



**“PROYECTO DE ESTUDIOS DE PELIGROS  
NATURALES EN MUNICIPIOS DE LA  
PLANICIE COSTERA DEL ESTADO DE  
CHIAPAS”**

**ATLAS DE PELIGROS DE LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE  
CACAHOATÁN, CHIAPAS**

**SUBDIRECCIÓN DE GEOLOGÍA**

**PACHUCA, HGO., NOVIEMBRE 2006.**

**Por:**

**Ing. Alfredo Oregel Romero**

**Pas. de Ing. Daniel Dircio Castro**

**COORDINACIÓN**

**Cand. M. en C. Francisco A. Arceo y Cabrilla**

## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>1.- GENERALIDADES</b>	<b>2</b>
1.1.- Antecedentes	2
1.2.- Objetivos	3
1.3.- Localización	3
1.4.- Clima y precipitación	6
1.5.- Hidrografía	15
1.6.- Geomorfología	18
1.7.- Vegetación	19
1.8.- Vivienda	19
1.9.- Vías de comunicación	19
1.10.- Área Natural Protegida “Volcán Tacaná”	19
1.11.- Geología.	22
<b>2.- IDENTIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE PELIGROS NATURALES</b>	<b>25</b>
<b>2.1.- Peligros geológicos</b>	<b>25</b>
2.1.1.- Peligros por fallas geológicas	26
2.1.2.- Peligros por fracturas geológicas	26
2.1.3.- Peligro por erosión	27
a).- Erosión hídrica laminar	28
a.1).- Eh0 (Nula)	28
a.2).- Eh1 (Débil)	28
a.3).- Eh2 (Moderada)	29

a.4).- Eh3 (Fuerte)	29
b).- Erosión concentrada	30
b.1).- Ec1 Erosión concentrada asociada	
a cauces y cañadas	30
b.2).- Ec2 Erosión concentrada asociada	
a cárcavas	31
c).- Erosión antropogénica	31
c.1).- Ea1 Asociada a asentamientos humanos	32
c.2).- Ea2 Asociada a deforestación	32
c.3).- Ea3 Asociada a obras civiles	32
c.4).- Ea4 Asociada a aprovechamiento de	
recursos geológicos	32
2.1.4.- Peligro por sismos	35
2.1.5.- Peligro por actividad volcánica	39
2.1.6.- Peligro por inestabilidad de laderas	43
2.1.6.1.- Peligro por caída de bloques	49
<b>2.2.- Peligros hidrometeorológicos</b>	<b>60</b>
2.2.1.- Peligro por Inundación	60
<b>3.- CONCLUSIONES</b>	<b>82</b>
<b>4.- RECOMENDACIONES</b>	<b>84</b>
<b>5.-BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>86</b>
<b>6.- GLOSARIO DE TÉRMINOS</b>	<b>88</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

1.1. - Ubicación del Municipio de Cacahoatán	4
1.2. – Mapa de la zona urbana de la ciudad de Cacahoatán, estado de Chiapas.	5
1.3.- Regiones Hidrológicas de la Republica Mexicana.	17
1.4. Reserva de la Biosfera “Volcán Tacaná”	21
1.5.- Mapa Geológico a nivel municipal.	24
2.1.- Cartografía de erosión del municipio de Cacahoatán, por tipo y grado.	34
2.2. – Regionalización de peligro sísmico del Estado de Chiapas (CFE, 1983).	36
2.3.- Mapa de epicentros sísmicos del periodo 1990-2003 y la región de la Llanura Costera del Pacífico.	38
2.4.- Áreas de influencia del peligro volcánico que presenta el Volcán Tacaná por caída de cenizas en la Planicie Costera del Pacifico, con dirección de vientos hacia el norte, sur y poniente.	42
2.5.- Ortofoto con la ubicación de las zonas de inestabilidad de laderas y su nivel de peligro en el municipio de Cacahoatán.	45
2.6.- Modelo digital de elevación con la ubicación de las zonas de Inestabilidad de Laderas y su nivel de peligro en el municipio de Cacahoatán.	46
2.7.- Ortofoto con la ubicación de las zonas de Caída de Bloques y su nivel de peligro en el municipio de Cacahoatán.	50
2.8.- Modelo digital de elevación con la ubicación de las zonas de caída de bloques y su nivel de peligro en el municipio de Cacahoatán.	51
2.9.- Imagen Quick Bird con la ubicación de las zonas de Inestabilidad de Laderas y su nivel de peligro en la ciudad de Cacahoatán.	55

2.10.- Ortofoto con problemática por Inestabilidad de Laderas y su nivel de peligro en la ciudad de Cacahoatán.	56
2.11.- Ortofoto con la ubicación de las zonas de Inundación y su nivel de peligro en el municipio de Cacahoatán.	64
2.12.- Plano topográfico con la ubicación de las zonas de Inundación y su nivel de peligro en el municipio de Cacahoatán.	65
2.13.- Modelo digital de elevación con la distribución de puntos ubicados en la ciudad de Cacahoatán.	68
2.14.- Sección topográfico-geológica realizada en la ciudad de Cacahoatán, donde se ubican los arroyos, debajo en forma de barra se ubica el grado de peligro que representa cada corriente.	78
2.15.- Ortofoto con la ubicación de las zonas de inundación y su nivel de peligro en el municipio de Cacahoatán.	79
2.16.- Imagen Quick Bird con la ubicación de las zonas de inundación y su nivel de peligro en la ciudad de Cacahoatán.	80

## **ÍNDICE DE TABLAS**

1.1.- Ubicación de Estaciones Climatológicas e Hidrométricas aledañas al Municipio de Cacahoatán.	6
1.2.- Volúmenes históricos de precipitación (40's).	7
1.3.- Volúmenes históricos de precipitación (50's)	8
1.4.- Volúmenes históricos de precipitación (60's).	9
1.5.- Volúmenes históricos de precipitación (70's).	10
1.6.- Volúmenes históricos de precipitación (80's).	11
1.7.- Volúmenes históricos de precipitación (90's).	12

1.8.- Volúmenes históricos de precipitación 2000.	13
1.9.- Variación de los volúmenes de precipitación de las ultimas siete décadas.	13
1.10.- Estaciones Climatológicas e Hidrometeorológicas en funcionamiento.	14
1.11.- Equipos con que cuentan las Estaciones Climatológicas e Hidrometeorológicas.	15
1.12.- Regiones Hidrológicas en la Republica Mexicana	16
2.1.- Puntos asociados a Erosión en el Municipio de Cacahoatán.	33
2.2.- Total de puntos asociados a Inestabilidad de laderas en el Municipio de Cacahoatán.	47
2.3.- Total de puntos en el Municipio de Cacahoatán.	48
2.4.- Total de puntos de Peligros asociados a Caída de Bloques en el Municipio de Cacahoatán.	53
2.5.- Total de puntos asociadas a peligros por Caída de bloques e Inestabilidad de Laderas en la Ciudad de Cacahoatán.	57
2.6.- Total de puntos asociados a Inundación en el Municipio de Cacahoatán.	66
2.7.-Total de puntos (Fichas) asociadas a peligros por inundación en la Ciudad de Cacahoatán.	69
2.8.- Distribución de peligrosidad en la ciudad de Cacahoatán.	72

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

2.1.- Erosión hídrica laminar de grado moderado (Eh2) al centro asociado a deforestación (Ea2) como ampliación de la frontera agrícola y a desbordes e inestabilidad de laderas en la parte centro (se aprecia un corte en colores claros).	29
---	----

- 2.2.- Erosión concentrada asociada a cauces y cañadas (Ec1), en el centro de la fotografía se observa deforestación antrópica (Ea2) como ampliación de la frontera agrícola. 30
- 2.3.- Erosión concentrada asociada a cauces y cañadas (Ec1), en el centro de la fotografía y con pendientes muy fuertes se observa deforestación natural asociada a inestabilidad de laderas y a erosión antrópica por obras civiles (Ea3). 31
- 2.4.- Vista del Volcán Tacaná. 41
- 2.5.- Deslizamientos sobre el camino que conduce al poblado de Toquían Municipio de Cacahoatán. 44
- 2.6.- Caída de Bloques en el Municipio de Cacahoatán. 53
- 2.7.- Afectación por Caída de bloques en la Ciudad de Cacahoatán. 59
- 2.8.- Afectación por peligro de Inestabilidad de laderas en la Ciudad de Cacahoatán. 59
- 2.9.- Ubicación de viviendas sobre la margen izquierda del Río Izapa (barrio Belisario Domínguez). 61
- 2.10.- Ubicación de viviendas que descargan sus aguas residuales sobre los cauces de arroyos del barrio Belisario Domínguez- 62
- 2.11.- Vertido de desechos sólidos sobre el cauce de arroyo del barrio Anahuac. 63
- 2.12.- Afectación por Inundación en viviendas ubicadas sobre las márgenes de arroyos intermitentes ubicados en la Ciudad de Cacahoatán. 70
- 2.13.- Sobre el cauce del Río Izapa. 75
- 2.14.- Sobre el cauce del arroyo Panzero I. 76
- 2.15.- Sobre el cauce del arroyo Huehuecho. 76



2.16.- Sobre el cauce del arroyo Panzero II. 77

## ÍNDICE DE GRAFICAS

1.1.- Variación de los volúmenes de precipitación a partir de la década de los años cuarentas hasta el año 2005. 14

2.1.- Distribución de peligros asociados a erosión en el municipio de Cacahoatán. 33

2.2.- Distribución de peligros asociados a inestabilidad de laderas en el municipio de Cacahoatán. 47

2.3.- Distribución de peligros por tipo de afectación en el municipio de Cacahoatán. 49

2.4.- Distribución de peligros asociado a caída de bloques en el municipio de Cacahoatán. 52

2.5.- Tipos de afectación asociados a inestabilidad de laderas y caída de bloques en la ciudad de Cacahoatán. 58

2.6.- Distribución de peligros por inundación en el municipio de Cacahoatán 67

2.7.- Distribución de Peligros por Inundación en la Ciudad de Cacahoatán. 71

## **RESUMEN**

Los peligros naturales más importantes que afectan al municipio y ciudad de Cacahoatán son deslizamientos, erosión, inundación y caída de bloques.

La cabecera municipal se localiza al sur de la Falla Tacaná que pertenece al sistema Polochic-Motagua. La inestabilidad de laderas se asocia principalmente a zonas de deforestación, empleadas para cultivos temporales de maíz, así como para plantaciones de café, las poblaciones que presentan este tipo de peligro son Agua Caliente, Piedra Parada, Chespal Viejo, Chespal Nuevo, El Águila, Iturbide. Benito Juárez, Alpujarraz, El Platanar, Bellavista, El Plan, etc., todas aledañas a la cabecera municipal.

La mayor afectación que presentan los huracanes, es una precipitación mayor en toda la región, lo que se refleja en otro tipo de afectaciones y por ende en otro tipo de peligros como las inundaciones, inestabilidad de laderas y erosión.

Por inundación, la afectación se tiene identificada principalmente en las porciones oriente y poniente (cauces de arroyos intermitentes) los cuales atraviesan la ciudad, con grados de peligro alto y medio.

La disposición de residuos sólidos sobre el cauce de arroyos hacen la labor de tapón, misma que desvían estas corrientes que generan nuevos cauces y zonas de inundación; existe un depósito temporal-final que alberga basura de las poblaciones de Tuxtla Chico, Cacahoatán y Metapa, las viviendas vierten sus residuos a los arroyos, mismos que sirven como depósito de descargas de aguas residuales ya que no se tiene ningún tipo de tratamiento.

El Volcán Tacaná representa un peligro bajo, debido a la distancia a la que se encuentra, en función del viento con dirección poniente y la columna eruptiva alcance 40 Km., afectaría a los municipios de Unión Juárez, Cacahoatán, Tuxtla Chico y Tapachula, por caída de ceniza con un espesor variable entre 4.72 y 61.38 cm. Con vientos al sur y columna de 40 Km., los municipios que se verían afectados son: Unión Juárez, Tapachula, Frontera Hidalgo y Suchiate, con un espesor que varía de 4.72 a 18.89 cm. de ceniza, y para una columna de 30 Km. con una dirección de vientos al suroeste, los municipios que se afectarían con la caída de ceniza son: Unión Juárez, Tapachula, Tuxtla Chico, Metapa y Frontera Hidalgo, con 4.72-18.89 cm. de ceniza de acuerdo al modelo elaborado por CENAPRED.

## **1.- GENERALIDADES**

### **1.1 Antecedentes**

Una de las características de nuestro país, es la gran variedad de aspectos naturales que presenta, la cual comprenden entre otros, el relieve, la vegetación, la hidrografía y sobre todo, la precipitación, la cual en general es menor en la parte norte del territorio nacional y muy abundante en el sur y sureste.

Uno de los estados en donde se presentan precipitaciones importantes, es el estado de Chiapas, en el cual por su ubicación geográfica, además se presentan un gran número de huracanes, los cuales de manera frecuente dejan a su paso, cuantiosas pérdidas tanto materiales, como humanas.

Si a lo anterior se le adiciona, que el crecimiento de las poblaciones se ha venido realizando hacia zonas cuyas condiciones naturales son inadecuadas para ese crecimiento, como son el establecimiento cerca de las márgenes de los ríos, o bien en las partes bajas de las laderas, se puede entender, que la presencia de estos fenómenos puede ocasionar, afectaciones tanto a la infraestructura de las zonas, como el poner en peligro inclusive, la propia vida de la población.

Para conocer si en la ciudad de Cacahoatán, existen zonas que presenten problemas ante la ocurrencia de algún evento natural, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Servicio Geológico Mexicano (SGM), celebraron el convenio de colaboración No. FPP-2006-11, para que éste último realizara el “**Proyecto de Estudios de Peligros Naturales de la Planicie Costera del Estado de Chiapas**”, dentro del cual se incluyó el “**Atlas de Peligros de la ciudad y municipio de Cacahoatán**”.

Cabe mencionar, que para la realización de este trabajo, se contó con la colaboración de la Secretaría de Seguridad Pública del Estado de Chiapas y la Subsecretaría de Protección Civil.

La integración de la información se llevó a cabo siguiendo el modelo utilizado como guía metodológica para la identificación y zonificación de peligros a nivel de zona urbana (SEDESOL-COREMI, 2004).

## **1.2.- Objetivos**

El objetivo general fue integrar a través de un SIG, la información de los peligros naturales que afectan al municipio y a la cabecera municipal de Cacahoatán.

Como objetivos particulares se establecieron:

- Identificar los peligros naturales de la zona, lo cual permitirá tomar decisiones preventivas y acciones de mitigación ante su ocurrencia.
- Generar y diseñar una base de datos de los peligros naturales, así como los mapas respectivos en un formato digital.
- Elaborar un SIG para el despliegue, consulta y actualización de la información de los peligros estudiados.

