este nivel se clasifican las amenazas que podrían provocar un alto número de víctimas y daños severos a la población, la cual es impactada en su mayoría o en su totalidad por una interrupción simultánea de sus actividades cotidianas. Como ejemplo de esto se tiene a los eventos volcánicos y a los terremotos.

Sin embargo, los sismos, el vulcanismo o cualquier otra amenaza natural pueden tener también un nivel de consecuencia de desastre o tal vez menor, dependiendo de su intensidad y de las pérdidas que ocasionen.

En base a lo anterior, se determinó que en la zona de estudio la sismicidad se puede clasificar dentro del nivel de consecuencia de catástrofe, debido a que ha provocado niveles de afectación altos en lo que respecta al número de muertes, daños severos a la población y pérdidas económicas, que han alterado gravemente el orden regular de la sociedad al interrumpir sus actividades. Tal es el caso del terremoto ocurrido el 25 de marzo de 1806 que provocó más de 2,000 muertes, varios heridos y pérdidas económicas cuantiosas. Otro caso similar es el del sismo acontecido el 19 de septiembre de 1985.

El vulcanismo, se clasificó dentro de los niveles de consecuencia de desastre, debido a que puede presentar niveles de afectación de medios a altos, en cuanto a pérdidas económicas, materiales y ambientales se refiere, causados por la emisión de téfras o cenizas, mismas que pueden producir interrupción seria de las funciones de la sociedad, daños materiales e incluso ambientales extensos que afecten directa o indirectamente a la población.

Los deslizamientos, inundaciones y hundimientos, se clasificaron dentro del nivel de

consecuencia alto, debido a que los daños que producen a la salud, al ambiente o a la propiedad son aislados y no afectan la totalidad de las funciones de la sociedad. Así mismo, los daños más severos son puntuales y detectables. Por lo que se puede considerar que sus niveles de afectación han sido de nivel medio.

El nivel de afectación del deterioro de mantos freáticos se clasificó como bajo. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de que llegue a niveles superiores, dependiendo de la magnitud que pueda alcanzar esta amenaza. Tomando en cuenta lo anterior y debido a que los efectos de esta amenaza no se detectan de manera inmediata, pero hay posibilidades de que se presenten efectos crónicos o a largo plazo debido a su acumulación o aumento de intensidad, se determinó que el nivel de consecuencia es moderado.

Los niveles de afectación y consecuencia para las amenazas naturales que se identificaron en la zona de estudio, son las que se representan en el cuadro 7.9.

Cuadro 7.9.- Niveles de afectación y consecuencia de las amenazas naturales en Ciudad Guzmán.

AMENAZA	NIVEL DE AFECTACION		NIVEL DE CONSECUENCIA
	Muertes	Pérdidas Económicas	
SISMICIDAD	Alto	Alto	Catastrófica
VULCANISMO	Moderado	Alto	Desastre
DESLIZAMIENTOS	Moderado	Moderado	Alto
INUNDACIONES	Moderado	Moderado	Alto
HUNDIMIENTOS	Moderado	Moderado	Alto
DETERIORO DE MANTOS FREATICOS *	Bajo	Bajo	Moderado

* Por abatimiento y presencia de gas metano.

Evaluación de las amenazas naturales de Ciudad Guzmán.

La evaluación o valoración de las amenazas naturales de la zona urbana de Ciudad Guzmán, se realizó a partir de los datos obtenidos de la identificación y análisis anteriormente realizado. Se realizó con el fin de conocer a que nivel o grado podrían afectar a dicha zona de estudio, se basó fundamentalmente en cinco criterios (UNEP,1992; UdeG, 1994), los cuales están señalados en el cuadro 7.10.

Cuadro 7.10. Criterios para la evaluación de las amenazas naturales

CRITERIOS	CATEGORIAS	CARACTERISTICAS
a) Consecuencias a la salud y a la vida	1 Sin importancia.	Minima ligera temporal.
	2 Limitada.	Algunas lesiones y molestias de larga duración.
	3 Serias.	Algunas lesiones serias y molestias serias.
	4 Muy serias.	Algunas (o7 eventos), varias lesiones serias (>20), más de 200 afectados.
	5 Catastróficas.	Varias muertes (>20), cientos de lesiones serias, más de 2000 afectados.
b) Consecuencias al medio ambiente		CARACTERISTICAS
	1 Sin importancia.	Sin contaminación y efectos localizados.
	2 Limitada.	Contaminación simple, efectos localizados.
	3 Serias.	Contaminación simple efectos dispersados.
	4 Muy serias.	Contaminación grave, efectos localizados.
5 Catastróficas.	Contaminación muy grave, efectos dispersados.	
c) Consecuencias a la propiedad.		COSTO TOTAL DEL DAÑO
	1 Sin importancia.	< 0.5 millones de dólares.
	2 Limitada.	0.5 - 1 millones de dólares.
	3 Serias.	1 - 2 millones de dólares.
	4 Muy serias.	2 - 20 millones de dólares.
5 Catastróficas.	> 20 millones de dólares.	
d) Velocidad de manifestación de la amenaza.		
	1 Efecto evidente.	
	2 Efecto no evidente.	Efectos pequeños y con alguna distribución.

CATEGORÍA	CATEGORÍAS	CARACTERÍSTICAS
a) Probabilidad de ocurrencia	1 Improbable	Menos de una vez por cada 1000 años.
	2	Una vez por cada 200 a 1000 años.
	3 Medianamente probable.	Una vez por cada 50 a 200 años.
	4	Una vez por cada 10 años.
	5	Más de una vez por año.

En base a lo anterior, se determinó que en Ciudad Guzmán las amenazas naturales presentan las características señaladas en el cuadro 7.11.

Cuadro 7.11.- Características de la amenazas que se pueden presentar en Ciudad Guzmán.

Amenaza	A	B	C	D	E
Sismicidad	Catastrófica	s/Importancia	Seria	Evidente	Medianamente probable
Vulcanismo	Seria	Muy seria	Limitada	Intermedio	Medianamente probable
Deslizamiento	Muy seria	limitada	Limitada	s/advertencia	Medianamente probable
Hundimiento	s/Importancia	s/Importancia	Limitada	s/advertencia	Medianamente probable
Inundación	s/importancia	Limitada	s/importancia	s/advertencia	Medianamente probable
Deterioro de mantos freáticos	s/importancia	Seria	s/importancia	Localizados c/daño	Muy probable

A Consecuencias a la salud y a la vida.

B Consecuencias al medio ambiente.

C Consecuencias a la propiedad.

D Velocidad de manifestación (efecto).

E Probabilidad de ocurrencia.

Lo anterior quiere decir que en Ciudad Guzmán existe la posibilidad de que la sismicidad produzca consecuencias que pueden ser catastróficas en lo que respecta a la salud y a la vida de los habitantes. Es decir, más de 20 muertos, cientos de lesionados serios y más de 500 evacuados. Las consecuencias a la propiedad pueden ser serias. Las consecuencias en el medio ambiente se consideran sin importancia, debido a que no habría contaminación y los efectos que se produzcan a partir de la ocurrencia de esta amenaza serían puntuales. Las consecuencias de estas amenazas son evidentes, en cuanto a su velocidad de manifestación.

Las consecuencias a la salud y a la vida que produzca un evento volcánico pueden ser serias, debido a que es probable que a partir de la caída de ceniza (que como se mencionó anteriormente, es lo que afectaría a la población cuando ocurra un fenómeno de este tipo), resulten algunos lesionados con daños considerables y molestias serias a la población. Una emisión de cenizas puede ocasionar contaminación grave, en agua, suelo y aire. Sin embargo, esto ocurriría solo dentro del área que cubran las cenizas, por lo que los daños al medio ambiente serían muy serios. Se estima que los daños a las propiedades serían limitados y los efectos pequeños, con alguna distribución, por lo que la velocidad de manifestación de esta amenaza serían intermedios. La probabilidad de ocurrencia de esta amenaza es de una vez por cada 10 a 100 años, por lo cual es medianamente probable. Los deslizamientos pueden producir más de 5 muertes, más de 20 lesionados serios y más de 500 evacuados, por lo que las consecuencias a la salud y a la vida, que se presenten por la manifestación de este fenómeno, serían muy serias. La contaminación que produzca este fenómeno no sería grave y los efectos serían localizados, por lo que los daños que sufra el medio ambiente serían limitados y los daños a las propiedades limitados. Los efectos de esta amenaza son ocultos hasta que están completamente manifiestos. Presentan niveles de afectación medios y nivel de consecuencia alto. Los hundimientos pueden provocar molestias ligeras y temporales. Producen efectos localizados en el ambiente y no lo contaminan. Los daños causados a la propiedad serían limitados y los efectos ocultos hasta que están completamente manifiestos (efecto sin advertencia). Pueden ocurrir una vez por cada 10 a 100 años, siendo así medianamente probables.

En la zona de estudio las inundaciones provocan molestias ligeras y temporales, por lo que entran dentro de la categoría I. Pueden producir contaminación ligera en el ambiente, debido a los arrastres que transporten desde las partes altas, pero sus efectos son localizados. Los daños de este fenómeno no se advierten hasta que sus efectos están totalmente manifiestos. Ocurrirán una vez por cada 10 a 100 años, por lo que son medianamente probables. El deterioro de mantos freáticos, provoca molestias ligeras temporales a la salud y a la vida de la población, pero que se pueden complicar. Las consecuencias al medio ambiente son serias, debido a que los efectos de la contaminación producida son simples, pero se pueden diseminar y provocar daños. Causará daños evidentes y muy probables (más de una vez por año) en las propiedades, principalmente por el abatimiento de los mantos. Estas características, expresadas en términos numéricos resultaron como se presenta en el cuadro 7.12.

Cuadro 7.12.- Valores comparativos de las amenazas naturales de Ciudad Guzmán, por gravedad de consecuencias.