## **1.3.- Localización.**

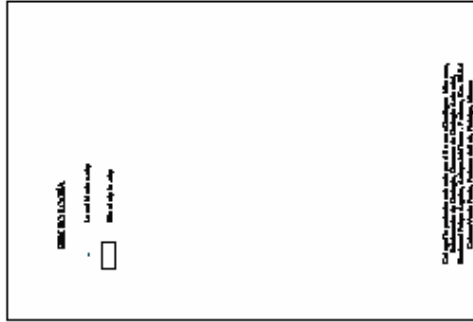
El municipio de Cacahoatán limita al norte con la Republica de Guatemala al sur con el Municipio de Tuxtla Chico al oriente con Unión Juárez y al poniente con Tapachula (Figura No. 1.1 y 1.2).

El municipio de Cacahoatán se ubica en la porción sureste del Estado, regionalmente se localiza en la Zona del Soconusco, las coordenadas que dan límite son 14°59' latitud norte y 92°10' longitud oeste.

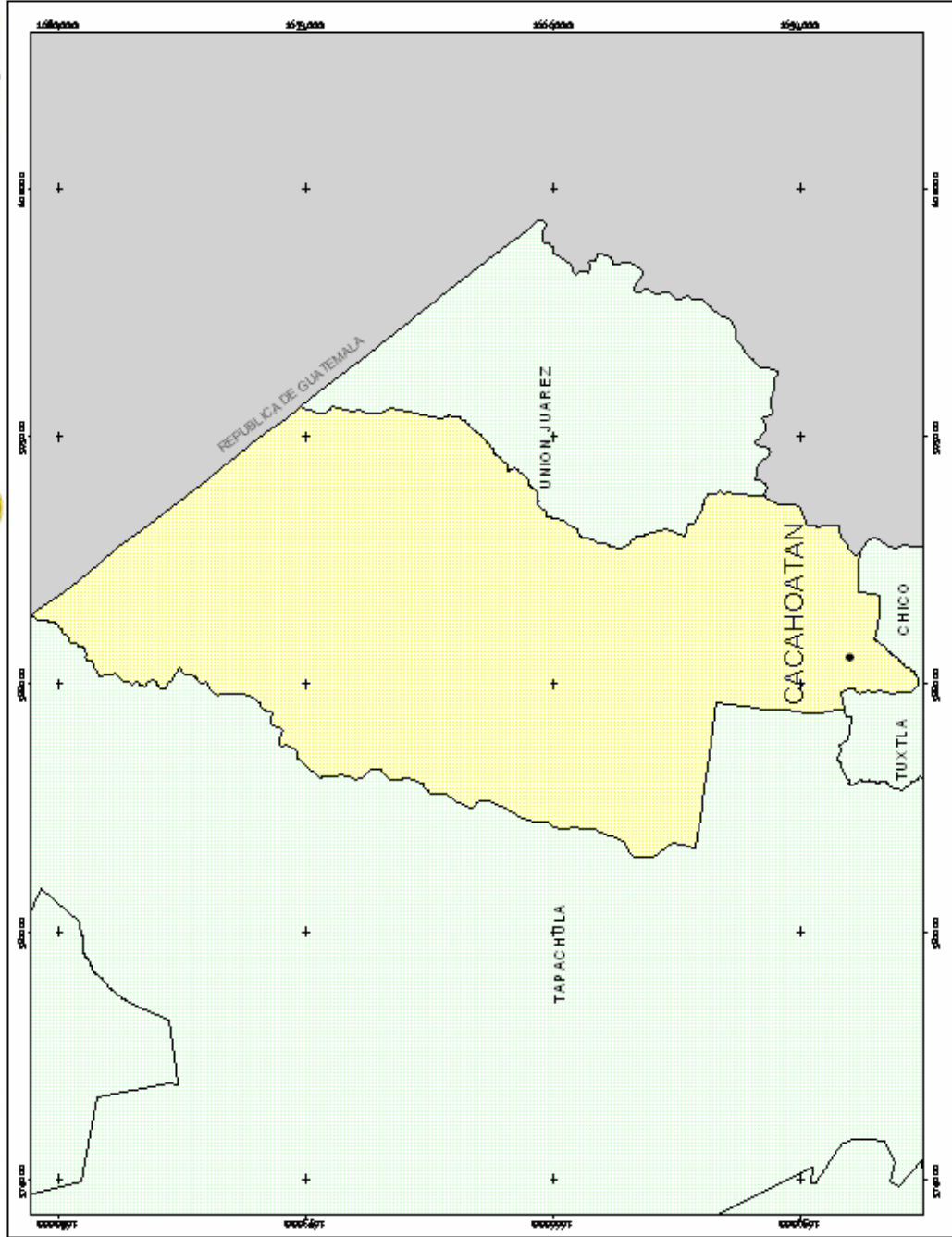
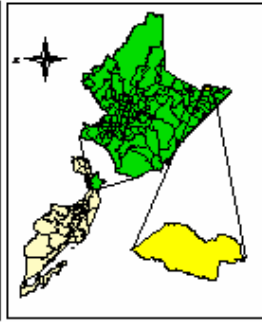
La extensión territorial con que cuenta este municipio consta de 173.9 Km<sup>2</sup>., lo cual representa el 3.17% de la superficie de la Región del Soconusco y el 0.22% de la superficie del Estado.

La altitud promedio predominante en gran parte del municipio es en promedio de 480 m.s.n.m., lo cual es indicativo de presentar un paisaje predominantemente montañoso.

PROYECTO DE ESTUDIOS DE PELIGROS NATURALES EN LA CIUDAD DE LA PLANICIE COSTERA EN EL ESTADO DE CHIAPAS  
 ATLAS DE PELIGROS DE LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE CACAHOATÁN, CHIAPAS  
 CUARTA TERCERA BASE  
 C.A. - 85 - 16



COORDINADAS UTM  
 Zona 17N  
 Datum WGS 84  
 Escala 1:50,000  
 Proyección de Mercator  
 Datum WGS 84  
 Zona 17N  
 Datum WGS 84  
 Escala 1:50,000  
 Proyección de Mercator



**1.1. - Ubicación del Municipio de Cacahoatán**



PROYECTO DE ESTUDIO DE LOS RIESGOS NATURALES EN LA ZONA URBANA DE LA PLANICIE COSTERA EN EL ESTADO DE CHIAPAS  
 ATLAS DE PELIGROS DE LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE CACAHOTÁN, CHIAPAS  
 C.A. - C.U. - 05

**SEMIOLOGÍA**

Red hidrográfica

El río

Afluente

Cañada

El presente mapa fue elaborado por el Servicio Geológico Mexicano, en colaboración con el Gobierno del Estado de Chiapas, el Ayuntamiento de Cacahoatán, el Comité Municipal de Protección Civil y el Comité de Planeación Municipal.

**EL MUNICIPIO DE CACAHOTÁN**

**PLANTAS LEÑOSAS**

**DESCRIPCIÓN DE LAS TIPOLOGÍAS**

Protección: Línea amarilla

Categoría: Línea roja

Distancia: Línea verde

Superficie: Línea azul

Altitud: Línea negra

Protección: Línea amarilla

Categoría: Línea roja

Distancia: Línea verde

Superficie: Línea azul

Altitud: Línea negra

Protección: Línea amarilla

Categoría: Línea roja

Distancia: Línea verde

Superficie: Línea azul

Altitud: Línea negra



1.2. – Mapa de la zona urbana de la ciudad de Cacahoatán, estado de Chiapas.

#### 1.4.- Clima y precipitación.

El clima según la clasificación de Koeppen, es semicálido-húmedo con precipitaciones moderadas a fuertes durante los meses de mayo y junio, con una mayor intensidad durante los meses de septiembre, octubre y noviembre, existen zonas de precipitación pluvial mayor de 3000 mm/año y otras que apenas alcanzan los 750 mm/año, con vientos predominantes sureste-noroeste.

El total de Estaciones Climatológicas e Hidrometeorológicas que se emplean en el siguiente análisis corresponden a las que se ubican en la Región 23 y particularmente en la Cuenca y Subcuenca del Río Suchiate; el nombre y ubicación de las mismas se muestran en la Tabla No. 1.1. Las Estaciones tales como Finca Argovia, Belisario Domínguez, El Perú, Finca La Patria, Talismán, IMPA, Finca Hamburgo y Finca Génova no se tienen datos de ubicación ni de a que Cuenca y Subcuenca pertenecen, solo se sabe que se ubican en la Región aledaña a la Ciudad de Tapachula. Cabe destacar que los datos de precipitación de las ya citadas estaciones si se empleo en el análisis de precipitación.

**Tabla No. 1.1.-Ubicación de Estaciones Climatológicas e Hidrométricas aledañas al Municipio de Cacahoatán.**

Estación	Tipo	Mpio.	Cuenca	Subcuenca	Localidad	Coordenadas		
						Latitud	Longitud	Elevación (msnm)
Cacahoatan	C	Cacahoatan	Suchiate	Suchiate	Cacahoatan	589836	1657205	350
Finca Argonvia								
Frontera Hidalgo	C	Frontera Hidalgo	Suchiate	Suchiate	Frontera Hidalgo	572524	1633795	60
Medio monte	C	Tuxtla Chico	Suchiate	Coatancito	2da Secc.	587191	1612243	190
Malpaso	H	Tapachula	Coatan	Coatan	Pte. Río Coatan	581383	1657298	308
Malpaso	C	Tapachula	Coatan	Coatan	Pte. Río Coatan	581383	1657298	308
Puerto Madero	C	Tapachula	Coatan	Coatan	Faro san Benito	563636	1625689	4
Belisario Domínguez								
Finca Chiripa								
Unión Juárez	C	Unión Juárez	Suchiate	Suchiate	Unión Juárez	528422	1665072	1710
El Perú								
Suchiate	H	Suchiate	Cahoacán	Suchiate	Pte. Cahoacán	578344	1627576	50
Cahoacán	C	Suchiate	Cahoacán	Suchiate	Pte. Cahoacán	578344	1627576	50
Finca La Patria								
Talismán								
IMPA								
Finca Hamburgo								
Finca Génova								

Al realizar la depuración de la información proporcionada por la Comisión Nacional del Agua (Subgerencia Regional Frontera Sur) indican que en la década de los años 40's la precipitación total fue de 74,612.9 mm, con la siguiente distribución por año: 3,692.6 mm (1944), 6,746.7 mm (1945),

10,852.7 mm (1946), 18,198.9 mm (1947), 23,897.2 mm (1948) y 11,224.8 mm (1949) en un periodo de 6 años y cuantificados en 5 Estaciones Meteorológicas siendo estas Cacahoatan, Frontera Hidalgo, Puerto Madero, Suchiate y Talismán (Tabla No. 1.2).

Como se observa en la Tabla ya citada la precipitación mínima se registro durante el mes de febrero (0.2 mm) y la máxima en octubre (1,330.5 mm). Al realizar la cuantificación de los volúmenes precipitados por década/mes se tiene que el valor menor de precipitación correspondió al mes de enero con 152.3 mm y el mayor al mes de septiembre con 13,899.3 mm. De esto se concluye que existe un marcado periodo de tiempo de precipitación para esta década ya que a partir del mes de mayo y hasta el mes de octubre las diferencias de precipitación con los meses restantes del año son de una considerable diferencia.

**Tabla No. 1.2.- Volúmenes históricos de precipitación (años 40's).**

<b>Precipitación registrada en la década de los años CUARENTA</b>												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
MINIMA	4.0	0.2	0.5	7.0	47.4	78.9	33.5	65.0	178.0	34.3	2.0	0.3
MAXIMA	72.5	394.5	337.6	459.0	1122.0	974.0	705.3	812.0	991.0	1330.5	367.0	207.0
TOTAL	152.3	855.2	1730.9	3641.3	9093.2	12234.3	9224.5	10586	13899.3	9455.1	2968.3	772.5
VOLUMEN TOTAL DE PRECIPITACION (mm)/década	74,612.9											

De igual forma se tiene que para la década de los años 50's se obtuvo un valor total de precipitación registrado en 11 estaciones hidrometeorológicas de 296,324.4 mm (en un periodo de 10 años), con la siguiente distribución por año; 1950 (14,278 mm), 1951 (19,948.6 mm), 1952 (27,390.7 mm), 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958 y 1959 con 28,995.5 mm, 32,781.5 mm, 34,628.6 mm, 34,122.6 mm, 35,161.8 mm, 34,972 mm y 34,044.5 mm respectivamente (Tabla No. 3).

La precipitación mínima se registro durante el mes de febrero (0.1 mm) y la máxima en octubre (1,229.9 mm). Al realizar la cuantificación de los volúmenes precipitados por década/mes se tiene que el valor menor de precipitación correspondió al mes de enero con 1277.5 mm y el mayor al mes de septiembre con 51,010 mm. De esto se concluye que existe un marcado periodo de tiempo de precipitación para esta década ya que a partir del mes de mayo y hasta el mes de octubre las diferencias de precipitación con los meses restantes del año son de una considerable diferencia.



Las estaciones hidrometeorológicas empleadas para esta década de análisis fueron: Finca Argovia, Cacahoatan, Finca Chiripa, El Perú, Finca Génova, Finca Hamburgo, Frontera Hidalgo, Puerto Madero, Suchiate, Talismán y Unión Juárez

Resulta necesario mencionar que la diferencia entre el volumen de precipitación entre la década de los 40's y 50's es de 221,711.5 mm aunque también existen 5 años mas de cuantificación en la década de los 50's con respecto a la década de los 40's (Tabla 1.3).

**Tabla No.1.3.-Volúmenes históricos de precipitación (años 50's).**

Precipitación registrada en la década de los años CINCUENTAS.												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
MINIMA	0.2	0.1	0.3	0.4	19	126	74.5	18	83.5	11	1	0.3
MAXIMA	111.6	156	280.5	1931	1191	1129	926	1058	1061	1229.9	353.6	257
TOTAL	1277.5	1733	4818	14797	33099	50958	38879	41081	51010	48047	9360	2403
VOLUMEN TOTAL DE PRECIPITACION (mm)/década	296,324.4											

Durante la década de los años 60's se obtuvo un valor total de precipitación registrado en 18 estaciones hidrometeorológicas de 521,691.8 mm (en un periodo de 10 años), con la siguiente distribución por año; 1960 (27,501.9 mm), 1961 (57,912.3 mm), 1962 (35,523.2 mm), 1963, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, y 1969 con 33,257.4 mm, 71,242.9 mm, 44,245.7 mm, 54,977.5 mm, 66,057.2 mm, 71,787.7 mm y 59,186 mm respectivamente (tabla No. 1.4).

La precipitación mínima se registro durante los meses de enero, febrero y marzo (0.1 mm) y la máxima durante el mes de julio con 2,361 mm. Al realizar la cuantificación de los volúmenes precipitados por década/mes se tiene que el valor menor de precipitación correspondió al mes de enero con 2,928 mm y el mayor al mes de septiembre con 102,575 mm. De esto se concluye que existe un marcado periodo de tiempo de precipitación para esta década ya que a partir del mes de Mayo y hasta el mes de Octubre las diferencias de precipitación son mas abundantes que para los otros meses del año.

Las estaciones hidrometeorológicas empleadas para esta década de análisis fueron: Finca Argovia, Belisario Domínguez Cacahoatan, Cahuacan, Finca Chiripa, El Perú, Finca Génova, Finca Hamburgo, Frontera Hidalgo, IMPA, Medio Montes, Puerto Madero, Suchiate, Talismán, Unión Juárez, Finca la Patria, Malpaso y Tapachula.

Resulta necesario mencionar que la diferencia entre el volumen de precipitación entre la década de los 50's y 60's es de 225,367.4 mm de precipitación en un periodo similar de 10 años por década.

**Tabla No. 1. 4.- Volúmenes históricos de precipitación (años 60's).**

Precipitación registrada en la década de los años SESENTAS												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
MINIMA	0.1	0.1	0.1	4.5	20	190	64.6	117.1	162	31.3	1	0.3
MAXIMA	343	191.2	235.9	489	812.3	1219	2361	1260	1299	989	688	200.5
TOTAL	2928	4126	9385	26118	49526	97785	70125	78253	102575	70860	24553	5297
VOLUMEN TOTAL DE PRECIPITACION (mm)/década	521,691.8											

Con respecto a la década de los años setentas la precipitación media registrada en 16 estaciones hidrometeorológicas fueron 406,468.9 mm distribuidos de la siguiente forma: 9,649.5 mm durante el año de 1970, 14,343 mm en 1971, 24,601.2 mm en 1972, 29,884.2 mm para el año 1973, 38,695.6 mm para 1974, 46,858 mm, 55,426.7 mm, 61,795.6 mm, 74,483.7 mm y 50,731.4 mm para los años de 1975, 1976, 1977, 1978 y 1979 respectivamente (Tabla No. I.5).

De lo anterior se tiene que el año con mayor precipitación es 1978 con 74,483.7 mm lo que se traduce en una precipitación promedio mensual de 6,207 mm y el año con menor precipitación fue 1970 con tan solo 9, 649.5 mm y una precipitación promedio mensual de 804.1 mm.

Como se puede observar en la tabla que a continuación se muestra que los meses con menor precipitación fueron febrero y marzo con tan solo 0.1 mm y donde se tuvieron las precipitaciones mayores fue el mes de agosto con 1,641.8 mm. De lo anterior se concluye que de manera general para esta década el mes con menor precipitación fue enero con 3,832 mm y el de mayor precipitación fue septiembre con 75,065 mm.

Las estaciones Hidrometeorológicas de donde se obtuvieron estos datos son las siguientes: Finca Argovia, Belisario Domínguez Cacahoatan, Cahuacan, Finca Chiripa, El Perú, Frontera Hidalgo, IMPA, Medio Montes, Puerto Madero, Suchiate, Talismán, Unión Juárez, Malpaso, Tapachula y Talismán III.

Al realizar el valor de precipitación comparativo entre las décadas de los años sesentas y setentas se tiene que durante esta última década se tuvo un disminución en la precipitación con respecto a la década pasada de 115,222.9

mm., con dos estaciones hidrometeorológicas menos que en la década de los Sesentas.

Finalmente se observa que al igual que en el análisis de las décadas anteriores existe un periodo bien específico de precipitación que inicia en el mes de mayo y concluye en el mes de octubre.

**Tabla No. 1.5.- Volúmenes históricos de precipitación (años 70's).**

Precipitación registrada en la década de los años SETENTAS												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
MINIMA	0.5	0.1	0.1	0.6	23.5	73.3	20.8	33.9	22.7	17.4	2	0.7
MAXIMA	247.5	208.5	350	529.4	898.4	1105.1	839.6	1641.8	1518.5	1090.7	546.5	141.8
TOTAL	3832	2453	7467	16399	45549	60424	53389	67278	75065	52051	19033	3535
VOLUMEN TOTAL DE PRECIPITACION (mm)/década	40,6468.9											

De igual forma se tiene que para la década de los años 80's se obtuvo un valor total de precipitación registrado en 16 estaciones hidrometeorológicas de 303,418.6 mm (en un periodo de 10 años), con la siguiente distribución por año; 1980 (10,338.7 mm), 1981 (20,740.3 mm), 1982 (23,893.5 mm), 1983, 1984, 1985, 1986, 1958,1989, y 1989 con 32,547.9 mm, 23,282.6 mm, 29,272.6 mm, 36,854.7 mm, 42,999.6 mm, 50,348.2 mm y 32,740.5 mm respectivamente (Tabla No. 1.6).

La precipitación mínima se registro durante el mes de marzo (0.1 mm) y la máxima en junio (1,350.9 mm). Al realizar la cuantificación de los volúmenes precipitados por década/mes se tiene que el valor menor de precipitación correspondió al mes de enero con 1131 mm y el mayor al mes de septiembre con 56,584 mm. De esto se concluye que existe un marcado periodo de tiempo de precipitación para esta década ya que a partir del mes de mayo y hasta el mes de octubre las diferencias de precipitación con los meses restantes del año son bastante notorias.

De lo anterior se tiene que el año con mayor precipitación es 1988 con 50,348.2 mm lo que se traduce en una precipitación promedio mensual de 4,195.7 mm y el año con menor precipitación fue 1980 con tan solo 10,738.7 mm y una precipitación promedio mensual de 894.9 mm.

Las estaciones hidrometeorológicas empleadas para esta década de análisis fueron: Finca Argovia, Belisario Domínguez Cacahoatan, Cahoacán, Finca Chiripa, El Perú, Frontera Hidalgo, IMPA, Medio Montes, Puerto Madero, Suchiate, Talismán, Unión Juárez, Malpaso, Tapachula y Talismán III.

Resulta necesario mencionar que la diferencia entre el volumen de precipitación entre la década de los 70's y 80's es de 103,050.3 mm con el mismo numero de años y por consiguiente del mismo numero de estaciones Hidrometeorológicas.

**Tabla No. 1.6.- Volúmenes históricos de precipitación (años 80's).**

Precipitación registrada en la década de los años OCHENTAS												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
MINIMA	0.2	0.2	0.1	0.6	1.7	53.5	25	98.7	28.4	23.8	0.4	0.4
MAXIMA	84.7	264.7	265.8	431.5	979.4	1350.9	966.1	914	1262.3	830.7	368.9	149
TOTAL	1131	3353	3994	12906	34454	49723	44062	49881	56584	35328	9641	2364
VOLUMEN TOTAL DE PRECIPITACION (mm)/década	30,3418.6											

Con respecto a la década de los años noventa la precipitación media registrada en 16 estaciones hidrometeorológicas fueron 261,122 mm distribuidos de la siguiente forma: 4,446 mm durante el año de 1990, 9,639.6 mm en 1991, 12,804.1 mm en 1992, 16,174.2 mm para el año 1993, 22,863.1 mm para 1994, 25,807.9 mm, 34,488.8 mm, 41,963.4 mm, 52,258.3 mm y 40,676.9 mm para los años de 1995, 1996, 1997, 1998 y 1999 respectivamente (Tabla No. 1.7).

De lo anterior se tiene que el año con mayor precipitación es 1998 con 52,258.3 mm lo que se traduce en una precipitación promedio mensual de 4,354.9 mm y el año con menor precipitación fue 199 con tan solo 4,446 mm y una precipitación promedio mensual de 370.5 mm.

Como se puede observar en la tabla que a continuación se muestra que los meses con menor precipitación fueron enero, febrero, marzo y abril con tan solo 0.1 mm y donde se tuvieron las precipitaciones mayores fue el mes de septiembre con 1,536 mm. De lo anterior se concluye que de manera general para esta década el mes con menor precipitación fue enero con 1,020.7 mm y el de mayor precipitación fue septiembre con 50,220 mm.

Las estaciones hidrometeorológicas de donde se obtuvieron estos datos son las siguientes: Belisario Domínguez, Cahahotán, Finca Hamburgo, Frontera Hidalgo, IMPA, Medio Montes, Puerto Madero, Suchiate, Talismán, Unión Juárez, Malpaso y Tapachula.

Al realizar el valor de precipitación comparativo entre las décadas de los años 80's y 90's se tiene que durante esta última década se tuvo una disminución en la precipitación con respecto a la década pasada de 42,296.6 mm, con tres estaciones hidrometeorológicas menos que en la década de los ochentas.

Finalmente se observa que al igual que en el análisis de las décadas anteriores existe un periodo bien específico de precipitación que inicia en el mes de mayo y concluye en el mes de octubre.

**Tabla No. 1.7.- Volúmenes históricos de precipitación (años 90's).**

<b>Precipitación registrada en la década de los años NOVENTAS</b>												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
MINIMA	0.1	0.1	0.1	0.1	7.5	11.5	30.6	80.9	31.2	43.8	6	0.1
MAXIMA	69.6	159.5	258.1	550.9	901.7	908.8	780.9	1065.1	1536	1018.9	624.1	251.7
TOTAL	1020.7	1569	4439	15613	27852	43203	30363	38420	50220	34653	13610	2933
VOLUMEN TOTAL DE PRECIPITACION (mm)/década	<b>261,122.0</b>											

Para los seis años de la presente década se tiene que el valor total de precipitación registrado en las 10 estaciones hidrometeorológicas es de 150,019 mm (en un periodo de 6 años), con la siguiente distribución por año; 2000 (4,681.8 mm), 2001 (14,379.43 mm), 2002 (21,688.7 mm), 2003 (31,927 mm), 2004 (45,748.6 mm) y 2005 (31,593.8 mm) (tabla No. 1.8).

La precipitación mínima se tiene registrada durante los meses de enero y febrero (0.1 mm) y la máxima en octubre (1,263.6 mm). Al realizar la cuantificación de los volúmenes precipitados por década/mes se tiene que el valor menor de precipitación correspondió a enero con 275.4 mm y el mayor a septiembre con 27,031 mm. De esto se concluye que existe un marcado periodo de tiempo de precipitación para esta década ya que a partir de mayo y hasta octubre las diferencias de precipitación con los meses restantes del año son bastante notorias.

De lo anterior se tiene que el año con mayor precipitación es 2004 con 45,748.6 mm, lo que se traduce en una precipitación promedio mensual de 7,624.8 mm y el año con menor precipitación fue 2000 con tan solo 4,681.8 mm y una precipitación promedio mensual de 780.3 mm.

Las estaciones hidrometeorológicas empleadas para esta década de análisis fueron: Cacahoatan, Cahoacán, Frontera Hidalgo, Medio Montes, Puerto Madero, Suchiate, Talismán, Unión Juárez, Malpaso y Tapachula.

Resulta necesario mencionar que la diferencia entre el volumen de precipitación entre la década de los 90's y la presente década es de 111,107.2 mm con cuatro años menos de registro y seis estaciones meteorológicas menos.

**Tabla No. 1.8.- Volúmenes históricos de precipitación (años 2000).**

<b>Precipitación registrada en la década de los años DOSMIL</b>												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
MINIMA	0.1	0.1	0.6	2.5	6.5	11.5	1.4	8.2	10	8	1.7	0.8
MAXIMA	65.5	89.5	467.5	472.8	1006.5	889.3	879.3	928.4	1163.4	1263.6	338.9	84.1
TOTAL	275.4	456	2502	4624	20464	22863	19880	21581	27031	24460	4962	920
VOLUMEN TOTAL DE PRECIPITACION (mm)/década	<b>150,019.0</b>											

En la Tabla No. I.9 se muestra el volumen de precipitación final que se ha tenido desde la década de los años 40's hasta los últimos seis años de la presente década esta marcado por dos periodos bastante definidos, para las dos primeras se tiene un incremento superior a los 222,000.00 mm/década, pero a partir de los 70's el volumen precipitado ha estado disminuyendo en promedio 100,000.00 mm/década.

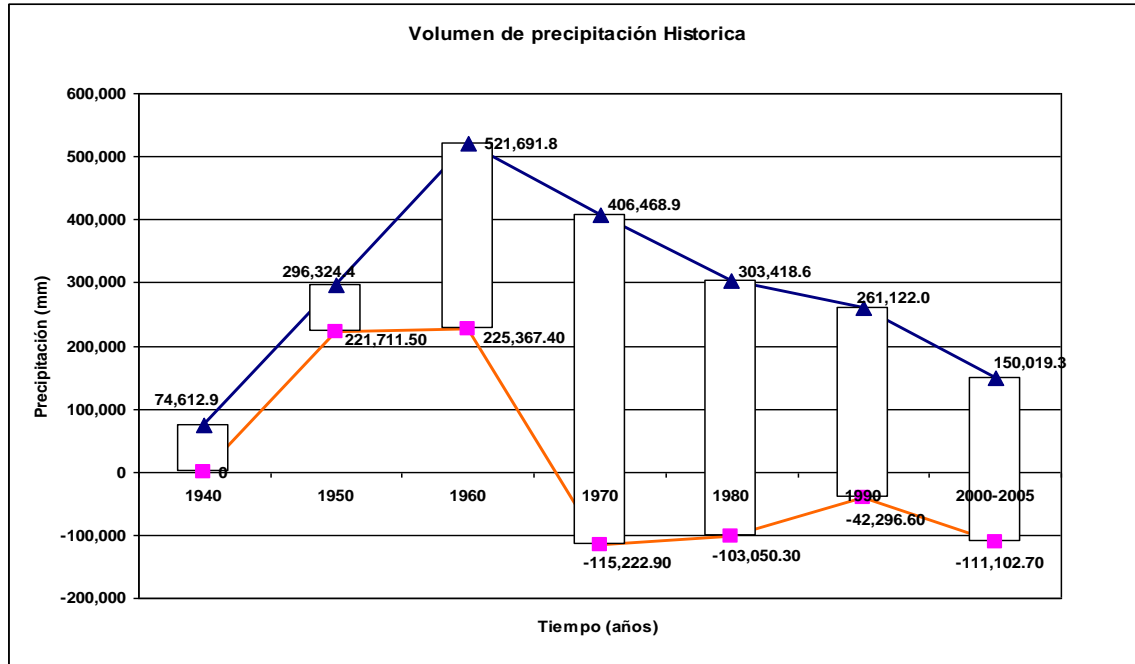
**Tabla No. 1.9.- Variaciones en los volúmenes de precipitación de las ultimas siete décadas.**

DECADA	Volumen precipitado (mm/década)	Diferencia (mm/década)
1940	74,612.9	
1950	296,324.4	221,711.5
1960	521,691.8	225,367.4
1970	406,468.9	- 115,222.9
1980	303,418.6	- 103,050.3
1990	261,122.0	- 42,296.6
2000-2005	150,019.3	- 111,102.7
<b>TOTAL</b>	<b>1'939.045.0</b>	

Como se observa en la Grafica No. 1.1, durante las décadas 40's, 50's y 60', el volumen de precipitación se incrementa de manera lineal con aproximadamente 220,000 mm, pero a partir de sesentas el volumen de precipitación disminuye en un promedio de 100,000 mm/década (con excepción de los noventas donde la disminución es de 42,000 mm aproximadamente).