AMENAZA	A	B	C	D	E	VALOR PROMEDIO
Sismicidad.	5	1	3	4	3	3.20
Vulcanismo.	3	4	2	2	3	2.80
Deslizamiento.	4	2	2	2	3	2.60
Deterioro de mantos freáticos.	1	3	1	2	5	2.24
Inundación.	1	2	1	2	3	1.80
Hundimiento.	1	1	1	2	3	1.60

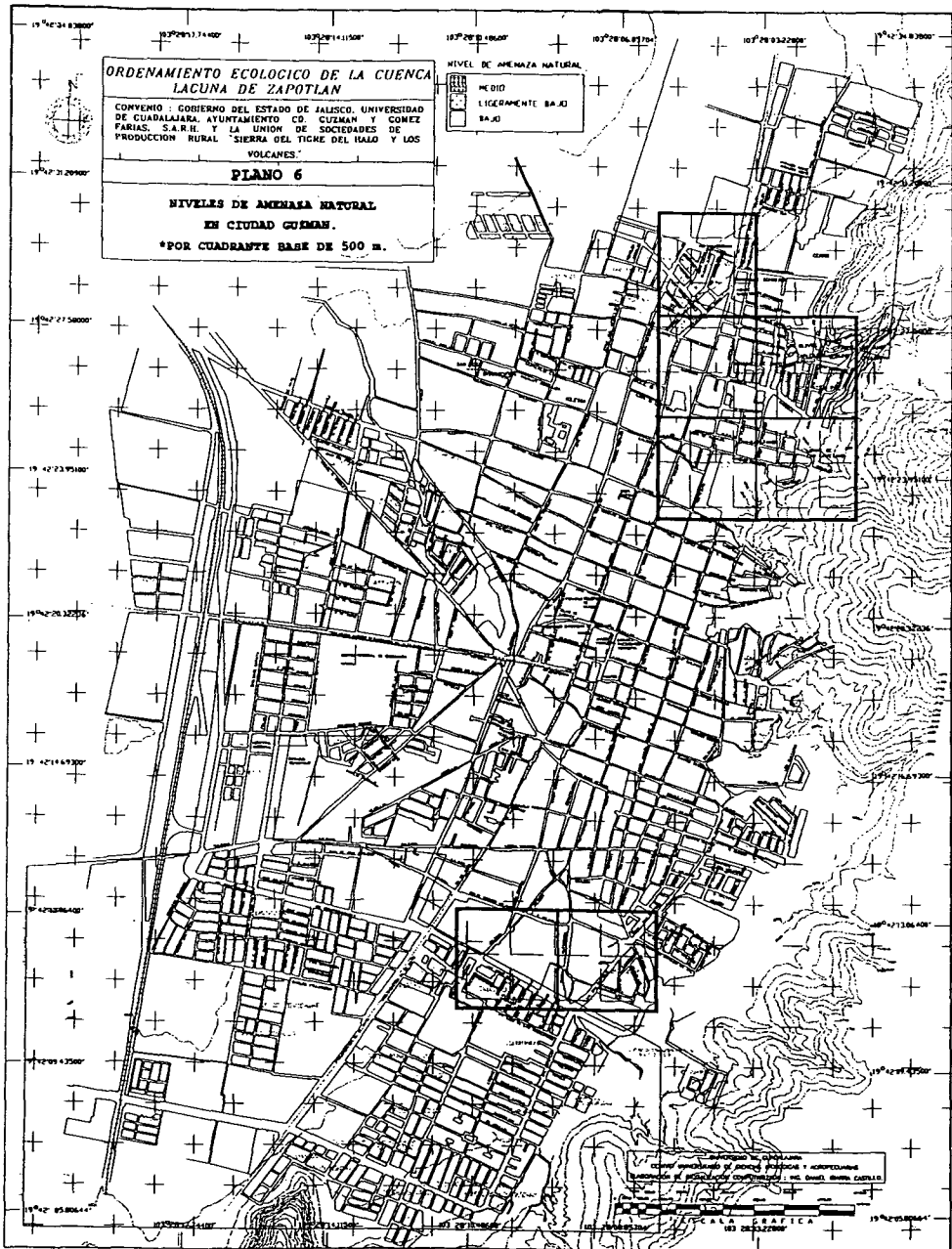
A través de estos valores, se determinó que las amenazas naturales que presentan mayor relevancia, por la gravedad de consecuencias que pueden provocar son los sismos, le sigue el vulcanismo, los deslizamientos, el deterioro de los mantos freáticos, las inundaciones y por último los hundimientos. Además, con estos valores y el área que ocupan las amenazas, se estableció el nivel que podrían presentar las amenazas naturales en Ciudad Guzmán por cuadrante base de 500 m, el cual está representado en el cuadro 7.13.

Cuadro 7.13.- Nivel de amenazas naturales en la zona urbana de Ciudad Guzmán por cuadrante base de 500 m.

CUADRANTES	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb
2	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb
3	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	M	Lb
4	Lb	Lb	Lb	M	M	M	M	M	Lb	Lb
5	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	M	Lb	Lb
6	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb
7	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb
8	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb
9	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb
10	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb
11	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb
12	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb	Lb

Lb = Ligeramente bajo.
M = Medio.

En casi toda la zona de estudio las amenazas naturales presentan niveles que van de ligeramente bajo a medio. El nivel ligeramente bajo se presenta en el 93.52% del área de estudio y el 6.48% del área de estudio un nivel medio de amenaza (ver plano 6).



Vulnerabilidad de Ciudad Guzmán.

El análisis y la evaluación de la vulnerabilidad de Ciudad Guzmán, se realizó en base a los resultados obtenidos del estudio de vulnerabilidad para todas las poblaciones encontradas dentro de la cuenca Laguna de Zapotlán (UdeG, 1995). Así mismo, se tomó en consideración que el análisis de la vulnerabilidad, es un proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica. Es decir, se analizan los aspectos de demanda y oferta de los servicios de salud que existen en la población. En Ciudad Guzmán estos dos parámetros son variables, por lo que se dividió la zona urbana en 25 Areas Geográficas Estadísticas Básicas (AGEB), mismas que se representan en la figura 12.

Demanda de servicios de Salud en Ciudad Guzmán.

Las características de la población de Ciudad Guzmán, que sirvieron como base para analizar la demanda de servicios de salud, se describen a continuación:

Estructura según la edad. 16 AGEB presentan menos de 500 habitantes con una edad menor de 5 años y mayor de 65 (grupos etéreos). En 5 de los AGEB, estos grupos poblacionales presentan de 500 a 1000 representantes. Entre 1,000 a 1,500 personas con menos de 5 años y más de 65 se encontraron en tres de estas áreas y sólo en la 012-A se encontró que habitan entre 1,500 a 2,000 personas con estas edades.

Densidad poblacional. En 48% (17 de los 25) de las Areas Geográficas Estadísticas Básicas que conforman a la zona urbana de Ciudad Guzmán, habitan menos de 5,000 personas. Tres de estas áreas corresponden a un estrato socioeconómico alto, 4 a un estrato medio, 1 de estrato bajo y 4 a un estrato marginado. El 12% de las AGEB (3 de los 25), presentan más de 10,000 habitantes por kilómetro cuadrado. Entre estos se encuentra el 007-9, con 16,205 personas. Le sigue en este sentido el AGEB 012-A, con 11,534. Juntos dan un total de 27,739 personas con estrato socioeconómico bajo. El único de los AGEB que presenta más de 10,000 habitantes con estrato socioeconómico alto el 010-0, con 11,249 personas. En un 40% de estas áreas (10 de 25), se concentran de 5,000 a 10,000 habitantes. 7 de estas presentan un estrato socioeconómico bajo, 1 medio y las 2 restantes alto.

Estrato socioeconómico. En la zona urbana de Ciudad Guzmán se encuentran aproximadamente 8,461 personas dentro de un estrato socioeconómico marginado, 78,215 bajo, 16,190 medio y 34,767 con nivel socioeconómico alto. Esto indica que aproximadamente el 57% de la población (la mayoría), se concentra dentro de un nivel socioeconómico bajo, el 25% dentro del alto, 12% en el medio y el 6% en un estrato socioeconómico marginado.

Existen cuatro AGEB que presentan un nivel socioeconómico marginado, las cuales se encuentran en las laderas de la sierra y parte sur oeste de Ciudad Guzmán. Así mismo, predominan las AGEB con un estrato socioeconómico bajo. El estrato socioeconómico medio lo podemos localizar en la parte centro y occidente de la ciudad, mientras que el alto se encuentra en su mayoría hacia el Este, una parte pequeña en centro y otra aún más pequeña colindante con el río Chuluapan, mismo que separa a este estrato del de nivel bajo (plano 7).

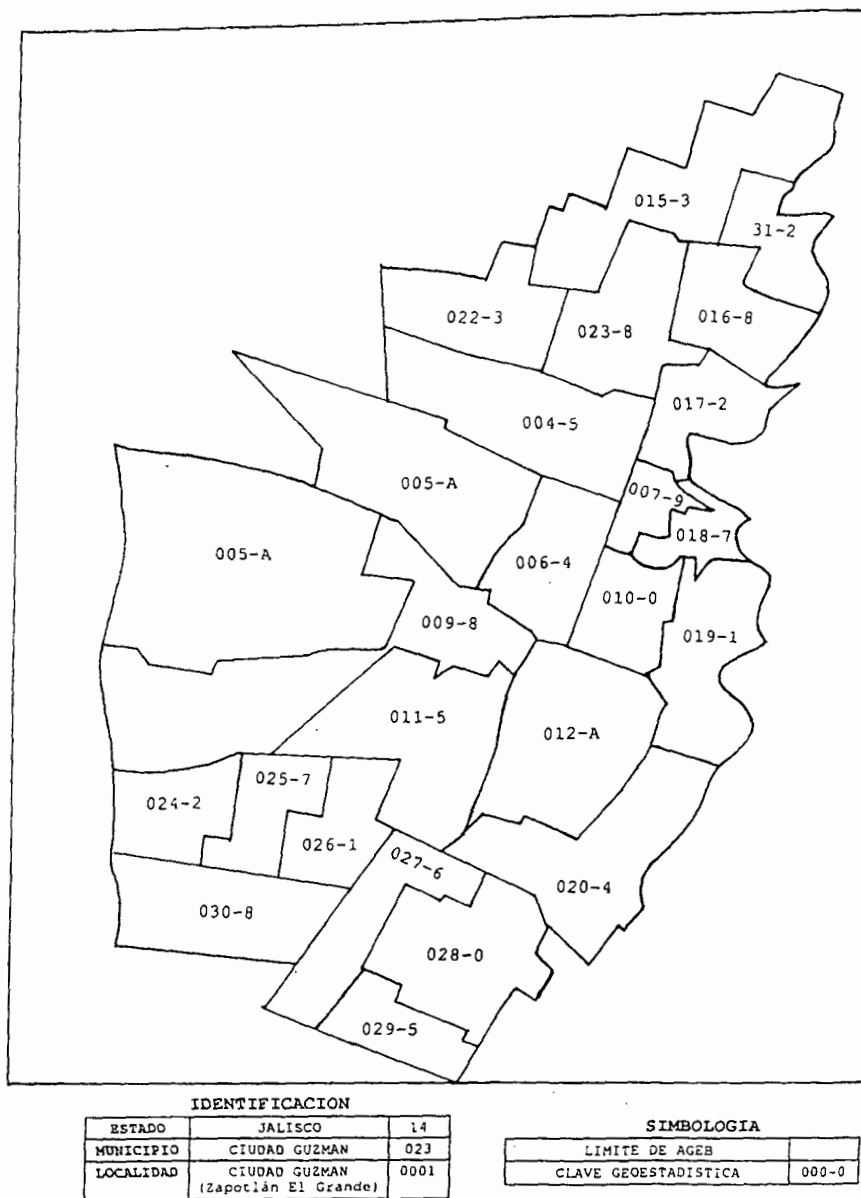


Figura 12.- Areas Estadísticas Básicas (AGEB) de Ciudad Guzmán.