Como se observa en la Tabla No. 1.10, el total de estaciones que actualmente esta monitoreando la CONAGUA (Comisión Nacional del Agua, Gerencia Regional Frontera Sur) para la presente década difieren en número con las

empleadas para realizar la cuantificación de la precipitación por décadas, según el reporte de la CONAGUA las estaciones climatológicas (13 en total) “C” e hidrometeorológicas (2 en total) “H” carecen de instrumentos y equipos tal y como se muestra en la Tabla No. 1.11.



Grafica No. 1.1.- Variación en los volúmenes de precipitación a partir de la década de los años Cuarenta hasta el año 2005.

Tabla No. 1.10.- Estaciones Climatológicas e Hidrometeorológicas en funcionamiento.

Estación	Tipo	Mpio.	Cuenca	Subcuenca	Localidad	Coordenadas		
						Latitud	Longitud	Elevación (msnm)
Cacahoatan	C	Cacahoatan	Suchiate	Suchiate	Cacahoatan	589836	1657205	350
Finca Chicharras	C	Tapachula	Suchiate	Coatan	Finca Chicharras	581423	1671923	100
El Dorado	C	Suchiate	Suchiate	Cahoacán	Ej. El Dorado	14, 40, 22	92, 12, 46	07
Frontera Hidalgo	C	Frontera Hidalgo	Suchiate	Suchiate	Frontera Hidalgo	572524	1633795	60
Ignacio López Rayón	C	Suchiate	Suchiate	Suchiate	Ej. Ignacio López Rayón	14, 37, 04	92, 11, 05	400
Medio monte	C	Tuxtla Chico	Suchiate	Coatancito	2da Secc.	587191	1612243	190
Malpaso	H	Tapachula	Coatan	Coatan	Pte. Río Coatan	581383	1657298	308
Malpaso	C	Tapachula	Coatan	Coatan	Pte. Río Coatan	581383	1657298	308
Puerto Madero	C	Tapachula	Coatan	Coatan	Faro san Benito	563636	1625689	4
San Gerónimo	C	Unión Juárez	Suchiate	Suchiate	Ej. San Gerónimo	592831	1662901	612
Santo Domingo	C	Unión Juárez	Suchiate	Suchiate	Ej. Sto. Domingo	596300	1661563	1300
Unión Juárez	C	Unión Juárez	Suchiate	Suchiate	Unión Juárez	528422	1665072	1710
Talismán III	C	Tuxtla Chico	Suchiate	Suchiate	Talismán	589430	1653977	350
Cahoacán	H	Suchiate	Cahoacán	Suchiate	Pte. Cahoacán	578344	1627576	50
Cahoacán	C	Suchiate	Cahoacán	Suchiate	Pte. Cahoacán	578344	1627576	50

**Tabla No. 1.11.- Equipos con que cuentan las Estaciones Climatológicas e Hidrometeorológicas.**

Estación	Tipo de Estación	Instrumentos y Equipos en Operación	Equipos en malas condiciones y faltantes	Equipo
Cacahoatan	C	1, 2, 3, 10	11, 12, 14, 15	1. Pluviómetro 2. Termómetro 3. Evaporómetro 4. Pluviógrafo 5. Termógrafo 6. Veleta 7. Caseta Climatológica 8. Empaque de Pluviómetro 9. Malla 10. Parrilla de Madera para Evaporómetro 11. Tornillo micrométrico de 150 mm
Finca Chicharras	C	1, 2, 3, 10	11, 12, 14, 15	
El Dorado	C	1, 2, 3, 10	12	
Frontera Hidalgo	C	1, 2, 3, 10	12, 14	
Ignacio López Rayón	C	1, 2, 3	10, 12	
Medio monte	C	1, 2	3, 10, 12, 13	
Malpaso	H			
Malpaso	C	1, 2, 3, 10	3, 10, 12, 13	
Puerto Madero	C		1, 2, 3, 10, 11, 13	
San Gerónimo	C	1, 2, 3, 10	11, 12, 14	
Santo Domingo	C	1,2	3, 11, 12, 15	
Unión Juárez	C	1, 2, 3, 10	11, 12, 15	
Talismán III	C	1, 2, 3, 10	11, 12, 14	
Cahoacán	H			
Cahoacán	C	1, 2, 3, 10	11, 12, 15	

### 1.5.- Hidrografía.

El municipio de Cacahoatán pertenece a la Región Hidrológica Costa de Chiapas y esta a la Región Administrativa XI (Frontera Sur) el cual tiene un escurrimiento natural medio superficial 2737 (hm<sup>3</sup>) con un área de cuenca de 203 Km<sup>2</sup> y una longitud aproximada de 75 Km., (lo anterior considerando que el escurrimiento natural medio superficial incluye importaciones de otros países además el área de la cuenca y la longitud se refiere solo a la parte mexicana).

Se observa que la zona de precipitación se incremento considerablemente en la porción sureste de la republica, de manera particular en lo que se conoce como la Región Hidrológica de la Costa de Chiapas tuvo un incremento considerable.

A nivel estatal se tiene que de un estudio realizado por la Comisión Nacional del Agua en el año de 1996 (Plan Hidráulico 1996), el estado de Chiapas durante el periodo 1986-1996, presenta valores de precipitación de 1078 mm, 1188.2 mm, 1410.1 mm, 1292.2 mm, 1215.8 mm, 1063.1 mm, 1208.1 mm, 2103.7 mm, 1723.3 mm, 2104. Y 45.1 (este ultimo corresponde al primer trimestre del año 1996) respectivamente y donde se observa que existe un



decremento lineal en la precipitación de los años 1986 a 1992 e incrementándose aproximadamente 1000 mm en los años subsiguientes.

**Tabla No. 1.12.- Regiones Hidrológicas en la Republica Mexicana**

Región Hidrológica	Disponibilidad Natural	
	Disponibilidad natural media (hm <sup>3</sup> )	Escurrimiento natural medio superficial total <sup>(a)</sup> (hm <sup>3</sup> )
Región I Península de Baja California	4423	3012
Región II Alto Noroeste	8214	5459
Región III Bajo Noroeste	24741	22160 <sup>(b)</sup>
Región IV Pacífico Centro	28909	24944
Región V Pacífico Sur	33177	31468
Región VI Frontera Norte	13718	8499
Región VII Cuencas cerradas del Norte	6836	4729
Región VIII Lerma-Santiago	39680	32370
Región IX Golfo Norte	23347	22070
Región X Golfo Centro	102546	98930
<b>Región XI Frontera Sur</b>	<b>157999</b>	<b>139578</b>
Región XII Península de Yucatán	29063	3747
Región XIII Valle de México California	3803	1996 <sup>(c)</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>476456</b>	<b>398962</b>

Fuente: Gerencia de Aguas Superficiales en Ingeniería de ríos., Gerencia de Aguas Subterráneas. SGT., SGP. CNA; (2003).  
 (a) Incluye importaciones y excluye exportaciones.  
 (b) Datos preliminares  
 (c) Se consideran las aguas residuales de la Ciudad de México.

De manera muy particular en la Región Hidrológica No. 23 conocida como Costa de Chiapas con una extensión territorial de 203 Km<sup>2</sup> en la cual se ubica este municipio, la hidrografía está representada principalmente por los Ríos Suchiate de aproximadamente 18 Km. de longitud, Cahoacán (con una dirección de flujo sensiblemente norte-sur y una longitud en el municipio de aproximadamente 28 Km.), Izapa (de dirección preferencial norte-sur y que cambia de nombre al entrar en el municipio), los ríos El Naranjo, Cozalapa y Tizate se distribuyen en la parte central del municipio y lo recorren de norte a sur así como algunos arroyos intermitentes que fluyen en la misma dirección pero que no llevan tanto caudal. Es necesario destacar que todos los ríos y arroyos importantes tienen su nacimiento en la porción sur del Volcán Tacaná o en sus laderas.

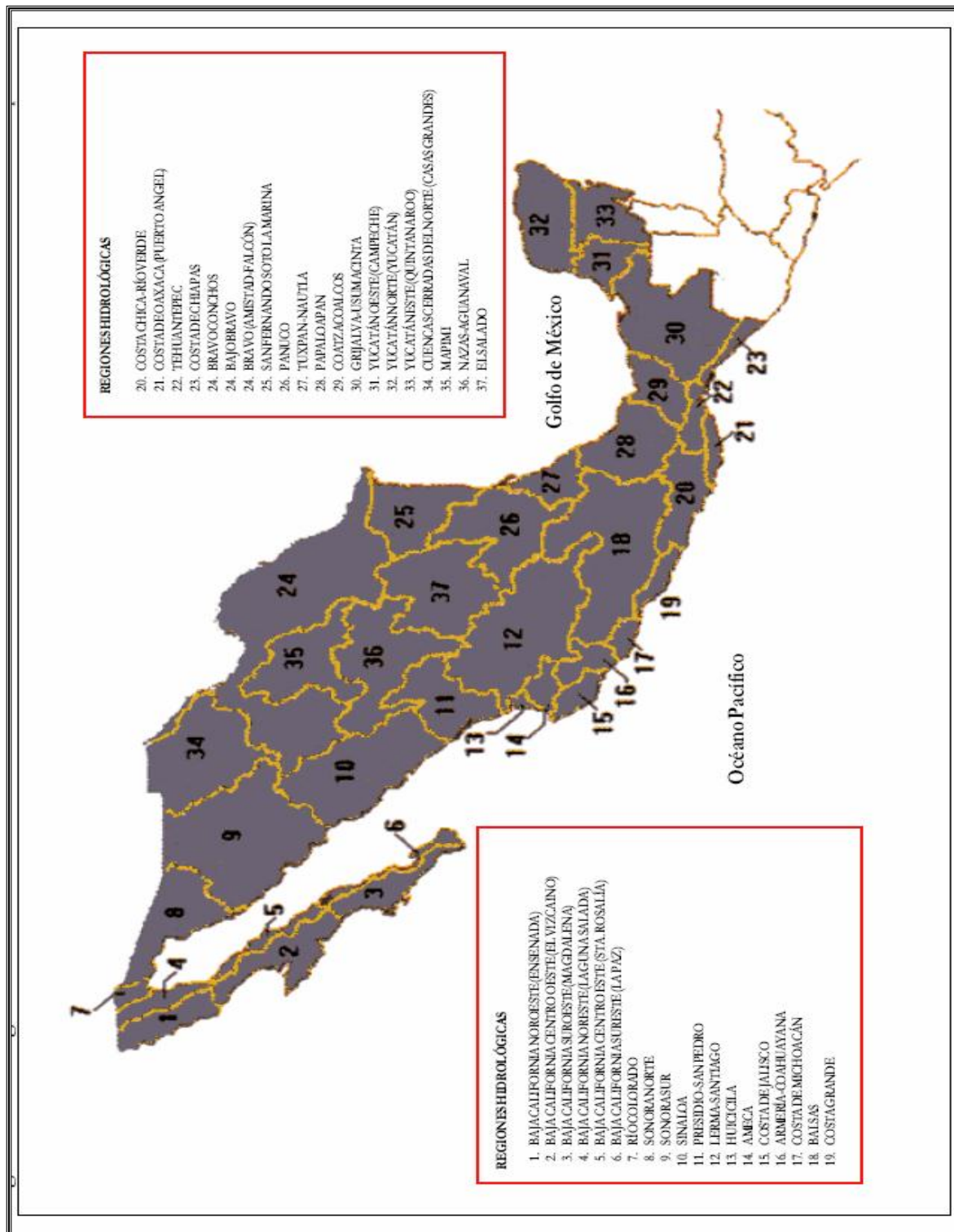


Figura No. 1.3.- Regiones Hidrológicas de la Republica Mexicana.

La hidrografía está representada principalmente por los Ríos Suchiate de aproximadamente 10 Km. de longitud (el cual limita al municipio de Unión Juárez con la Republica de Guatemala en su porción oriente) y un caudal aproximado, para el momento de realización del estudio, de 2,000 l/s, y una amplitud 85 metros; este río se localiza al oriente de la cabecera municipal y posiblemente afectaría a las rancherías o cantones que se localizan en la parte sur del municipio; del Río Coatan (el cual sirve como limite con el municipio de Tuxtla Chico) que tiene una amplitud promedio de 50 m y caudal aproximado de 500 l/s (con dirección preferencial norte-sur y longitud en el municipio de 20 Km.), el cual afectaría a los cantones Chespal Viejo, Chespal Nuevo, La Toluquilla y Unión Roja (este ultimo de mayor importancia que los tres anteriores ya que tienen una población mayor y porque es camino de terracería obligatorio para los cantones arriba citados, El Río Cahua de aproximadamente 350 l/s y una amplitud de 45 m (de dirección preferencial NE-SW), afecta a las poblaciones de Alpujarras, Benito Juárez y Salvador Urbina. El Río Cahuacan con un caudal de 150 l/s y amplitud de 30 m (ubicando en la porción central del municipio, casi N-S) y tiene un longitud de 25 Km., afecta de manera directa a “El Plan”, Finalmente el Río Ixtal (o Izapa) el cual tiene una longitud de 10 Km. en la porción central del municipio, caudal aproximado de 110 l/seg., amplitud promedio de 30 metros y afectaría de manera directa a las poblaciones de Bellavista, Guatimoc, Faja de Oro y Rosario Ixtal entre otros; finalmente el Río Mixcum que limita al municipio en su porción oriente con el municipio de Unión Juárez; presenta un caudal aproximado de 350 l/s, amplitud promedio de 30 metros y podría afectar a las comunidades de Santa María, La Vega y Toquían.

Existen otros arroyos intermitentes que fluyen preferentemente NE-SW como son Cacahoancito, Escondido y Gueguecho. Es necesario destacar que todos los ríos y arroyos tienen su nacimiento en la porción sur del Volcán Tacaná.

### **1.6.- Geomorfología**

Cacahoatán se localiza sobre un terreno de tipo ondulante en forma descendente con dirección norte-sur, tendencia semiplana y pendientes de entre 5° y 10° al sur de la localidad, al noreste se localizan terrenos con pendientes de 10° a 15° con ligera inclinación hacia el sureste; los terrenos con mayores pendientes se localizan al suroeste de la población. Se observa que en cauce de los arroyos se forman cañadas con pendientes mayores a 15° los cuales cruzan la ciudad.

### **1.7.- Vegetación.**

La zona que incluye a gran parte de este municipio (en su porción norte y noroeste) esta representado por bosque de coníferas, bosque mesófilo de montaña; con flora que en algunos puntos sobrepasa los 35 metros de altura de dosel, en los alrededores de la zona urbana existen predios dedicados al cultivo del café y cacao como la denominada zona de los cafetales, en los cuales se observan grandes capas de vegetación; la Zona de Conservación Ecológica del Volcán Tacaná, (decretado el día 11 de Octubre del año 2000) se considera de alto interés debido a que presenta un alto índice de endemismo.

### **1.8.- Vivienda.**

Debido a que existen aun zonas de alta marginación (INEGI 2000), la construcción de viviendas en la ya citada zona (así como en la cabecera municipal) presentan que un 72.6% son de piso de cemento y firme, 25.02% tierra y el 2.38% son de madera-mosaico y otros materiales. Las paredes de las viviendas son en su mayoría de tabique (60.16%), madera y bajareque (36.15%) y embarro (3.69%) y los techos son preferentemente de lámina de asbesto y metálica con un 89.93%, teja-losa de concreto (6.54%) y otros materiales (3.53%).

### **1.9.- Vías de comunicación**

Cuenta con 91.24 Km. de caminos, de los cuales 7.7 Km. están a cargo de la SCT, 77.0 Km. a cargo de la Comisión Estatal de Caminos y 6.54 Km. a obras publicas y desarrollo rural municipal.

### **1.10.- Área Natural Protegida Volcán Tacaná.**

Esta área fue decretada el 11 de octubre del 2000 como zona sujeta a conservación ecológica, con carácter de Reserva de la Biosfera, abarca parte de los municipios de Cacahoatán, Tapachula y Unión Juárez, tiene una superficie de 6, 378.369586 Has (Figura 1.4).

El Volcán Tacaná es parte y el único representante en México de la cadena volcánica Núcleo Centroamericano, siendo esta el hábitat de un conjunto de ecosistemas frágiles que contiene gran riqueza de especies de flora y fauna silvestres de relevancia biológica, económica, científica y cultural, su rica

biodiversidad y el alto endemismo se manifiesta especialmente en los ecosistemas de paisajes de alta montaña y en el edificio volcánico que representa rasgos geofísicos de gran valor científico y estético representativo de ambientes húmedos de origen andino que se encuentran en México.

El Volcán Tacaná es considerado como una isla climatológica que mantiene organismos relictuales que muestran la intensa relación que existió en el pasado con las Tierras Altas de Centroamérica y la región septentrional de Los Andes, conformando un rico reservorio de especies endémicas a México y por ser un área de topografía accidentada cuyas altitudes varían de 1,300 a los 4,100 m.s.n.m., presenta una amplia representatividad de ecosistemas, entre los que destacan los bosques mesófilos, el páramo tropical y el chusqueal que contiene el patrimonio genético de la humanidad.

Las micro y nanocuencas que se originan en el volcán proporcionan bienes y servicios ambientales de gran valor como la naturaleza del suelo, la disponibilidad de agua para riego y la gran diversidad de microclimas presentes que permiten el florecimiento de actividades productivas, la calidad de sus productos especialmente el café y el cacao, es reconocida tanto en el mercado nacional como en el internacional.

En la región del volcán, existen diversas especies de fauna y flora entre las que destacan la musaraña, el ocelote, el jabalí de collar, el venado cabrito, la cotorrilla, el pajuil, el trogón tricolor, el tucancillo verde, el quetzal, el pavón, el águila crestada, la mariposa de Nelson, la mariposa limanopoda y las especies endémicas de flora entre las que destacan los chusques, frailejones y orquídeas.

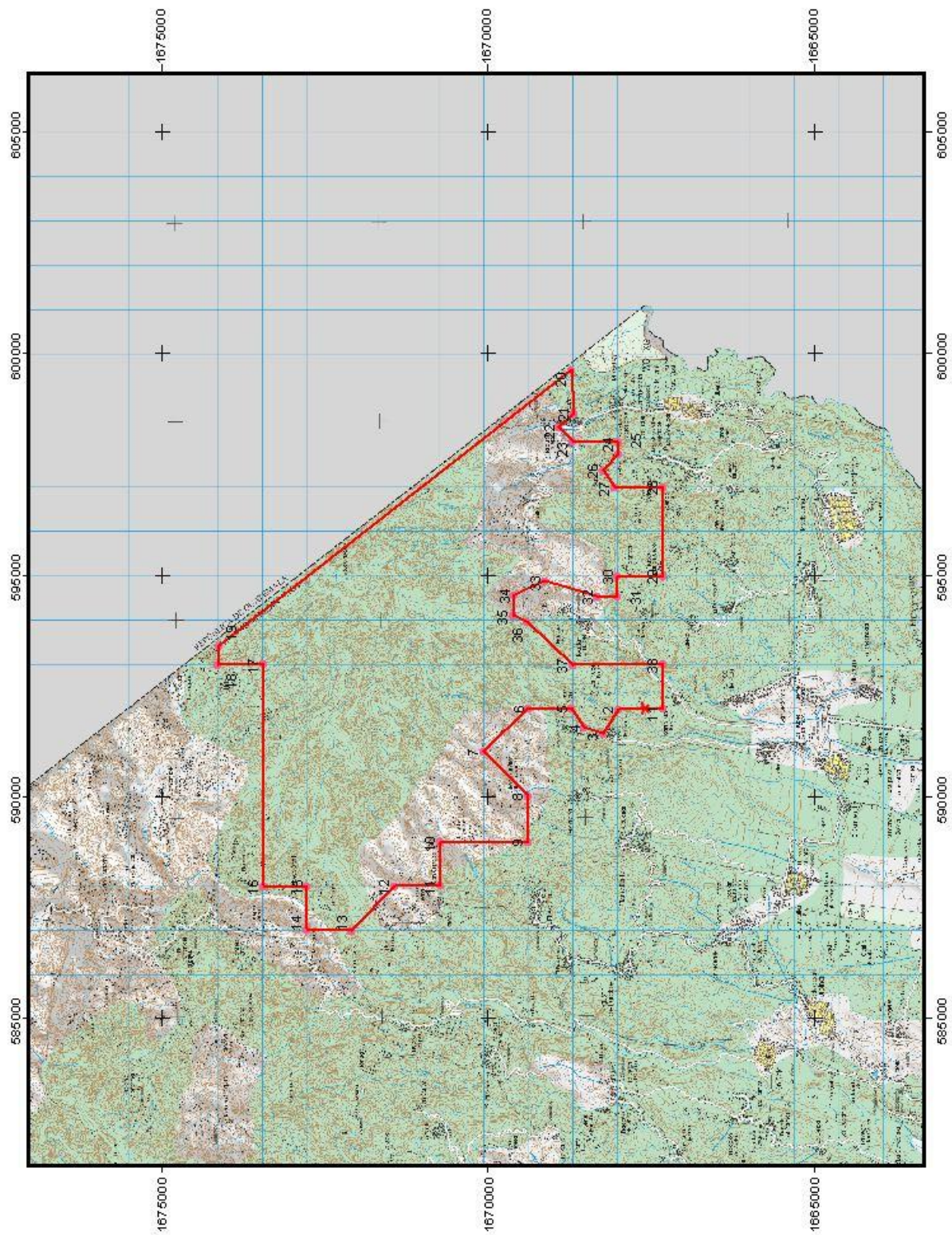


Figura No. 1.4.- Reserva de la Biosfera “Volcán Tacaná”

### **1.11.- Geología**

En este apartado se describirán los tipos de rocas que existen en la zona, su edad aproximada y procesos de cambio que han sufrido a lo largo del tiempo; para esta descripción se utilizaron términos propios del lenguaje geológico, el cual para una mejor comprensión, se emplearon algunas palabras de uso más común; sin embargo, en caso de que se requiera conocer el significado de algunas de ellas, se sugiere consultar el glosario de términos técnicos que acompañan a este informe.

De esta forma, el área en estudio se ubica dentro del Terreno Tectonoestratigráfico Maya (Campa y Coney, 1983), que es la denominación para identificar la antigua fragmentación del continente en esa zona; regionalmente su basamento o roca más antigua, se compone de un Complejo Metamórfico Pre-Batolítico representado por una unidad conocida regionalmente como Macizo de Chiapas, la cual está constituido por rocas de tipo gneises, migmatitas, anfibolitas y paragneises, que se encuentran expuestos en la Sierra Madre de Chiapas con orientación sensiblemente NW-SE; su edad varía desde el Cámbrico hasta el Silúrico (590 a 410 Millones de años = M.a.). Es importante mencionar, que éste tipo de rocas, al igual que las que se describirán más adelante, tienen poca capacidad para permitir el paso del agua hacia el subsuelo, ya que la mayor parte del agua que se precipita sobre ellas, escurre, factor que se ampliará más adelante.

Sobreyaciendo a la unidad anterior se tiene rocas del Grupo Chuacus, representado por una secuencia metamórfica de esquistos de biotita, cuarcita, anfibolita y gneis definida en la Sierra de Chuacus República de Guatemala (Dengo G., 1973), del Carbonífero al Mississípico-Pensilvánico (edad 360 a 290 M.a).

El Macizo de Chiapas está compuesto por metagranitos y metagranodioritas que corresponden a un cuerpo batolítico que ha sufrido metamorfismo regional de bajo grado, los cuales afloran sobre una franja orientada NW-SE en dirección a la Sierra Madre de Chiapas, que representa el límite con la planicie costera; al norte de área en estudio (Rosario-Zacatonal), toda la zona se encuentra afectada por un metamorfismo de cizalla que produce franjas de milonita y ultramilonita, ocasionado por la Falla Polochic; su edad se considera del Permiano al Triásico.

Entre Belisario Domínguez y El Triunfo aflora una porción intrusiva de arco magmático de la Sierra Madre del Sur, constituida por granito, diorita y cuarzomonzonita donde también es afectada por la falla Polichic produciendo protomilonitas y milonitas,.

Cubriendo parte de las unidades anteriores, se encuentran materiales de las emisiones del Volcán Tacaná, dentro del sistema regional conocido como “Campo Volcánico Centroamericano”; se trata de eventos piroclásticos cerrando con depósitos de lavas (Saucedo G. R., 1988), compuesto por tobas andesíticas denominadas como “paquete de rocas volcánicas Terciarias”; se encuentran constituidos por andesitas, depósitos de piroclastos, así como derrames dacíticos y riolíticos, los que por la distribución corresponden a diferentes fuentes de emisión; en estas rocas se refleja la mineralización de la zona de Tolimán.

El lahar y brecha volcánica andesítica corresponde a eventos explosivos del Volcán Tacaná, constituido por tobas de caída libre, tefra, toba de lapilli y brecha volcánica, su edad es Cuaternario Pleistoceno, aflora en el área de Unión Juárez en color rojizo con estructura en capas poco compactas, sostenido en una matriz de ceniza volcánica que explotan los lugareños como material de construcción.

Los depósitos lacustres se componen de sedimentos localizados en zonas de inundación limitando transicionalmente al aluvión de la planicie costera, teniendo mayor extensión en las zonas conocidas como pampas.

Los depósitos palustres Cuaternarios, se distribuyen paralelos a la playa, donde el mar tiene contacto con el agua dulce; estas zonas se caracterizan por el crecimiento de manglares, sus raíces retienen sedimento fino y materia orgánica, que junto con el agua producen pantanos.

Los depósitos litorales Cuaternarios, se caracterizan porque limitan el medio marino del terrestre; en algunos sitios han sido cubiertos por depósitos palustres.

Los depósitos de aluvión están formados por materiales acarreados y depositados en partes planas por las corrientes de ríos y arroyos, se encuentran ocupando valles y la planicie costera.



*Figura No. 1.5.- Mapa Geológico a nivel municipal.*

## **2.- IDENTIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE PELIGROS NATURALES**

Para realizar la identificación de los peligros se requiere el seguimiento de un proceso metodológico que se basa en los conceptos básicos de la *Guía Metodológica* para la identificación y zonificación de los peligros naturales al nivel de una zona urbana, documento que se elaboró en un convenio de colaboración entre el Servicio Geológico Mexicano (antes Consejo de Recursos Minerales) y la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL – COREMI, 2004).

Antes de iniciar la descripción de los peligros en la región, es importante conocer el significado de “**peligro**”, cuya descripción, de acuerdo a la propia Guía Metodológica es: “*Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino de cierta intensidad, durante un cierto periodo de tiempo y en un sitio dado*”.

De esta forma, los fenómenos potencialmente dañinos o peligros, de origen natural se clasifican en dos tipos:

- Geológicos
- Hidrometeorológicos

La identificación de cada uno de estos tipos de peligro, se realizó a través de recorridos de campo, tomando como base para su evaluación, los criterios indicados en la ya mencionada guía metodológica, con la cual se pudo realizar su cuantificación en el espacio geográfico, sus características de origen y ocurrencia.

Una vez identificadas las zonas de peligro, se indicó su representación en un mapa digital, mientras que la organización de la información se concentró en una base de datos, para que todo en su conjunto, se integrara dentro de un sistema de información geográfica.

### **2.1.- Peligros geológicos**

Los fenómenos naturales de origen geológico son: los sismos, volcanes, tsunamis, estructuras geológicas como fallas, fracturas y la inestabilidad de laderas (Oropeza, et al., 2001). Su ocurrencia han sido la causa de muchos

desastres en nuestro país, ya sea que hayan actuado de forma única o combinada.

En la región de estudio sólo algunos de estos se presentan, por lo que a continuación, se describirán los más importantes, iniciando por la definición de su origen, para posteriormente mencionar en donde se pueden presentar o donde se han identificado (zonificación).

### **2.1.1.- Peligro por fallas geológicas**

La ciudad de Cacahoatán se ubica al sur de la Falla Tacaná que en su conjunto han sido consideradas como una sola estructura asociada al sistema regional de fallas Motagua-Polochic (aunque lo que se considera como el mismo trazo de esta falla la cual se ubica en la porción norte de este municipio). A lo largo de cientos o miles de años, las rocas afectadas por la zona de falla Polochic se han fragmentado y por efecto de la erosión y del intemperismo se han disgregado, lo que ha generado materiales sueltos sin consolidar como gravas gruesas, arenas, limos y arcillas, depositados al pie de los cerros escarpados. Estos materiales a su vez presentan movimientos lentos como deslizamientos y caída de materiales, con lo cual conforman un peligro geológico importante (Ayala, 2002<sup>a</sup>).

Debido a lo inaccesible del terreno además de la presencia de vegetación abundante y principalmente a la lejanía donde se tiene identificada la Falla Tacaná no fue posible realizar la medición de datos estructurales que nos permitiera corroborar la presencia de este tipo de estructuras en la parte Sur del Volcán Tacaná ni en ningún otro sitio de este municipio.

### **2.1.2.- Peligro por Fracturas Geológicas**

Debido a lo inaccesible del terreno además de la presencia de vegetación abundante y principalmente a la lejanía donde se tiene identificada la Falla Tacaná no fue posible realizar la medición de datos estructurales que nos permitiera corroborar la presencia de este tipo de estructuras en la parte sur del Volcán Tacaná ni en ningún otro sitio de este municipio.

Son fenómenos provocados por el reblandecimiento del material volcánico (rocas, cenizas, pómez, escorias); principalmente cenizas, movilizadas pendiente abajo por el agua de un lago cratérico o fuertes lluvias. Cuando son ocasionados por fuertes lluvias, se les conoce como flujos de lodo; cuando su

origen se asocia al deshielo de volcanes activos, exceso de lluvias o el desborde de las lagunas de los cráteres se les conoce como lahares. En la zona se lograron documentar varios eventos de flujo de lodos, el que causo mayor daño esta asociado a la inundación de 1998 (Caballero, 2002), ya que la gran cantidad de sedimento arrastrado y los flujos de lodo generados saturaron los cauces, haciendo que estos se desbordaran.