Concentración de viviendas por hectárea. El AGEB que presenta una cantidad de viviendas mayor que las demás áreas encontradas dentro de la zona habitacional de Ciudad Guzmán es el 007-9, dado que se concentran 32.7 viviendas por hectárea dentro de esa zona.

Vías de comunicación. 9 de los 25 AGEB presentan malas o aisladas vías de comunicación, 6 cuentan con vías de comunicación de mediana calidad y sin vías alternas. Los 10 restantes son AGEB que cuentan con buenas carreteras, vías alternas en adecuadas condiciones, por lo que pueden ser utilizadas para poder escapar en caso de que ocurriera un desastre.

Todas estas características se resumen en el cuadro 7.14.

Cuadro 7.14.- Características de la población, utilizados para calcular la demanda de Ciudad Guzmán.

AGEB	<5 Y >65 AÑOS	ESTRATO SOCIOECONÓMICO	DENSIDAD POBLACIONAL Hab/Km ²	CONCENTRACION DE VIVIENDAS/Ha
004-5	995	BAJO	6,831	13.6
005-A	1420	MEDIO	8,403	16.9
006-4	410	ALTO	4,673	11.6
007-9	491	BAJO	16,205	32.7
008-3	1040	BAJO	5,676	10.5
009-8	889	MEDIO	4,508	9.9
010-0	674	ALTO	11,249	26.2
011-5	427	ALTO	3,352	7.0
012-A	1536	BAJO	11,534	22.7
015-3	353	BAJO	2,226	4.4
016-8	350	ALTO	8,109	15.7
017-2	158	MEDIO	3,138	6.3
018-7	310	BAJO	5,470	10.4
019-1	285	MARGINADO	2,971	4.9
020-4	129	ALTO	1,362	2.8
022-3	317	MEDIO	3,561	7.9
023-8	512	ALTO	6,022	11.8
024-2	312	BAJO	6,090	11.0
025-7	506	BAJO	8,837	16.3
026-1	379	BAJO	6,711	11.9
027-6	217	MARGINADO	3,164	6.0

AGEB	<5 Y >65 AÑOS	ESTRATO SOCIOECONÓMICO	DENSIDAD POBLACIONAL Hab/Km ²	CONCENTRACION DE VIVIENDAS/Ha
028-0	868	BAJO	8,635	16.4
029-5	72	MARGINADO	1,834	3.4
030-8	26	MEDIO	141	0.32
031-2	24	MARGINADO	492	0.90

Fuente: UdeG, 1995.

Oferta de los servicios de salud en Ciudad Guzmán.

La oferta de los servicios de salud Ciudad Guzmán, se ve reflejada en la infraestructura y los recursos con que cuenta la población, como son: número de unidades de salud, nivel de atención, número de camas, recursos humanos (médicos, enfermeras), número de ambulancias, planes de emergencia hospitalarios, programa de vigilancia epidemiológica.

En Ciudad Guzmán, se cuenta con un total de 9 instituciones de salud pertenecientes al sector privado, de seguridad social y oficial, mismas que comprenden una área de prestación de servicios para toda la población que se encuentra en la cuenca de la Laguna de Zapotlán. Estas instituciones son: Hospital Regional, Hospital General de Zona, ISSTE, Hospital San Vicente, Hospital Juan Pablo, Clínica Santa Rosalía, Sanatorio San José, Centro de Salud y Cruz Roja (ver cuadro 7.15).

Cuadro 7.15.- Instituciones de salud en Ciudad Guzmán.

Institución	Nivel de atención	Médicos	Enfermeras	Camas	Ambulancias	Plan de emergencia	Sist. de vigilancia epidemiológica
Hospital Regional	Segundo	72	58	30	6	si	si
Hospital General de Zona	Segundo	71	77	99	3	no	si
ISSTE	Segundo	17	7	20	2	no	si
Hospital San Vicente	Segundo	2	6	11	s/a	no	no
Hospital Juan Pablo	Segundo	15	11	19	s/a	no	no
Clínica Santa Rosalía	Segundo	28	16	26	s/a	no	no
Sanatorio San José	Segundo	6	12	23	s/a	no	no
Centro de Salud	Primero	3	12	s/c	s/a	no	no
Cruz Roja	Primero	3	12	s/c	s/a	no	no

Fuente: UdeG, 1995.

Todas las instituciones de salud con que cuenta Ciudad Guzmán prestan atención de segundo nivel, a excepción del Centro de Salud y de la Cruz Roja, quienes cuentan con atención de primer nivel. Los Hospitales de segundo nivel, son aquellos donde se realizan actividades de especialidades básicas y cirugía general y que los de primer nivel son los que prestan servicios básicos.

Solo 1 de estas 9 instituciones de salud, cuenta con un plan de emergencia y solo 3 cuentan con un sistema de vigilancia epidemiológica, a pesar de la importancia que tienen estos aspectos para prevenir que las consecuencias de un desastre sean mayores.

Entre todas las unidades de salud forman un total de 203 camas, lo que significa que hay 1 cama por cada 281 habitantes. Además cuentan con un total de 11 ambulancias, lo que significa que se cuenta con 1 ambulancia por cada 6, 601 habitantes, y con un total de 168 médicos (1 médico por cada 432 habitantes) y 203 enfermeros (1 enfermera por cada 357), número que podría resultar insuficiente en caso de una gran emergencia (cuadro 7.16).

Cuadro 7.16.- Recursos para servicios de salud en Ciudad Guzmán.

UNIDADES DE SALUD	9	Primero y segunda nivel del sector oficial, de seguridad social y privado.
NUMERO DE MEDICOS	168	1 médico por cada 32 habitantes.
NUMERO DE ENFERMERAS	203	1 enfermera por cada 357 habitantes.
NUMERO DE CAMAS	258	1 cama por cada 281 habitantes.
NUMERO DE AMBULANCIAS	11	1 ambulancia por cada 6, 601 habitantes.

Fuente: UdeG, 1995.

A partir de lo anterior, se determinó que la oferta es homogénea para toda la ciudad, dado que en el momento que lo requiera, la población de cualquiera de los AGEBS puede disponer de todos los servicios de salud que se encuentren dentro y fuera de esta ciudad. Sin embargo, como se pudo observar, los servicios de salud que se ofrecen a la población que habita en Ciudad Guzmán, no resultarían suficientes en caso de acontecer un evento de grandes magnitudes (como por ejemplo un sismo o evento volcánico fuertes, por lo que se plantea necesaria una mejora de los servicios de salud existentes para la población.

Niveles de Vulnerabilidad en Ciudad Guzmán.

Como se muestra en el plano 8 y en el cuadro 7.17, en Ciudad Guzmán el 80 % de las Areas Geográficas Estadísticas Básicas presenta un nivel medio. El 20 % restante, es decir 4 de las 25 AGEB, tienen un nivel bajo de vulnerabilidad. No existe ningún AGEB con vulnerabilidad alta.

Cuadro 7.17.- Vulnerabilidad de las Areas Geográficas Estadísticas Básicas (AGEB) de Ciudad Cuernavaca

AGEB	NEVEL DE VULNERABILIDAD
006 - 5	MEDIO
007 - A	MEDIO
008 - 4	BAJO
009 - 9	MEDIO
010 - 1	MEDIO
011 - 8	BAJO
012 - 0	MEDIO
013 - 5	MEDIO
014 - A	MEDIO
015 - 1	BAJO
016 - 8	MEDIO
017 - 2	MEDIO
018 - 7	MEDIO
019 - 3	MEDIO
020 - 4	MEDIO
021 - 3	MEDIO
022 - 8	BAJO
023 - 2	MEDIO
024 - 7	MEDIO
025 - 1	BAJO
026 - A	MEDIO
027 - 0	MEDIO
028 - 5	MEDIO
029 - 8	MEDIO
030 - 2	MEDIO

Para obtener un mayor detalle y poder sobreponer estos datos a los obtenidos de las amenazas naturales, se procedió a hacer la evaluación de la vulnerabilidad de la zona urbana

de Ciudad Guzmán por cuadrante base de 500 m.

Se determinó, que los cuadrantes B3, F4, G4, H4, F5, I5, H5, G5, C6, F6, C7, D7, H7, G8, H8, D9, C10, D10, F11, G11 presentan niveles de vulnerabilidad medios. Los demás cuadrantes presentan niveles ligeramente bajos y bajos de vulnerabilidad (ver cuadro 7.18).

Cuadro 7.18.- Nivel de vulnerabilidad de Ciudad Guzmán por cuadrante base de 500 m.

CUADRANTES	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA
2	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	LB	BAJA
3	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	LB	LB	MEDIA	BAJA
4	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	LB	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	BAJA
5	BAJA	BAJA	BAJA	LB	LB	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	BAJA
6	BAJA	LB	MEDIA	LB	BAJA	MEDIA	LB	LB	BAJA	BAJA
7	BAJA	LB	MEDIA	MEDIA	LB	LB	LB	MEDIA	LB	BAJA
8	BAJA	BAJA	LB	LB	LB	LB	MEDIA	MEDIA	LB	BAJA
9	BAJA	BAJA	LB	MEDIA	LB	LB	MEDIA	MEDIA	LB	BAJA
10	BAJA	LB	MEDIA	MEDIA	LB	LB	LB	LB	BAJA	BAJA
11	BAJA	BAJA	LB	LB	LB	MEDIA	MEDIA	BAJA	BAJA	BAJA
12	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA	LB	LB	BAJA	BAJA	BAJA	BAJA

LB= Ligeramente bajo.

El 52.5% del área de estudio, presenta nivel de vulnerabilidad baja, 28.3% nivel medio de vulnerabilidad y el 19.2% restante un nivel medio de vulnerabilidad (ver plano 9).

Riesgos Naturales de Ciudad Guzmán.

Los riesgos naturales que pueden afectar en mayor grado a la población que habita en la zona urbana y alrededores de Ciudad Guzmán, son originados a partir de fenómenos sísmicos, vulcanismo, deslizamientos, inundaciones, hundimientos y deterioro de mantos freáticos, a los cuales se les clasificó como amenazas naturales.

Los niveles de riesgo por cuadrante base de 500 m., que se determinaron para la zona urbana de Ciudad Guzmán son: bajos, ligeramente bajos y medios (cuadro 7.19).

Cuadro 7.19.- Nivel de riesgos naturales de Ciudad Guzmán por cuadrante base de 500 m.

CUADRANTES	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
2	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	LB	BAJO
3	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	LB	LB	MEDIO	BAJO
4	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	LB	LB	LB	MEDIO	LB	BAJO
5	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	LB	LB	LB	MEDIO	LB	BAJO
6	BAJO	LB	LB	BAJO	BAJO	LB	LB	LB	BAJO	BAJO
7	BAJO	LB	LB	LB	LB	LB	LB	LB	LB	BAJO
8	BAJO	BAJO	LB	LB	LB	LB	LB	LB	LB	BAJO
9	BAJO	BAJO	LB	LB	LB	LB	LB	LB	LB	BAJO
10	BAJO	LB	LB	LB	LB	LB	LB	LB	BAJO	BAJO
11	BAJO	BAJO	LB	LB	LB	LB	LB	BAJO	BAJO	BAJO
12	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	LB	LB	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO

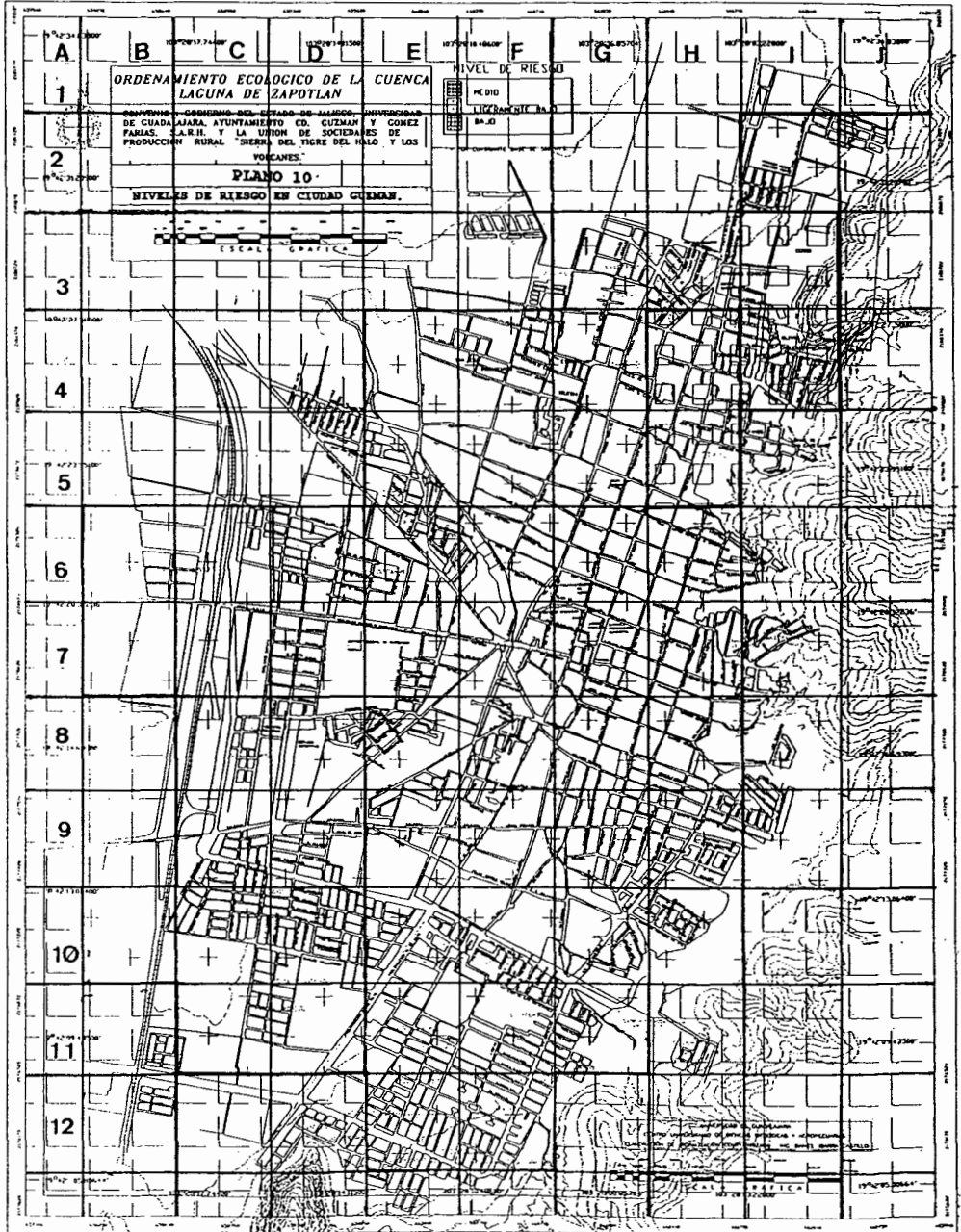
LB= Ligeramente bajo.

En 65 de los 120 cuadrantes base de 500 m., se determinó un nivel de riesgo bajo. Esto quiere decir que el 54.17% de la zona urbana de Ciudad Guzmán, dentro de la que habitan aproximadamente 7,589 personas, presenta este nivel de riesgo.

El nivel de riesgo ligeramente bajo se localiza en 52 de los cuadrantes, mismos que

ocupan el 43.33% del área y en donde se encuentran 6,071 habitantes aproximadamente.

El nivel de riesgo medio se determinó en tres cuadrantes, que se encuentran en la zona Noreste de la zona urbana de Ciudad Guzmán y que equivalen al 2.5 % de la zona de estudio. Se encuentran principalmente bajo este nivel de riesgo 350 personas aprox., las cuales habitan en parte de las colonias: Empleados municipales, Jardines de Zapotlán, San Cayetano y Los Olivos. A estas zonas, se debe de dar una mayor prioridad en caso de que se manifieste algún fenómeno natural y en la planeación de programas de prevención de riesgos (ver plano 10).



VIII. CONCLUSIONES.

Los riesgos naturales que pueden afectar en mayor grado a la población que habita en la zona urbana Ciudad Guzmán y a la cuenca de la Laguna de Zapotlán, son originados a partir de fenómenos sísmicos, vulcanismo, deslizamientos, deterioro de mantos freáticos, hundimientos e inundaciones (ver planos 4 y 5), a los cuales se clasificó como amenazas naturales.

La sismicidad que se puede dar en la zona de estudio, está asociada con el movimiento de placas en el pacífico, a los movimientos del bloque Jalisco y al ascenso de magma, asociado al Volcán Colima. El promedio de que ocurran terremotos devastadores en esta zona es de 126 años y de 70 en el caso de temblores de menor intensidad, pero que también pueden provocar daños a la población. La amenaza recae sobre todas las poblaciones incluidas en la cuenca, pero se esperan mayores daños en las áreas que se encuentran en las partes bajas de la cuenca (5,042.5 has.), las cuales corresponden a las zonas con mayor densidad poblacional. La amenaza es mayor en zonas que se establecieron sobre fallas activas o suelos propensos a la licuefacción. Tal es el caso de la parte noreste de Ciudad Guzmán, en la que se encuentran las colonias: J. Ma. Morelos, Loma Bonita, Mansiones del Real, La Canterana, E. Zapata, Empleados Municipales, Olivos, Lázaro Cárdenas, Universitaria, Los Doctores, Esquímulas, Los Pintores, Valle Zapotlán, Alamo, Fcto. Zapotlán, Insurgentes, San José, La Palma, Valle del Sol, Jardines del Sol, Villas del Nevado, Provipo, El Triángulo, 16 de Septiembre, Santa Rosa, CTM, Revolución, CNOP, Ejidal, El Tinaco, Unión de Colonos, José Zaragoza, Villa Olímpica, Central de Abastos (ver plano 5).

El vulcanismo, al igual que la sismicidad, puede afectar a toda la mancha urbana de Ciudad Guzmán e incluso a toda la cuenca, debido a que se encuentran dentro de una zona volcánica activa. En los límites de la cuenca de la Laguna de Zapotlán, se desarrollaron varios aparatos volcánicos, entre los que se encuentran: Volcán Nevado de Colima, Volcán de Colima, El Cántaro, el actual Volcán de Colima (volcanes poligenéticos), Los Guajes, El Zapote, El Escape, Los Nuñez, La Calera, El Pino, Las Tubias, Apaztepec (aparatos monogenéticos) y otros no reconocidos. De todos estos volcanes, el que representa mayor amenaza para Ciudad Guzmán, es el Volcán Colima, debido a que se espera que presente una erupción paroximal (explosiva) en un futuro próximo, tal vez menor a 10 años, ya que su ciclo eruptivo es de aprox. 100 años, y la última erupción de este tipo fué en 1913. De desarrollarse un evento de estas características se afectaría Ciudad Guzmán y seguramente toda la cuenca de la Laguna de Zapotlán, por la caída de tefras o cenizas. Los daños serían principalmente: fracturamiento o derrumbe de estructuras por la acumulación de cenizas en el techo, asolve de drenaje, obstrucción de vías de comunicación (aéreas y terrestres), pérdida de visibilidad, daños a la salud (vías respiratorias principalmente), pérdidas en zonas cultivadas y ganaderas.

Los deslizamientos pueden afectar a algunas áreas del Noreste de Ciudad Guzmán (ver plano 5), principalmente a las construcciones que se encuentran en las partes bajas y sobre la margen izquierda del río Chuluapan, debido a que se están desprendiendo de unas lomas cercanas al río, grandes bloques que pueden afectar a las construcciones y personas que ahí se encuentren. Así mismo, esta zona es propensa a ser la más afectada por este tipo de fenómenos, debido a la presencia de una gran cantidad de fallas y fracturas, subsuelo poco compacto, escurrimientos de agua y por ser una zona en donde los pozos se han abatido o colapsado. Aquí se encuentran las colonias: Lomas del Valle, Loma del Barro, Lomas de San Cayetano, Chuluapan, La Paz, Empleados municipales, Olivos, Club Britania.