### **2.1.3.- Peligro por erosión**

La erosión consiste en un conjunto de procesos, de tipo hídrico, eólico, cárstico (disolución de caliza), marino o glacial, que causa deformaciones en el relieve terrestre en una forma de desgaste de materiales, provocando remoción paulatina del suelo o rocas y materiales sin consolidar (CENAPRED, 2001). En este apartado, se tratan diferentes factores que contribuyen al proceso de erosión en la zona suburbana de Huixtla, tales como:

- Deforestación intensa.
- Pendientes pronunciadas asociadas a las diferentes estructuras geológicas.
- Zonas con fracturamiento intenso (Rocas metamórficas e intrusivos alterados).

La erosión de suelos ocasiona graves problema al entorno natural y al mismo ser humano; debido a la alteración de la cobertura vegetal con fines agrícolas, de explotación forestal y de otros tipos, el producto generado por la desintegración de las rocas de la región es afectado principalmente por erosión del tipo hídrico laminar, esta erosión es favorecida por las intensas precipitaciones a las que se encuentra expuesto el territorio, lo que ocasiona que en zonas de fuerte pendiente se tenga una erosión hídrica laminar fuerte. El escurrimiento de este material en forma de barro comúnmente es transportado pendiente abajo hacia los cauces de ríos y arroyos, provocando que la capacidad de almacenamiento de estos disminuya y que con avenidas extraordinarias o en ocasiones con fuertes lluvias se desborden y afecten tanto asentamientos humanos como a cultivos y vías de comunicación.

Para la elaboración de los planos de erosión, se realizó con un enfoque de análisis de los tipos de erosión que pueden afectar a los suelos de este lugar basado en el análisis de la relación, los factores que contribuyen en su aceleración como son la precipitación fluvial, pendientes del terreno, la

litología que presenta el terreno, cubierta vegetal es la defensa natural de un terreno contra la erosión) y las funciones del hombre que modifican el entorno natural y favorecen el proceso erosivo.

La clasificación fue tomada para el tipo de erosión es basada de acuerdo al Manual de Erosión de la Sociedad Internacional de Geomorfología y Edafología, 2002.

**a).- Erosión Hídrica Laminar.-** Se dice que es la remoción de una capa delgada de la superficie terrestre y el agente de desprendimiento de esta superficie son las gotas de lluvia, el resultado de este golpeo en la superficie es que descubre las partículas del suelo, estas son proyectadas a una distancia considerable; la severidad de la erosión hídrica depende de la cantidad de material que se transporte a través del desprendimiento y la capacidad del agente erosivo para poder transportarlo. Esta se divide en:

**a.1).- Eh0 (Nula).**- Este tipo de erosión es originada en terrenos que son semiplanos o planos, aflora en una amplia extensión de terreno plano formado por sedimentos finos de origen aluvial. Corresponde a una morfogénesis fluvio-acumulativa en tierras llanas o de muy escasa inclinación con una altitud cercana a la del nivel del mar. La vegetación es inducida para la siembra de pasto de raíz profunda, poca cantidad de árboles o arbustos, esta vegetación ha sustituido a la vegetación original del terreno, se puede observar en los predios de rancherías, su pendiente varía desde 0° hasta 5°, en el municipio de Cacahoatán se observa en las partes planas hacia el extremo sur.

**a.2).- Eh1 (Débil).** - Afecta terrenos casi planos o de muy suave pendiente y a lomeríos bajos de escasa inclinación con tierras de cultivo de temporal o con vegetación primaria en concentraciones aisladas formados por sedimentos finos arcillo-arenosos predominantemente de origen aluvial. La morfogénesis se relaciona con acumulaciones en llanuras a partir de corrientes superficiales. Se cartografió en las planicies o lomeríos con pendientes suaves que varían de 2 a 8°, su vegetación no es tan abundante como en la Eh1, existen pastizales cultivados y en muchas ocasiones abandonados, mezclados con pasto natural, arbustos y árboles frutales, la vegetación por lo general es secundaria, simiescaza, por lo general bordea la primer área y se ubica cercano a las poblaciones o vías de comunicación. Se distribuye sensiblemente E-W, cubre principalmente la zona de cambios de pendiente.

**a.3).- Eh2 (Moderada).** Esta presente en cerros de poca elevación o lomeríos, por lo general se ubica entre la Eh1 y la Ec1 en límite con los cambios de pendiente, casi siempre incluida en la segunda erosión mencionada, las pendientes varía de 9° a 12°, en donde la vegetación se compone de arbustos y árboles de poca altura, escasa presencia de pastos (*Fotografía 2.1*).



*Fotografía No 2.1.- Erosión hídrica laminar de grado moderado (Eh2) al centro asociado a deforestación (Ea2) como ampliación de la frontera agrícola y a desbordes e inestabilidad de laderas en la parte centro (se aprecia un corte en colores claros).*

**a.4).- Eh3 (Fuerte).** Corresponde este tipo de erosión a aquellas formas litológicas medianamente compactadas, masivas o estratificadas desprovistas de vegetación primaria o con cultivos de temporal, o tierras abandonadas o en reposo, cuya morfogénesis es de fase denudativa o estructural plegada, formada por estratos litificados y semiconsolidados. Originada en lomeríos con pendientes de 12° a 16°, se destaca por la presencia de árboles y poco o nada de pasto o arbustos debido a la altura de los primeros. La vegetación al igual que los suelos es escasas, marcados por lo general en pequeños de nódulos ó relictos, casi siempre se asocia e incluye dentro de la erosión concentrada como en nuestro caso.

**b).- Erosión Concentrada.** Se refiere al desprendimiento de suelos de manera vertical contribuyendo a la formación de cañadas y cárcavas, asociándose a la primera eventos tectónicos que coadyuvan en la profundización de los cauces. Es la que se origina esencialmente por la precipitación fluvial y la debilidad del suelo y se clasifica en:

**b.1).- Erosión asociada a cauces y cañadas (Ec1).**- Referida a aquellas áreas cuya remoción de partículas de suelo ha permitido la formación de densas redes de drenaje de unos cuantos a varias decenas de metros de profundidad. En función del tipo de roca, agresividad de la lluvia y efectos tectónicos a través del tiempo geológico, la erosión ha dado origen a cauces con diversa profundidad, misma que en algunos lugares, se asocia a factores estructurales de rompimiento o dislocación que favorecen la erosión vertical. Es aquella en donde el agua de lluvia al caer y fluir sobre terrenos con pendientes mayores a 16°, esta provoca canales que al paso del tiempo se pueden convertir en cauces. La morfogénesis corresponde al tipo denudativo originada por la profunda alteración de intrusivos (**Fotografías 2.2 y 2.3**).



**Fotografía No 2.2.- Erosión concentrada asociada a cauces y cañadas (Ec1), en el centro de la fotografía se observa deforestación antrópica (Ea2) como ampliación de la frontera agrícola**



*Fotografía No 2.3.- Erosión concentrada asociada a cauces y cañadas (Ec1), en el centro de la fotografía y con pendientes muy fuertes se observa deforestación natural asociada a inestabilidad de laderas y a erosión antrópica por obras civiles (Ea3).*

**b.2).- Erosión asociada a cárcavas (Ec2).**- Son las que con poca captación de los suelos y debido a la fragilidad de este producen surcos o canales las cuales, con el tiempo o nuevas precipitaciones fluviales crecen hasta formar barrancos o cañadas profundas, se presentan en pendientes mayores a  $16^\circ$ . Se refiere a una erosión rápida en todos los sentidos en rocas deleznable o depósitos de sedimentos poco consolidados, sumamente alterados o suelos residuales, donde la lluvia remueve las partículas con relativa facilidad. En el área en estudio estas cárcavas son escasas y de origen antrópico.

La cárcava, es un pequeño surco excavado por las corrientes de agua y arrastrada sobre la superficie terrestre. Se desarrolla fundamentalmente en regiones áridas que registran fuertes precipitaciones ocasionales y dan lugar a un terreno de aspecto acanalado.

**c).- Erosión Antropogénica,** Este tipo de erosión se asocia a la labor del hombre, a veces por necesidades de infraestructura, en otras ocasiones bien o mal intencionadas, ejemplo de esto son: la apertura de caminos, desmonte para áreas de cultivo, explotación irracional de bosques y zonas mineras,



ampliación de zonas urbanas y todo lo que altera el equilibrio natural del uso del suelo. Se divide en:

**c.1).- Erosión por Asentamientos Humanos (Ea1).** Este tipo de erosión se le atribuye al hombre, por ser este el principal causante de daños y cambios al suelo, en la búsqueda de expansión urbana, no importándole la inestabilidad del suelo mismo, para este trabajo se cartografió bordeando las principales localidades incluyendo sus zonas actuales de expansión.

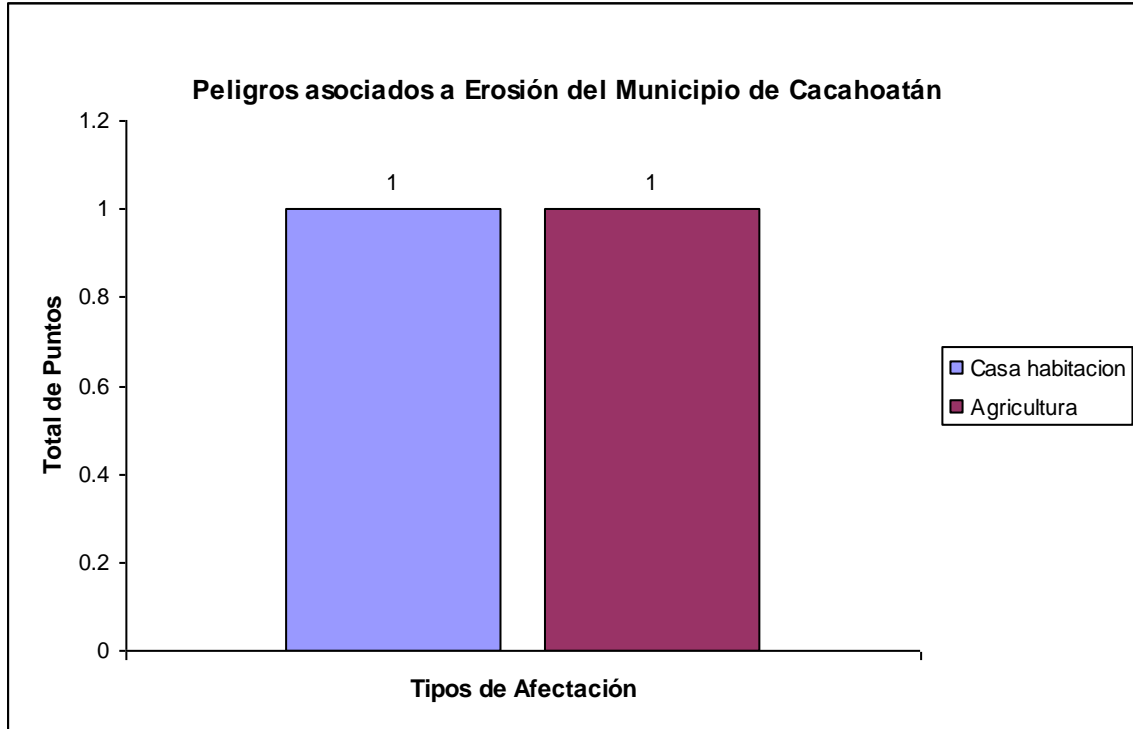
**c.2).- Erosión por Deforestación (Ea2).** Existen dos tipos de deforestación que son natural y la antrópica o sea provocada por el hombre, la natural se asocia a las características físico-químicas de las rocas asociada a la temperatura, precipitación y pendiente del terreno que ocasiona inestabilidad en las laderas. La deforestación provocada por el hombre se ve reflejada en la tala de árboles para aprovechamiento forestal o para de la frontera agrícola, ganadera o de servicios (*Fotografías 2.2 y 2.3*).

**c.3).- Erosión por Obras Civiles (Ea3).**- Este tipo de erosión al igual que las anteriores el hombre es el causante de ella, producto de los cambios que por la construcción de infraestructura para nuestro desarrollo. Como ejemplo son las construcciones de vías de comunicación, presas para generación de energía.

**c.4).- Erosión por aprovechamiento de recursos Geológicos (Ea4).**- Se origina por el aprovechamiento de los recursos naturales, en la explotación de algún yacimiento mineral o banco de materiales, así como en el beneficio del suelo para alguna actividad agrícola o ganadera.

Para poder controlar la erosión en las zonas altas del municipio, se debe buscar un esquema para motivar a la población en el cultivo en forma de terrazas y la rotación de cultivos con el propósito de minorizar la pérdida de suelo. Además se debe de reforestar aquellas zonas agrícolas que han sido abandonadas por su baja productividad, esto con el fin de la recuperación de suelos, disminuir la erosión y evitar problemas de inestabilidad de laderas.

Para el peligro por erosión se le atribuye principalmente a las zonas taladas y empleadas para siembra de café, cultivos como el maíz y pastizales, las pendientes en que se tiene este peligro generalmente sobrepasa los 15° y existe una casi total erradicación de la vegetación natural. En la Gráfica No. II.5., se plantea parte de la problemática de este peligro en la región.