En la zona urbana de Ciudad Guzmán la amenaza de hundimientos, se debe a que el material en donde está asentada es susceptible de erosionarse en forma acelerada, sobre todo si existen fugas en el sistema de agua y alcantarillado. También debido a las condiciones inestables de este suelo, es posible que durante un fenómeno sísmico, combinado con una saturación de agua, el suelo se hable (fenómeno de licuefacción) y las construcciones que se encuentran en su superficie se hundan. Otra razón es que existen pozos que se encuentran a menos de 500 m unos de otros, lo que influye en el abatimiento y posterior hundimiento del terreno. Estas amenazas son medianamente probables, debido a que pueden ocurrir una vez por cada 10 a 100 años, se pueden presentar en cualquier parte de la ciudad, pero por la presencia de los factores antes mencionados, es más probable que parte de la zona Noreste sea la más afectada (ver plano 5). El nivel de consecuencias que produzcan los hundimientos será alto, debido a que los daños pueden ser considerables pero no se afecta la totalidad de las funciones de la sociedad. Producen contaminación ligera en el ambiente, por el transporte de sedimentos desde las partes altas, sus efectos son localizados. No se advierten hasta que sus efectos están totalmente manifiestos.

En Ciudad Guzmán, el deterioro de mantos freáticos se da principalmente por abatimiento, el cual se debe a que en esta ciudad existe una densidad considerable de pozos que han formado un cono de abatimiento grande. En la parte oriental de la cuenca hay manantiales y pozos que corren el riesgo de secarse, debido a la deforestación y demás actividades que se están realizando en la parte alta de la Sierra del Tigre. Esto provocaría que la población dejara de contar con reservas de agua para abastecerse.

La contaminación por agentes naturales que se logró identificar, es debida a la presencia de gas metano, principalmente en la periferia de la laguna, mismo que por ser inflamable provoca accidentes para algunos operadores y obreros que trabajan en la construcción o reparación de pozos y norias y puede ocasionar problemas graves de salud al ser ingerido por la población.

Las inundaciones pueden afectar a toda el área de estudio, pero las zonas que presentan mayores problemas son las que cuentan con viviendas que se han instalado en los márgenes o sobre los arroyos Guayabos, Chuluapan y San Cayetano. Así mismo, hacia la zona oeste de Ciudad Guzmán, cerca de la vía del ferrocarril llegan escurrimientos fuertes de agua provenientes del Nevado de Colima arrastran corrientes de agua de orden alto a muy alto, los cuales traen consigo grandes cantidades de sedimentos que acumularán una mayor cantidad de agua y pondrán en peligro de inundación a las colonias que se han establecido en zonas con depresiones naturales y pendientes suaves que no cuentan con un sistema de colectores y drenaje suficientes. Como es el caso de la colonia constituyentes (excepto la parte poniente). Las viviendas, avenidas y calles, construidas en forma perpendicular a los cauces de los arroyos, funcionan como diques que provocan inundaciones y asolves, con la consecuente destrucción o daño de bienes y lesiones ó en casos extremos perdida de vidas humanas.

En su conjunto, las amenazas naturales identificadas, provocan que en toda la zona de estudio, existan niveles de amenaza que van de ligeramente bajo a medio. El nivel de amenaza ligeramente bajo se presenta en el 93.52% del área de estudio, y el nivel medio de amenaza en el 6.48% restante (ver plano 6).

Los riesgos que pueden provocar las amenazas naturales anteriormente mencionadas, aumentan debido a la vulnerabilidad que prevalece en la zona de estudio, la

cual se debe considerar seriamente si se toma en cuenta que el 52.5% del área de estudio, presenta nivel de vulnerabilidad baja, 28.3% nivel ligeramente bajo y el 19.2% restante un nivel medio de vulnerabilidad (ver plano 9).

Con los niveles de vulnerabilidad y los de amenaza, se determinó que el 54.17% de la zona urbana de Ciudad Guzmán presenta un nivel de riesgo bajo. El nivel de riesgo ligeramente bajo se localiza en el 43.3% del área. En el 2.5% de la zona Noreste, se presenta un nivel de riesgo medio. Se encuentran principalmente bajo este tipo de riesgo, parte de las colonias: Empleados municipales, Jardines de Zapotlán, San Cayetano y Los Olivos, las cuales se considera que son prioritarias.

IX. RECOMENDACIONES.

Los fenómenos naturales ningún daño causarían si fuéramos capaces de entender cómo funciona la naturaleza y de crear nuestro hábitad acorde con este conocimiento. Tal vez esta visión no se puede cumplir del todo con respecto a ciertos fenómenos naturales, pero por lo menos contribuirá a que esos fenómenos causen un menor daño a la población (Romero y Maskrey, 1983). Lo anterior, hace ver la necesidad de que se organicen todos los integrantes de la sociedad junto con las instituciones que pueden servir de apoyo (entre las que se encuentran las relacionadas con el sector salud y sobre todo con la salud ambiental) con el fin de contemplar opciones que puedan auxiliar a disminuir daños durante estos eventos. Por esta razón, a continuación se presentan algunas recomendaciones que se espera puedan contribuir con este propósito.

Sismicidad.

Para protegerse de este riesgo, es necesario tomar previsiones, ya sea a corto o largo plazo, mismas que deberán ser estudiadas a fondo tanto por las autoridades de salud como las encaminadas a la prevención de los desastres específicamente en esa zona. Sin embargo, a continuación se presentan recomendaciones que se considera, pueden ayudar a mitigar y prevenir la ocurrencia de desastres a consecuencia de fenómenos sísmicos:

- Robustecer las estructuras de las construcciones existentes.
- Elaborar reglamentos de construcción en base a estudios geológicos y geofísicos más específicos del área en donde se localicen los asentamientos.
- Informar y educar a la población para que estén conscientes de los riesgos y puedan ayudar a prevenirlos.
- Elaborar planes de emergencia, en base a un estudio detallado de riesgos y transmitirlos a la población.
- Instalar una red de estaciones sismológicas y acelerómetros para poder definir con más precisión la fecha de ocurrencia de un terremoto.

Vulcanismo.

Como se mencionó anteriormente, existe la amenaza de que volcán Colima muestre actividad en un futuro próximo. Por estos motivos, se recomienda que se dé la importancia que se requiere al riesgo que corra la población por causa de las amenazas volcánicas y sísmicas. Se incluye aquí a estas últimas porque ocurren sismos de importancia durante eventos volcánicos. Se debe brindar apoyo a las acciones que se estén llevando a cabo con el fin de obtener la información indispensable para hacer pronósticos o predicciones a corto plazo. Una de esas acciones es vigilancia o monitoreo del comportamiento del volcán, en la cual puede participar la población de la localidad, registrando y aportando datos que indiquen algunos cambios en el volcán (signos premonitorios). Algunos indicadores, que pueden ser detectados por medio de los sentidos humanos y a través de la observación, son los siguientes:

- Ruidos subterráneos, sismos y otras vibraciones.
- Formación o ampliación de fracturas en el terreno.
- Plegamiento o corrimiento del suelo y de otros depósitos superficiales.

- Incremento en la ocurrencia de caídas de roca y deslizamientos del terreno.
- Hinchamiento de la cima y de los flancos del volcán.
- Incrementos o disminuciones en la tasa de volumen, ruido, color u olor de las emisiones de fumarolas y manantiales.
- Cambios en las incrustaciones de minerales y depósitos al rededor de fumarolas y manantiales.
- Cambios en el color, temperatura o contenido de sedimento de agua en pozos.
- Modificaciones del nivel, transparencia y temperatura del agua de los pozos profundos.
- Pérdida inusual del color o muerte de la vegetación.

El monitoreo por observación, llevado a cabo regular y diligentemente puede proporcionar información importante y muy útil para el diseño y el despliegue de redes instrumentales de monitoreo. Así mismo, este monitoreo puede extender y complementar los datos del monitoreo instrumental. Por eso es recomendable que se informe y concientice a la población sobre los riesgos a los que puede estar sometido a causa de esta amenaza y la forma en que puede participar para disminuirlos o mitigarlos.

Deslizamientos.

Se deben de tomar medidas a corto plazo que tiendan a la estabilización del talud y principalmente que vuelvan a la zona a su estado natural o que en su defecto logren que las laderas queden acorde con el paisaje natural de todo el entorno. Para esto es necesario realizar la implantación de vegetación nativa de la zona. Esto es importante, debido a que la vegetación es uno de los principales factores que intervienen en la protección del suelo contra el posible deslizamiento o erosión, debido a que reduce la acción de los agentes climáticos e impide que la roca y el suelo por lo siguiente:

1. Intercepta y protege la roca de la acción del sol, viento y lluvia.
2. Retiene una considerable agua de lluvia humedeciendo grandes superficies y eliminando el agua como vapor.
3. Elimina una gran cantidad de agua por medio de la evapotranspiración.
4. Los desechos vegetales en el piso del bosque disminuyen la velocidad del agua y corta las escorrentías, lo que provoca consecuentemente el decremento de la erosión.
5. Las raíces incrementan sustancialmente la resistencia a la cizalla del suelo y es posible que incrementen la cohesión del suelo.

La reforestación es la mejor alternativa para prevenir la erosión y deslizamiento de las laderas. Sin embargo, debido a la necesidad de tierras de cultivo en la zona de estudio otras opciones recomendables son las siguientes:

- Combinar fajas de árboles con tierras de cultivo.
- Utilización de terrazas.
- Construcción de gaviones.
- El proteger los cauces de los arroyos de la socavación.
- Controlar el crecimiento de cárcavas.

Hundimientos.

- Reglamentar y actualizar las normas de construcción existentes de acuerdo a las condiciones del tipo de suelo presente dentro del área.

- Realizar estudios geológicos y geofísicos antes de realizar cualquier tipo de construcción.
- Evitar que se tiren residuos, principalmente sólidos dentro del cauce de los arroyos y detener los arrastres de sedimentos de las partes altas hacia las zonas bajas, con el fin de evitar que funcionen como represa y se infiltren, provocando así tubificación en el subsuelo.
- Encauzar adecuadamente los escurrimientos de agua.

Inundaciones.