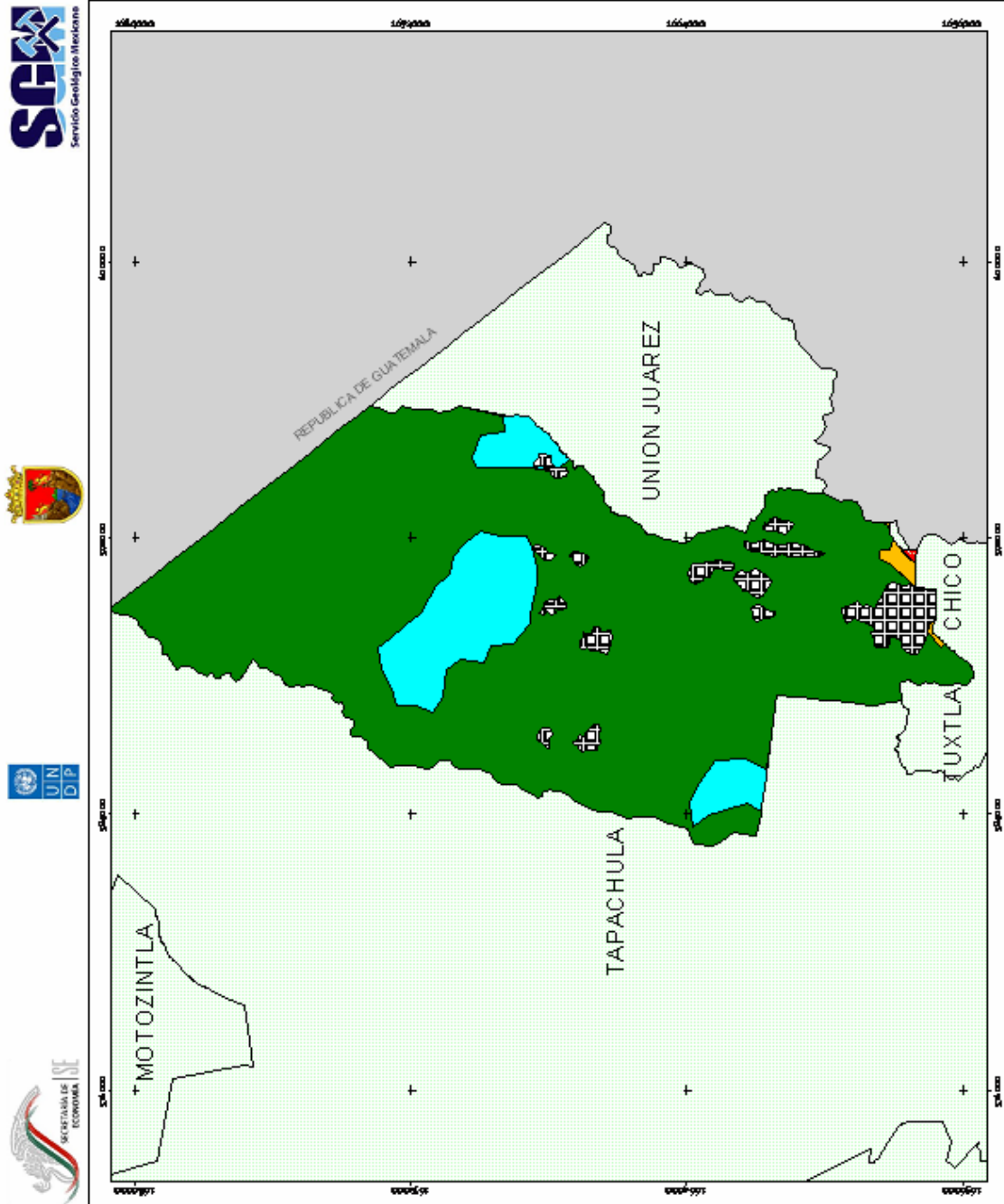
**Grafica No. 2.1.- Distribución de peligros asociados a Erosión en el Municipio de Cacahoatán.**

Como se observa en la Tabla No. 2.1 en los 2 sitios donde se tiene punto de verificación el peligro es alto y medio con un daño asociado principalmente a los recursos naturales como puede ser flora y fauna nativa de la región.

**Tabla No. 2.1.- Puntos asociados a Erosión en el Municipio de Cacahoatán.**

Número de Ficha	Latitud	Longitud	Elevación (m.s.n.m)	Tipo de peligro	Intensidad	Afectación
CA106	591212	1665831	1008	Natural	Media	Casa habitación
CA189	591468	1669602	1701	Natural	Alta	Agricultura

Finalmente en las figura No. 2.1, se muestra el sitio donde se tiene este tipo de problemática, las cuales se ubican en la porción oriente y sur de la cabecera municipal.



2.1.- Cartografía de erosión del municipio de Cacahoatán, por tipo y grado.

#### **2.1.4).- Peligro sísmico**

El Sur de México se ve afectado por un sin número de sismos debido a que se encuentra en una confluencia de placas tectónica que interactúan entre sí desde hace millones de años y continuará así en el futuro por lo que el peligro sísmico en el estado estará siempre presente. La mayor parte de la corteza continental del estado de Chiapas se encuentra dentro de la Placa Norteamericana la cual está en contacto tectónico con la Placa Caribe a lo largo de la zona de fallas Polochic–Motagua. Estas dos placas a su vez se encuentran en contacto por subducción con la corteza oceánica de la Placa de Cocos, al poniente (Thorne y Terry, 1995).

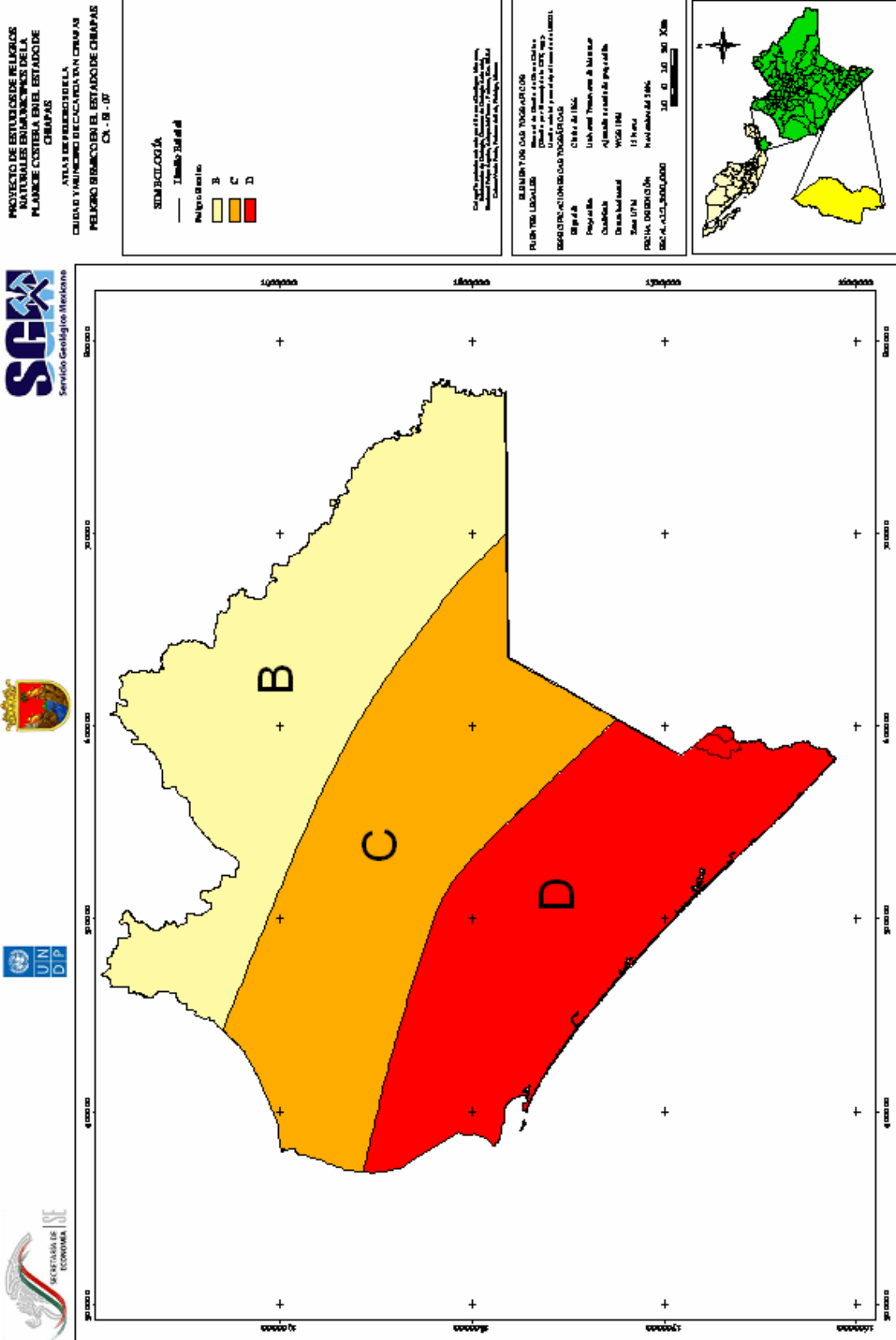
En la zona de subducción conocida como Fosa de Tehuantepec, se generan sismos por interacción entre placas o sismicidad “ínter placa” y se almacena y disipa energía sísmica dentro de la Corteza Continental que genera sismos “íntra placa”. Para el estado de Chiapas se han integrado 1557 registros de epicentros sísmicos del periodo 1990 – 2003 publicados por el Servicio Sismológico Nacional (S.S.N., 1990-2003), de los cuales el 71 % quedan dentro de los límites de la Placa Norteamérica, el 26 % en la Placa Caribe y el 3 % en la Placa de Cocos.

De acuerdo a la zonificación inicialmente propuesta del peligro por sismos (CFE, 1998), el estado se encuentra dentro de tres zonas de peligro que son:

Zona B.- Región en donde se presentan sismos de poca frecuencia con una aceleración del terreno menor al 75% de la gravedad, con un índice de peligro bajo. En ella quedan comprendidas las regiones de las Sierras del Oriente, Sierras del Norte y la Planicie Costera del Golfo.

Zona C.- Región en donde se presentan sismos menos frecuentes con una aceleración del terreno menor al 75% de la gravedad, con un índice de peligro medio. En ella quedan comprendidas las regiones de Altos de Chiapas y la Depresión Central.

Zona D.- Región en donde se presentan grandes sismos frecuentes con una aceleración del terreno mayor al 75% de la gravedad, con un índice de peligro alto. En ella quedan comprendidas las regiones de Sierra Madre del Sur y la Planicie Costera del Pacífico (Figura No. 2.2).



2.2. – Regionalización de peligro sísmico del Estado de Chiapas (CFE, 1983)

Los sismos se clasifican de acuerdo con la profundidad, intensidad y magnitud. La profundidad determina si el sismo fue superficial o profundo; la intensidad, es la medición del fenómeno de acuerdo con la percepción de la población, y es medida por la escala de Mercalli; la magnitud, es determinada también en grados, pero de acuerdo con la cantidad de energía liberada y que es cuantificada por un sismógrafo en grados Richter (CENAPRED, 2001, CENAPRED, 2004).

Cacahoatan se ubica dentro de una zonificación de peligro sísmico, denominada “D” que se caracteriza por presentar un gran número de sismos y una aceleración en el terreno mayor de 70% de la gravedad, por lo que de acuerdo a la zonificación realizada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 1993), el municipio se encuentra en una zona de peligro alto. Se han integrado los sismos publicados por el Servicio Sismológico Nacional (SSN, 1990 - 2003), comprendido en el año 1990 al 2003, por lo cual se tiene el registro de la disipación de la energía sísmica dentro del municipio (Figura No. II.6). Los sismos en la región de la planicie costera se generan principalmente en la zona de la Fosa de Tehuantepec y en la región de la Plataforma Continental, por lo que la energía sísmica se propaga desde las rocas ígneas de la corteza oceánica hacia los sedimentos y rocas deformadas de la región de la plataforma continental.

En los municipios con los cuales colinda se han registrado sismos de magnitud de 4.5 a 5 grados en la escala de Richter (Figura No. 2.3) siendo poco frecuentes. Son sismos que según su magnitud a menudo se sienten pero ocasionan daños menores.

El municipio de Cacahoatan se localiza en una zona con intensidad VI en la escala de Mercalli, lo que representa que los movimientos sísmicos son sentidos por todos.

No se han registrado problemas a la población a causa de movimientos sísmicos; sin embargo, por las características del suelo constituido por material poco consistente y con alto contenidos de materiales expansivos, un sismo de gran intensidad puede provocar graves daños a la población.



PROYECTO DE ESTUDIO DE PELIGROS NATURALES EN LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE CACAHOTÁN, CHIAPAS  
 LOCALIZACIÓN E INGENIEROS EN EL ESTADO  
 CHIAPAS

ATLAS DE PELIGROS DE LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE CACAHOTÁN, CHIAPAS

**Simbología**

**Temple (Mts)**

- 1-4
- 4-4.4
- 4.4-5.5
- 5.5-6.9
- 6.9-7.9

**Regiones**

- Alto de Chiapas
- Depresión central
- Planicie costera del Pacífico
- Sierra Madre del Sur
- Suroeste del estado de Chiapas
- Suroeste del estado de Chiapas

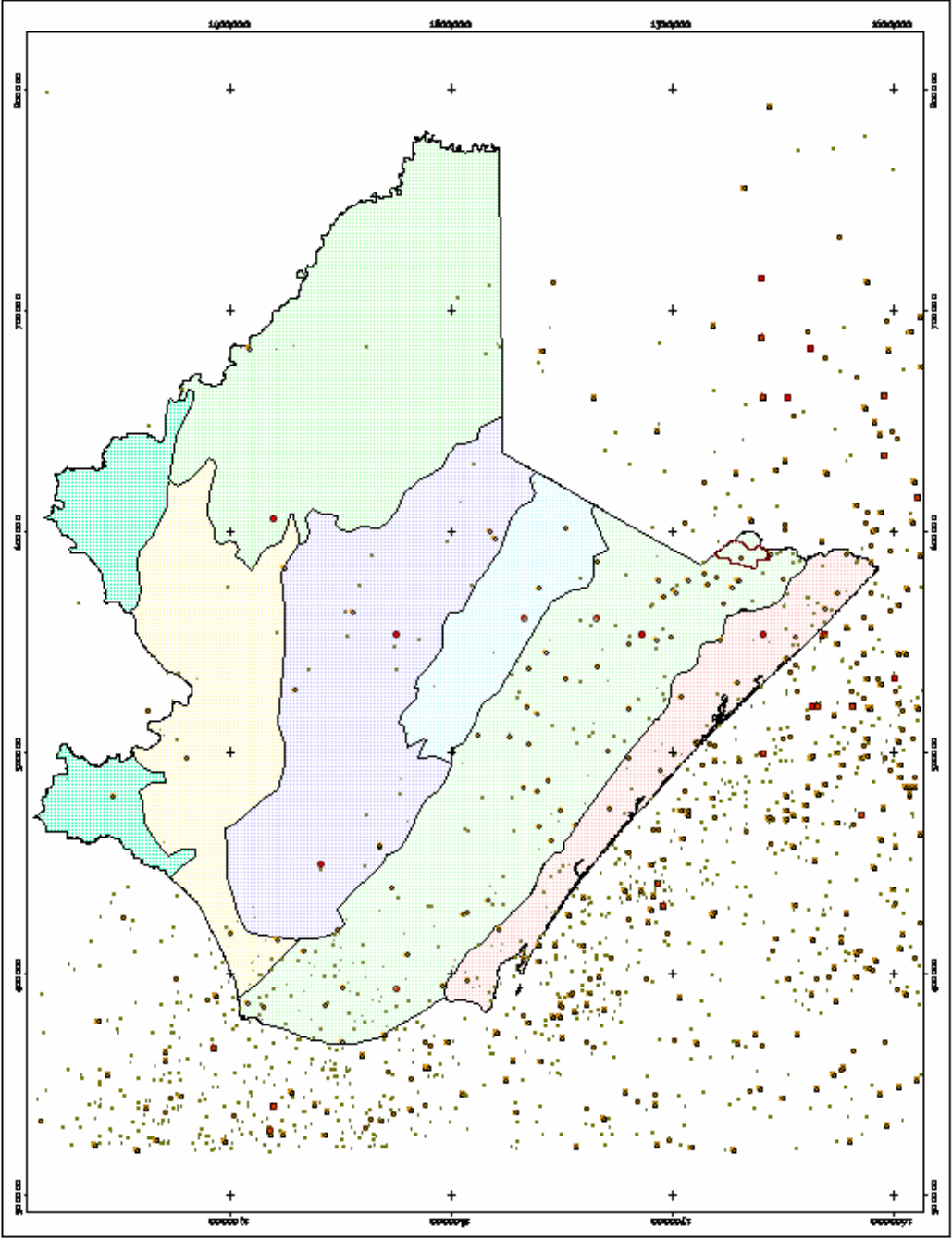
**Elementos de las Topografías**

**PLANTAS LEÑALES**

**USOS DE TIERRAS**

**PREVALENCIA DE TIEMPO**

**ESCALA**



2.3.- Mapa de epicentros sísmicos del periodo 1990-2003 de la región Llanura Costera del Pacífico.