Entre las acciones a realizar para minimizar este tipo de riesgos, se encuentran las siguientes:

- Evitar la construcción dentro o cerca de los márgenes de los arroyos y de la laguna.
- Establecer rutas de evacuación rápida hacia las partes altas, memorizarlas y difundirlas.
- Revisar periódicamente los sistemas de drenaje, alcantarillado y agua potable.
- Dar mantenimiento y evitar que se tapen los drenajes, sobre todo en temporada de lluvias.
- Evitar que se tiren desechos, en los cauces de los arroyos.
- Reforestar principalmente en las partes altas de la sierra para disminuir la velocidad de los escurrimientos y la cantidad de sedimentos en las partes bajas.
- Prohibir la modificación de la topografía dentro del área urbana, con el fin de impedir que ahí se formen depresiones.

Deterioro de mantos freáticos.

- Controlar la extracción de agua, sobre todo en la zona urbana.
- Crear conciencia en la población acerca del cuidado del agua.
- Evitar la extracción de agua de los pozos que presenten contaminación, como los ya mencionados.
- Realizar acciones que tiendan a disminuir la contaminación de los mantos freáticos.
- Cuantificar la emisión y concentración de gas metano en el agua dedicada a consumo humano y realizar estudios para determinar si existe presencia de gas metano dentro de las construcciones, esto con la finalidad de valorar el posible riesgo a la salud humana.
- Proyectar la construcción de nuevos pozos lejos del área urbana.

Finalmente es necesario realizar un programa de manejo de riesgos en zonas que puedan llegar a ser críticas, debido al incremento de la vulnerabilidad y del nivel de las amenazas, como es el caso de las zonas identificadas como prioritarias. De igual manera es importante preparar a la población para que responda a cualquier emergencia, sobre todo sísmica o volcánica, especialmente en aquellas áreas que son más vulnerables.

X. BIBLIOGRAFIA.

- * ALLAN, J. 1986., Geology of the Northern Colima and Zacoalco Grabens, SW Mexico: Late Cenozoic Rifting in the Mexican Volcanic Belt. Geol. Soc. Amer. Bull. Vol. 97.
- * ASSAR, M. 1971. Guía de saneamiento en desastres naturales. OMS. Ginebra.
- * AYALA, F. 1993. Estrategias para la reducción de desastres naturales. Investigación y Ciencia. Centro de Información y Documentación Científica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, España.
- * BELL, P. 1988. Guía para la planificación de emergencias por desastres. Comisión Nacional de Emergencias por Desastres. Costa Rica.
- * BURBANO, J. 1993. Riesgos ambientales: propuestas de acción. México.
- * CAJA COSTARRICENSE DEL SEGURO SOCIAL, 1980. Emergencia masiva y desastre; plan de acción. Caja Costarricense del Seguro Social. Costa Rica.
- * CAMACHO, P., A. MONTERO, 1993. El factor energía y los desastres naturales en Costa Rica; estudio de caso. Comisión Nacional de Emergencia. Costa Rica.
- * CARDONA, O. 1992. Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo: Elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo en MASKREY, A. 1993. Los desastres no son naturales. Tercer Mundo Editores. Colombia.
- * CARDONA, O., J. Sarmiento, 1989. Análisis de vulnerabilidad y evaluación del riesgo para la salud de una población en caso de desastre. Ministerio de Salud/Programa de preparativos para emergencias y desastres/OPS/OMS. Colombia.
- * CASTILLO, H. 1990. Reconocimiento y Evolución Preliminar de Focos Termales en el Estado de Colima. Resúmenes de la IX Convención Geológica Nacional.
- * CENAPRED (CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES), 1994. Fascículo: Sismos. Secretaría de Gobernación, Sistema Nacional de Protección Civil. México.
- * CIBRIAN, E. 1974. Tlayólan - Tzapótlán (Estudio histórico): épocas precortesiana y colonial de Ciudad Guzmán, Jal. Talleres linotipográficos VERA. México.
- * COBURN, A., R. Spence & A. Pomonis, 1991. Vulnerabilidad y evaluación de riesgo. PNUD/UNDRO. Cambridge.
- * COMISION METROPOLITANA PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACION EN EL VALLE DE MEXICO, 1992. Estrategia para la prevención de desastres, minimización de riesgos y protección civil en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. México.
- * CUNY, C., FREDERYCK, 1983. Disasters and development. Oxford University Press. New York en MASKREY, A. 1993. Los desastres no son naturales. Tercer Mundo Editores. Colombia.
- * DIRECCION GENERAL DE PROTECCION CIVIL, 1991. Atlas Nacional de Riesgos, Secretaria de Gobernación. México.
- * EPA, (AGENCIA DE PROTECCION AMBIENTAL DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA, 1992). Evaluación y manejo de riesgos: sistema para la toma de decisiones. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud/Programa de salud Ambiental/OPS/OMS. México.
- * FERRARI, L., J. ROSAS-ELGUERA, 1994 Structure, Kinematics and rate of deformation of the Tepic-Zacoalco rift, Western Mexico, EOS, en prensa.
- * FOURNIER, E. 1985. The quantification of seismic hazard for the purposes of risk assessment. International Conference on Reconstruction, Restoration and Urban Planning of Towns and Regions in Seismic Prone Areas. SKOPJE.

- * GARCIA DE ALBA, R. 1988. Micro-regionalización sísmica del Valle de Zapotlán, Jalisco. Tesis profesional de la Facultad de Geografía. Universidad de Guadalajara. México.
- * GRÁFICA CABAL, 1992. Plan institucional de emergencias; manual de procedimientos. Costa Rica.
- * HARRISON, C., A. JOHNSON, 1988, Neotectonics in Central Mexico from landsat TM data, Final Report, University of Miami, Dept. of Marine Geology and Geophysics.
- * INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA), 1992. Anuario Estadístico del Estado de Jalisco. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.
- * INEGI, 1992. Resultados Definitivos del XI Censo General de Población y Vivienda del Estado de Jalisco. México.
- * LA RED (RED DE ESTUDIOS SOCIALES EN PREVENCIÓN DE LOS DESASTRES EN AMÉRICA LATINA), 1993. Desastres y sociedad: Revista semestral de la Red de Estudios Sociales en Prevención de los Desastres y en América Latina. LA RED. Colombia.
- * LUHR, F., I. CARMICHAEL, 1980, The Colima Volcanic Complex, México. Contributions to Mineralogy and Petrology, Vol. 71.
- * LUHR, J., I. CARMICHAEL, 1985, Contemporaneous eruptions of calc-alkaline and alkaline magmas along the volcanic front of the Mexican Volcanic Belt. Geof. Int., Vol. 24, No. 1.
- * LUHR F., I. CARMICHAEL, 1990, Petrological monitoring of cyclic eruptive activity at Volcan Colima, México: Jour. Volc. Geotherm. Res., Vol. 42.
- * LUHR, F., L. PRESGAARD, 1985 en Sánchez, C., 1993, Análisis de los Patrones de Esfuerzos en el Volcán de Colima a partir de la sismicidad registrada durante el proceso eruptivo de 1991 y sus implicaciones como factor de riesgo volcánico. Tesis de la Facultad de Geografía, Universidad de Guadalajara.
- * MACIEL, R. 1991, Comentarios sobre la estimación del riesgo volcánico. Revista Geotermia Vol. 2, No.2. México.
- * MACIEL, R. 1994. Estudio Geológico en apoyo al ordenamiento ecológico de la cuenca de la Laguna de Zapotlán. UdeG. México en UdeG, 1995. Ordenamiento ecológico de la cuenca de la Laguna de Zapotlán. UdeG. México.
- * MARISCAL, G. 1994. Estudio socioeconómico en la cuenca de la Laguna de Zapotlán. UdeG. México en UdeG, 1995. Ordenamiento ecológica de la cuenca de la Laguna de Zapotlán. UdeG. México.
- * MARTÍN-DEL POZZO A., V. ROMERO-MERCADO, 1986, Riesgo volcánico en Colima, México. Resúmenes de la VIII Convención Geológica Nacional.
- * MARTINEZ, B. 1991. Los sismos de Jalisco. Reporte Interno del Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Guadalajara.
- * MASKREY, A. 1993. Los desastres no son naturales. Tercer Mundo Editores. Colombia.
- * MCCALL, G., D. LAMING & S. SCOTT, 1992, Geohazards: natural and man-made/eds. Chapman & Hall. Londres.
- * MEDINA, M., U. GUZMÁN, 1990. Análisis de vulnerabilidad sísmica de los sistemas de Barcelona-Puerto La Cruz-Guanta. UNIVERSIDAD DE ORIENTE. Costa Rica.
- * MOPT (MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES), 1991, Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Secretaria de Estado para las Políticas del agua y el Medio Ambiente. España.
- * MOPT, 1992, Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Secretaria de Estado para las Políticas del agua y el Medio Ambiente. España.
- * MONTAÑO, F. 1992. Estudio Geo-hidrológico de la cuenca de Cd. Guzmán y Zona de Veda.

Tesis de la Facultad de Ingeniería. Universidad de Guadalajara.

- * MUNICH, R. 1988 World Map of Natural Hazards. The Munich Reinsurance Company. Munich.
- * OEA (ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS), 1991. Desastres Planificación y Desarrollo; Manejo de Amenazas Naturales para Reducir los Daños. Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente, Washintong D.C.
- * ONU (ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS), 1992. Impactos Ambientales de las Actividades Forestales, Guía FAO Conservación 7. Roma, Italia.
- * OPS, OMS (ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD, ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD), 1985. Terremoto en México, septiembre 19 y 20, 85. OPS/OMS. México.
- * PAUSTENBACH, D. 1989. The risk assessment of environmental and human health hazards: a text book of case studies. John Wiley & Sons. New York.
- * ROMERO, G. A. MASKREY, 1983. Como entender los desastres naturales. Centro de Estudios y Prevención de Desastres. Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). Perú en MASKREY, A. 1993. Los desastres no son naturales. Tercer Mundo Editores. Colombia.
- * ROMERO, V., A. MARTÍN DEL POZZO, 1986. Evolución geológica de la Caldera del Volcán de Colima. Resúmenes de la VIII Convención Geológica Nacional. México.
- * SALAZAR, M. 1983. Memoria de la excursión no 1. Pemex: Asociación de Ingenieros de Minas Metalurgistas y Geólogos de México. México.
- * SANCHEZ, C. 1993. Análisis de los patrones de esfuerzos en el Volcán de Colima, a partir de la sismicidad registrada durante el proceso eruptivo de 1991 y sus implicaciones como factor de riesgo volcánico. Facultad de Geografía, UdeG. Tesis profesional. México.
- * SAUTER, F., H. SHAH, 1978. Estudio de Seguro contra terremoto. Instituto Nacional de Seguros. Costa Rica.
- * SEAMAN, J., S. LEIVESLEY & HOGG, 1993. Epidemiología de desastres naturales. C. Harla. México.
- * SECRETARIA DE GOBERNACION, 1993. Guía técnica para la implementación del plan Municipal de contingencias. Secretaría de Gobernación. México.
- * SECRETARIA DE PROMOCION ECONOMICA DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO, 1993. Cédula de Información básica del Estado de Jalisco, Secretaría de Promoción Económica del Gobierno del Estado. México.
- * SMITH, D. 1992. Environmental hazards, assessing risk and reducing disaster. D. Routledge. New York.
- * SPP (SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO), 1981. Síntesis Geográfica de Jalisco. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística Geografía e Informática. México.
- * TILLING, R. 1993. Los Peligros Volcánicos. Organización Mundial de Observatorios Vulcanológicos. U.S.A.
- * UdeG (UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA), 1994. Atlas de Riesgos de la zona Metropolitana de Guadalajara. Coordinación General de Ecología y Educación Ambiental. México.
- * UdeG, 1995. Ordenamiento Ecológico de la Cuenca Laguna de Zapotlán. Universidad de Guadalajara. México. Inédito.
- * UNEP (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME), 1982. Hazard identification and evaluation in a local community. UNEP. Francia.
- * VARNES, D. 1984. Landslide Hazard Zonation. UNESCO. Paris, Francia.

- * VIZCAINO, J. 1988. Crónicas del Volcán "El Colima". Archivo municipal, Cd. Guzmán, Jal.
- * VIZCAINO, J. 1991. Semblanzas del Volcán "El Colima". Archivo Municipal. Cd. Guzmán, Jalisco.
- * WILCHES-CHAUX, G. 1989. Vulnerabilidad global: capítulo del libro Desastres, ecologismo y formación profesional. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Colombia.
- * ZAGASK, C. 1991. Environmental risk and insurance. LEWIS. Michigan.
- * ZARATE, P., A. MARTINEZ, 1993. La geología aplicada a los riesgos naturales y antropogénicos como antecedente en un ordenamiento territorial. Universidad de Guadalajara, Centro de Ciencias de la Tierra. México.

XI. ANEXOS.

Glosario.

Aguas Residuales. Aguas procedentes del uso doméstico, agropecuario o industrial; contienen diversos grados de impureza, la cual depende de las partículas en suspensión o la materia disuelta, en donde el 50% de impurezas tiene origen orgánico.

Amenaza. Evento amenazante, o probabilidad de que ocurra un fenómeno potencialmente dañino dentro de un área y periodo de tiempo dado. Son las fuentes de peligro asociadas a un fenómeno que puede manifestarse, produciendo efectos adversos sobre la salud humana, sus bienes y al medio ambiente. Se consideran como los tipos de amenaza más comunes los siguientes: terremoto, erupción volcánica, tormenta o huracán, inundación repentina, inestabilidad del suelo, deslizamiento, avalanchas, accidente tecnológico e incendio. Un sinónimo de "amenaza", en los estudios de riesgo, es el de "peligro". En términos matemáticos la amenaza es la probabilidad de ocurrencia de un evento, calculada a partir de registros históricos de información durante un período significativo.

Amenazas antrópicas. Amenazas generadas por las actividades del hombre, cuyas consecuencias pueden ser desastrosas para una sociedad. Derivan de procesos tecnológicos, actividades humanas con el medio ambiente, o relaciones dentro o entre las comunidades.

Amenazas Naturales. Probabilidad de que ocurra un fenómeno natural que produzca efectos potencialmente dañinos sobre la salud humana, sus bienes y al medio ambiente dentro de un área y período de tiempo dado. Son causa de condiciones biológicas, geológicas, sísmicas, hidrológicas o meteorológicas o procesos en el medio ambiente natural.

Avalanchas tipo merapi. Fenómeno no explosivo que provoca derrumbes de material incandescente que desciende por los flancos del edificio volcánico, controlado por las barrancas, cauces de arroyo o ríos. Son producidos por movimientos generados por el crecimiento del domo o por sismos volcánicos.

Biodiversidad. Parámetro ecológico que refleja el número de tipos distintos de especies animales y vegetales presentes en un área determinada.

Biogeografía. Rama de la biología que estudia la distribución geográfica de las plantas y animales.

Biótico. Clasificación a la que pertenecen los elementos del medio ambiente que son organismos vivos.

Cámara magmática. Magma acumulado, antes de emerger en una erupción, bajo el volcán a profundidades de unos cuantos kilómetros.

Catástrofe: Transformación efectiva de un riesgo en un daño. Suceso desafortunado que altera gravemente el orden regular de la sociedad y su entorno, por su magnitud genera un alto

número de víctimas y daños severos. En una catástrofe, la mayoría o el total de los pobladores son impactados con una interrupción simultánea de sus actividades cotidianas.

Ceniza volcánica. Fragmentos de tefra menores de 2 mm, a los de mayor dimensión se les llama lapilli.

Columnas eruptivas. Densas columnas de tefra producidas por erupciones explosivas que ocasionalmente penetran la estratósfera y alcanzan alturas superiores a los 20 km.

Condiciones Particulares de Descarga. Requerimientos aplicados para el control de la contaminación del agua cuando el cumplimiento de las normas técnicas aplicables no es suficiente para lograr en los cuerpos receptores la calidad correspondiente a su clasificación.

Conservación Ecológica. Manejo integrado de los ecosistemas, la protección y preservación de las especies, uso racional de los recursos energéticos y el agua.

Contaminación. Proceso gradual de deterioro ambiental en el que una cierta cantidad de materia o energía que se ha introducido en el ambiente de manera natural, o a través de actividad humana, ocasiona trastornos a los organismos vivos ahí presentes, o modifica la calidad de recursos abióticos (agua, suelo), que pudieran ser utilizados por el hombre.

Contaminante. Materia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

Corredores Industriales. Zonas predeterminadas en donde se establecen complejos para la obtención, transformación y transporte de productos naturales o derivados sintéticos.

Cuenca. Valle rodeado de alturas. \ Area total drenada por un río, incluyendo todas las corrientes que aportan sus aguas a dicho lugar.

Cuenca Hidrográfica. Territorio cuyas aguas fluyen todas a un mismo río.

Cuerpos de Agua. Formas de acumulación de agua, ya sea se desplacen o no, que incluyen a los ríos, arroyos, presas, lagos, lagunas, bahías, golfos y mares, se considera también al agua subterránea.

Cuerpo Receptor. Río, lago, mar o cualquier otro cuerpo de agua en el que son descargadas o vertidas las aguas residuales provenientes de las comunidades o industrias.

Daño. Perjuicio o destrucción leve, parcial o total de alguna cosa. En el proceso social se valora el carácter de las transformaciones sufridas o potenciales, de manera que se miden parámetros económicos, culturales, vivenciales (sentimentales), etc., abordando costos mercantiles (daños a la producción) y sociales (daños a personas). Acorde con esto se deducen grados asumibles de riesgo, lo que incide directamente en la planificación de una zona sometida a la actividad de procesos naturales peligrosos.

Deforestación. Destrucción de los bosques y otros tipos de vegetación leñosa con fines comerciales o para establecimiento de actividades o asentamientos humanos.

Degradación de Cuencas. Alteración de las condiciones ambientales de una cuenca por efecto de la contaminación y el uso inadecuado del suelo y la vegetación en ella presentes.

Depresiones. Todas las cavidades del terreno, cualquiera que sea su extensión. \ Son las partes bajas de un relieve.

Derrames de lava. Se llama así al magma que ha escurrido sobre la superficie terrestre, o roca que se ha solidificado a partir del material original que es el magma.

Desastre. Acontecimiento de un infortunio repentino o de magnitud que destruye las estructuras básicas y el funcionamiento normal de una sociedad (o comunidad). Un acontecimiento o serie de sucesos que ocasiona víctimas, daños o pérdida de la propiedad, infraestructura, servicios esenciales o medios de sustento a escala o dimensión más allá de la capacidad normal de las comunidades para dar abasto sin ayuda. \ Situación catastrófica cuyos patrones normales de vida humana (o ecosistemas) han sido interrumpidos y se requieren extraordinarias intervenciones de emergencia para salvar y preservar la vida y/o el medio ambiente. Los desastres con frecuencia se categorizan de acuerdo a las causas que se perciben o a la velocidad del impacto.

Desechos Sólidos. Cualquier tipo de productos residuales o basura de consistencia firme o maciza procedentes de la industria, comercio, hogares o el campo.

Desertificación. Resultado final de la degradación de los ecosistemas terrestres en el cual han perdido su capacidad productiva primaria.

Deslizamientos. Movimientos de masa ó falla de laderas. Se refiere al movimiento de grandes volúmenes de suelo que se deslizan sobre una pendiente.

Drenes. Cauces naturales o artificiales, abiertos o subterráneos por donde se eliminan los escurrimientos superficiales de las aguas excedentes o sus filtraciones, propiciando su salida de los terrenos.

Drenaje Artificial. Se encuentran en climas húmedo y de topografía llana, como un intento de bajar el nivel de la capa freática. No se debe confundir con acequías de riego de zonas áridas o semiáridas.

Drenaje Dendrítico. Es el patrón (red) de drenaje más frecuente, se caracteriza por mostrar una ramificación arborescente en la que los tributarios se unen a la corriente principal formando ángulos agudos. Su presencia indica suelos homogéneos y se presenta en zonas de rocas sedimentarias blandas, tobas volcánicas, depósitos glaciales y antiguas llanuras costeras.

Drenaje Paralelo. Drenaje que se presenta en zonas homogéneas, de pendientes uniformes y sueves en las que las corrientes principales reflejan fallas o fracturas. Los tributarios suelen unirse formando ángulos generalmente iguales. Son típicas de llanuras costeras y de grandes

afloramientos basálticos.

Drenaje Pinnado. Drenaje dendrítico modificado que indica un elevado contenido de limo en el suelo. Es típico de zonas de loess o llanuras aluviales de textura fina. El drenaje tiene forma de nerviación de ciertas hojas, en el que los tributarios se juntan formando ángulos casi rectos que se van agudizando aguas arriba.

Drenaje Radial (centrífugo). Se caracteriza por una red circular con canales paralelos procedentes de un punto elevado. Suele existir una corriente colectora principal que circula alrededor de la base de la elevación topográfica. Los volcanes y cerros aislados suelen presentar este tipo de drenaje.

Drenaje Rectangular. Es otra variante del drenaje dendrítico. Los tributarios suelen juntarse con las corrientes principales en ángulos casi rectos y dan lugar a formas rectangulares controladas por las fracturas y las juntas de las rocas. Cuanto más claro es el patrón rectangular, más fina será la cubierta del suelo. Suelen presentarse sobre pizarras metamórficas, esquistos y geiss; en areniscas resistentes si el clima es árido, o en areniscas de poco suelo en climas húmedos.

Echado. Angulo agudo máximo que forma la superficie de una roca con un plano horizontal. La dirección del echado siempre es perpendicular al rumbo de la capa.

Ecosistemas Frágiles. Ecosistemas que difícilmente se recuperan de los deterioros ocasionados, ya que poseen elementos interdependientes.

Elementos en riesgo. Poblaciones, edificios y actividades civiles, servicios públicos, infraestructuras, etc. expuestos a una amenaza.

Erosión. Desgaste de los terrenos por la acción de las aguas (erosión hídrica) y del viento (erosión eólica).

Erupción Volcánica. Emisión explosiva o quieta, de lava, materiales piroclásticos o gases volcánicos de o a la superficie de la tierra, usualmente por un volcán y raramente por fisuras./ Emisión de material rocoso y gases a alta temperatura.

Estratificación. Estructura producida por el depósito de sedimentaciones en estratos o capas. Este término también se usa para indicar la existencia de capas o estratos en las rocas sedimentarias.

Estrategia Municipal de Gestión Ambiental. Instrumento que participa en el establecimiento y administración de reservas ecológicas, en la concertación del manejo integrado de los recursos, en la observación de las leyes de caza, pesca, aguas y bosques, en el control del abastecimiento y uso del agua municipal, en el fomento de alternativas energéticas, en la planeación regional y el manejo de cuencas; así como la búsqueda de soluciones para el fomento e implementación de la auto construcción de la vivienda y el diseño del desarrollo urbano a partir de materiales y criterios locales.

Evaluación de la Amenaza. Los puntajes de la amenaza se consideran teniendo en cuenta la

capacidad destructora de cada evento, su efecto sobre la salud de la población y su probabilidad de ocurrencia en áreas dónde se encuentra la población objeto del análisis.

Evaluación de la vulnerabilidad. Aquí se consideran dos aspectos: a) la *demanda* de servicios de salud, resultado de analizar las características de la población y su infraestructura, y b) la *oferta* resultado de analizar la capacidad de los servicios de salud, teniendo en cuenta la amenaza como factor condicionante de la demanda potencial en caso de ocurrencia de un desastre. La evaluación de vulnerabilidad es el resultado de relacionar la demanda con la oferta: [vulnerabilidad = demanda / oferta]. En episodios de contingencia comúnmente la demanda supera la capacidad de los servicios (oferta).

Evaluación del Riesgo: Riesgo es el producto de la amenaza y la vulnerabilidad, es decir:
 $riesgo = (amenaza) (vulnerabilidad)$.

Falla. Superficie de ruptura de una roca o estrato, a lo largo de la cual ha habido movimiento diferencial.

Falla de Empuje. Falla en la que el bloque del techo parece haberse movido hacia abajo con relación al bloque del piso. También se le llama falla inversa. Es lo opuesto a la falla normal o de gravedad.

Falla de gravedad. Falla en la que el bloque del techo parece haberse movido hacia abajo en relación con el bloque de piso. También se le llama falla normal.

Fuentes Fijas de Contaminación. Instalaciones que emiten contaminantes a la atmósfera, al agua y al suelo localizadas en un sitio determinado.

Geohidrológicos. Procesos determinados por las características y alteraciones de la tierra y aguas.

Gestión Ambiental. Es el proceso político y administrativo de concertación y coordinación del Estado para lograr el compromiso permanente de los sectores público, social y privado en la conservación, protección, restauración y uso adecuado del entorno natural y sus recursos a través de un desarrollo integral y equilibrado.

Instancia interdisciplinaria. Unidad administrativa de la Gestión Ambiental en la que se lleva a cabo el trabajo de la interacción y síntesis del diagnóstico y pronóstico.

Instrumentos de Gestión Ambiental. Estrategias para la ejecución y desarrollo de la política ecológica nacional, en las que se encuentran el ordenamiento ecológico, la evaluación del impacto y riesgo ambiental y las normas técnicas ecológicas, entre otros.

Lava. Magma que ha escurrido sobre la superficie terrestre, o roca que se ha solidificado a partir del material original (magma).

Magma. Silicatos fundidos que se presentan en forma natural, que pueden tener cristales de silicatos en suspensión o gases disueltos, o ambos. Estas condiciones se pueden encontrar en

general en una mezcla que contenga hasta 15 por ciento de cristales, pero no más de 11 por ciento de gases disueltos.

Manto Freático. Agua que se encuentra bajo capas superficiales del suelo, incluyendo a la que es retenida por absorción del suelo y la que puede circular.

Microclima. Condiciones particulares del clima de una localidad.

Nivel Freático. Nivel superficial del agua subterránea.

Nivel dinámico. Nivel del agua subterránea que se toma cuando los pozos se encuentran activos, indica el abatimiento de los mantos freáticos de una zona.

Nivel Estático. Nivel del agua subterránea que se toma en pozos que se encuentran en reposo y en norias. Con esta medición es factible determinar la dirección hacia donde migra el agua, dado da puntos con mayor o menor altitud, que representan cierta pendiente por medio de la cual el agua tenderá a correr.

Normas Técnicas Ecológicas. Conjunto de reglas científicas o tecnológicas emitidas por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología que establecen los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos; parámetros y límites permisibles que deberán observarse en el desarrollo de actividades o uso y destino de bienes que causen y puedan causar desequilibrio ecológico o daño al ambiente, y además, que uniformen principios, criterios, políticas y estrategias en la materia. Determinarán los parámetros que garanticen las condiciones necesarias para el bienestar de la población, para asegurar la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Piroclastos. Materiales rocosos fragmentados, emitidos por una erupción, lanzados en forma sólida o líquida.

Red de Drenaje. Corrientes que drenan a una cuenca, cuyo tamaño aumenta aguas abajo, desde pequeños hilillos de agua torrentes y arroyos, hasta los grandes ríos que desembocan en el mar. Estas corrientes son la causa de las diferentes orientaciones existentes en la cuenca, de los rangos de pendiente, etc.

Regulación Hídrica. Proceso natural a través del cual se conserva el ciclo hidrológico de una región.

Relleño Sanitario. Método de ingeniería sanitaria para la disposición final de los desechos sólidos en terrenos apropiados, los desechos sólidos colocados en capas delgadas y compactadas con maquinaria, son cubiertos con una capa de tierra para proteger al medio de la contaminación por malos olores, arrastre de desechos por vientos y plagas de insectos y roedores nocivos.

Rellenos Sanitarios Controlados. Rellenos sanitarios inspeccionados en su realización para que cumplan con los fines descritos y guarden las normas de seguridad que señalan las disposiciones reglamentarias.

Riesgo. Probabilidad de que se manifiesten ciertas consecuencias (destrucción o pérdida), debido al grado de exposición de los elementos sometidos a una amenaza y a la vulnerabilidad que tienen dichos elementos a ser afectados por el evento. Según la manera en que se defina, el riesgo puede medirse según la pérdida económica esperada, o según el número de vidas perdidas.

Riesgo Aceptable. Grado de pérdidas materiales y humanas, percibidas por la comunidad o autoridades correspondientes, como tolerables en acciones destinadas a minimizar riesgos de desastres.

Riesgo Natural. Probabilidad de que la sociedad sufra daño (pérdidas humanas, personas heridas, propiedades destruidas e interrupción de actividades económicas), debido a la posible ocurrencia de fenómenos naturales particulares, durante un periodo de tiempo en una región dada.

Riesgo Volcánico. Posible ocurrencia de un evento eruptivo que rompa con un cierto equilibrio establecido sobre la superficie terrestre afectando principalmente las condiciones establecidas por el hombre.

Rocas piroclásticas. Piroclastos cementados.

Rumbo. Dirección de la línea que se forma por la intersección de la superficie de una roca con un plano horizontal. El rumbo siempre tendrá que ser perpendicular a la dirección del echado.

Sedimentación. Depósito de materiales sólidos en el fondo de un cuerpo de agua.

Sismógrafo. Instrumento para el registro de vibraciones, que se emplea más comúnmente para registrar vibraciones terrestres.

Sismograma. Gráfica que se obtiene de un sismógrafo.

Sobrepastoreo. Producción ganadera que sobrepasa los límites de recuperación de la región natural utilizada como alimento.

Sobreexplotación. Explotación excesiva de los recursos naturales.

Talud. Pendiente formada por la acumulación de fragmentos de roca al pie de un acantilado o de una sierra.

Tefras. Forma genérica de referirse a los productos piroclásticos, cualesquiera que sea su forma, provenientes de las erupciones volánicas. Entre ellos encontramos tobas (cenizas volcánicas)./

Terremoto. Ondas que se generan en la tierra cuando las rocas se rompen después de haber sido distorsionadas más allá de su resistencia.

Terremoto Volcánico. Terremoto causado por movimientos de magma o explosiones de gases

durante la actividad volcánica.

Toba. Ceniza volcánica consolidada.

Tsunami. Ola gigantesca generada en el océano en el momento de ocurrir un terremoto. Vulgarmente, pero en forma incorrecta, se le da el nombre de ola de marea. Algunas veces se le llama ola sísmica marina.

Variabilidad Biológica. Característica ecológica que señala los tipos que presenten distintos de formas de vida y adaptaciones en un medio determinado.

Volcán. Montaña que humea./ Forma terrestre desarrollada por la acumulación de productos magmáticos cerca de un conducto central./ Aquel lugar donde la roca, fundida o fragmentada por el calor, emerge a través de una abertura desde las partes internas de la tierra hacia la superficie./ Estructura en forma de loma o montaña que se forma alrededor de una abertura por acumulación de los materiales emitidos.

Vulnerabilidad. Grado de pérdida (de 0 a 100%) como resultado de un fenómeno potencialmente dañino. Es la susceptibilidad o predisposición intrínseca de los elementos ambientales a sufrir un daño o una pérdida. Estos elementos pueden ser físicos, biológicos y sociales. La vulnerabilidad está generalmente expresada en términos de daños o pérdidas potenciales que se espera se presenten de acuerdo con el grado de severidad o intensidad del fenómeno ante el cual el elemento está expuesto.