### **2.1.5.- Peligro por actividad volcánica.**

Los eventos volcánicos son generados por la salida de material magmático desde el interior de la Tierra en forma de lava o ceniza, a través de una chimenea o conducto principal. Entre los principales peligros de tipo volcánico destacan los siguientes: caída de ceniza, cuyo peso puede provocar el derrumbe de techos de poca resistencia (sobre todo cuando hay más de 2 cm. de espesor); además de provocar contaminación y afecciones a los ojos y las vías respiratorias de la población. Bombas, consistentes en la emanación de rocas incandescentes durante las explosiones volcánicas. Flujos de lava, que ocurren principalmente en los flancos del volcán; son de poca velocidad, aunque pueden generar incendios. Flujos piroclásticos, son nubes de ceniza y gases tóxicos de alta densidad y altura (superior a los 100° C) que se deslizan sobre los flancos del volcán a más de 100 Km/h calcinando todo a su paso. No respeta barreras topográficas, lo cual incrementa la peligrosidad (SEGOB, 1993). Avalanchas, deslizamientos y derrumbes, generados por los cambios en la geometría del edificio volcánico por la presión de la lava y los microsismos. Lahares, son flujos de escombros, lodo y agua que se desliza por las cañadas del volcán a alta velocidad (de 40 a 100 km/h). Pueden originarse por el deshielo, por el desborde del agua del cráter o por las lluvias y llegar hasta 100 Km. de distancia. Gases tóxicos emanados de las inmediaciones de los cráteres y de las fumarolas.

Para valorar los riesgos que tiene la lluvia de ceniza en la salud de las personas son importantes cinco factores: la concentración total de las partículas suspendidas que viajan por el aire; el tamaño de las partículas; la frecuencia y duración de la exposición; factores adicionales como enfermedades preexistentes de las vías respiratorias y la presencia de sílice cristalina (SiO<sub>2</sub>) en las cenizas. Los cristales de sílice que viajan por el aire y que tienen tamaño “respirable”, es decir, menos de 10 µm de diámetro por partícula cuando penetran al alveolo pulmonar pueden irritar las vías respiratorias y ocasionar síntomas de obstrucción en ellas. Dado que las cenizas volcánicas pueden contener cristales de silicio de tamaño “respirable” esto es de algún interés tanto en problemas agudos como de largo plazo para las poblaciones expuestas a cenizas. Las partículas de ceniza pueden penetrar en los ojos como “cuerpos extraños” y causar abrasiones de la córnea o conjuntivitis. La actividad volcánica puede acarrear efectos adversos a la ganadería y a la agricultura, tanto a las que se encuentran próximas al cono volcánico, como a las situadas a grandes distancias. Las cenizas pueden afectar al ganado de varias formas; por acción física directa que produce la



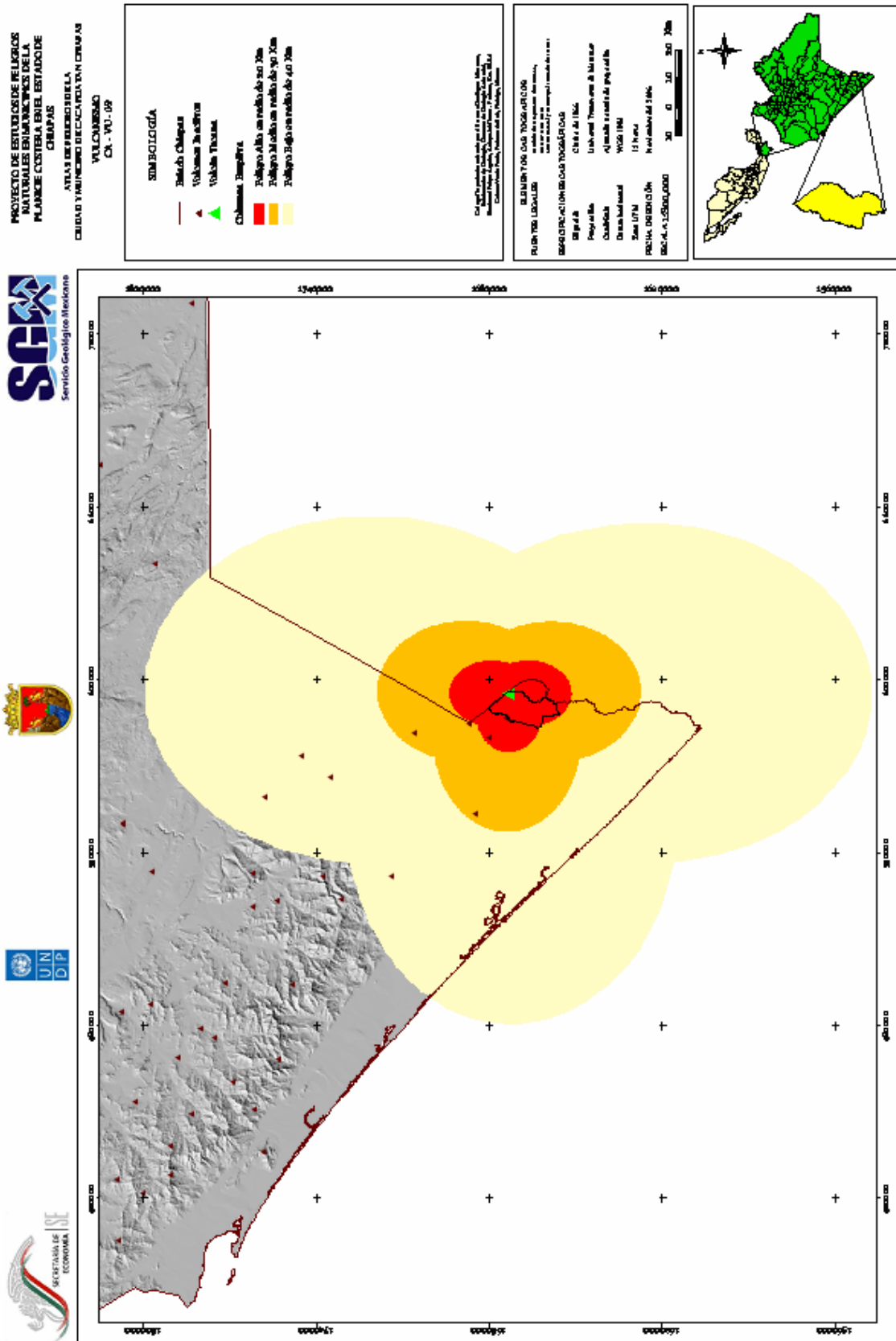
destrucción de los pastos; por la ingestión de grandes cantidades de ceniza, que puede provocar la muerte de los animales en pastaje, o ser envenenados por los constituyentes tóxicos de las cenizas. Los grandes volúmenes de ceniza que desgajan los árboles pueden ocasionar daño directo en las cosechas, o las sustancias ácidas pueden aniquilar las hojas de las mismas.

Por la ubicación en que se localiza la población con respecto al Volcán Tacaná, esta podría verse afectada en gran medida en caso de presentarse una eventualidad asociada con este tipo de peligro.

En esta región el peligro volcánico que presenta el Volcán Tacaná (Fotografía No. 2.4), es bajo, debido a la distancia a la que se encuentra, en función que el viento tenga dirección poniente y la columna alcance un área de influencia de 40 Km., afectaría a los municipios de Unión Juárez, Cacahoatan, Tuxtla Chico y Tapachula, con caída de ceniza con un espesor variable entre 4.72 y 61.38 cm. Para el caso en donde el viento tenga una dirección Sur y con una columna de influencia de 40 Km., los municipios que se ven afectados son; Unión Juárez, Tapachula, Frontera Hidalgo y Suchiate, con un espesor que varía de 4.72 a 18.89 cm. de ceniza, y para el caso de una columna de 30 Km. con una dirección de vientos al suroeste, los municipios que se afectarían con la caída de ceniza son: Unión Juárez, Tapachula, Tuxtla Chico, Metapa y Frontera Hidalgo, con un espesor que va de 4.72-18.89 cm. de ceniza de acuerdo al modelo elaborado por CENAPRED (Figura No. 2.4).



*Fotografía No. 2.4.- Vista del Volcán Tacaná.*



**2.4.- Áreas de influencia del peligro volcánico que presenta el Volcán Tacaná por caída de cenizas en la Planicie Costera del Pacífico, con dirección de vientos hacia el norte, sur y poniente.**

A nivel regional el drenaje que se forma sobre las laderas del Volcán Tacaná el cual drena hacia la cuenca del pacifico y que esta regido principalmente por el gradiente topográfico regional, el fracturamiento y el tipo de roca. En la zona del Volcán Tacaná se distinguen dos tipos de drenaje principalmente: el drenaje dendrítico arborescente y el drenaje radial centrifugo abierto.

El primero representa el drenaje regional de la zona y el más extendido, ya que en general se presenta en roca graníticas y volcánicas terciarias. Dentro de esta red las corrientes principales son el Río Coatan, ubicado al N-NE del volcán y el Río Suchiate al SE.

De ambos ríos el más importante en el área es el Coatán, debido a que es el que drena la mayor parte de la región. A lo largo de éste río desembocan numerosas corrientes del drenaje radial centrifugo proveniente del volcán como son los ríos Agua Caliente y Toquían (al norte del volcán) los cuales tienen grandes caudales que se deben tener en cuenta para un análisis de riesgos. Debido a que un posible flujo piroclástico podría encausarse por tales ríos y al mezclarse con el agua forma un lahar.

El drenaje radial centrifugo esta controlado por la estructura volcánica conformada por andesitas y lahares principalmente; toda el agua que precipita sobre el volcán se drena mediante este sistema radial, alimentando en su gran mayoría a las corrientes del Río Coatan y en menor grado al Suchiate.

Es importante mencionar que la gran mayoría de los valles de este drenaje, son profundos con buena extensión longitudinal en las laderas del volcán, una pendiente de hasta 30° y con caudales considerables en época de lluvias.

Apoyándose en lo expuesto y en la posibilidad de que ocurra una erupción volcánica en la región, los materiales eyectados descenderán primeramente por las pendientes mayores y éstas son los cauces principales, establecidos por el drenaje.

#### **2.1.6).- Peligro por inestabilidad de laderas**

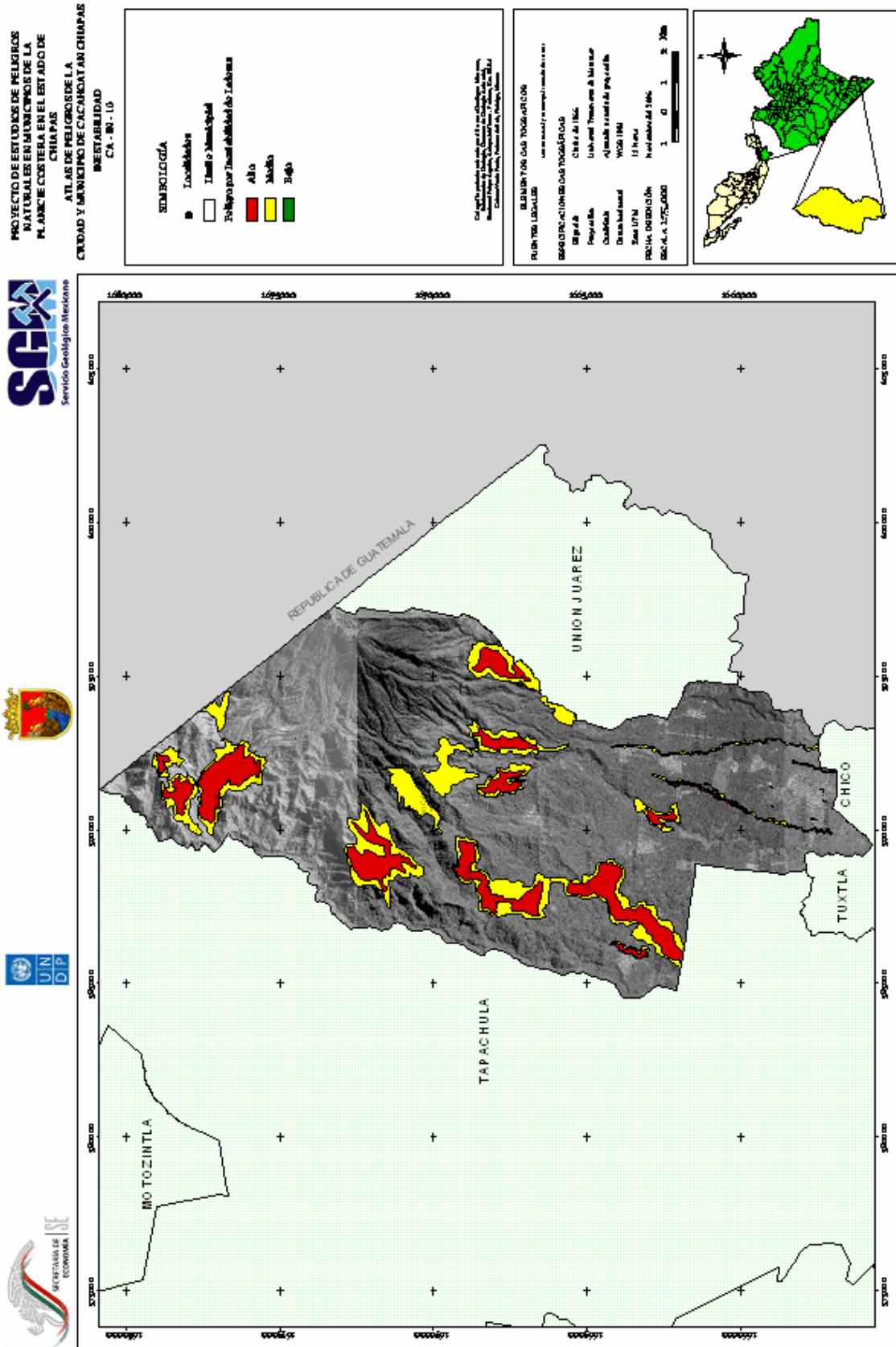
Con respecto a la problemática asociada a inestabilidad de laderas en el municipio se tiene un total de 10 puntos de verificación (Ficha de Campo) los cuales se ubican en la porción oriente de la Cacahoatán y en la misma ciudad (Figuras Nos. 2.5 y 2.6).

Es de destacar que el problema por inestabilidad de laderas esta asociado principalmente a zona de deforestación, empleadas para cultivos en su mayoría de maíz así como para plantaciones de café, para la ubicación de viviendas entre otras (Fotografía No. 2.5); en algunas ocasiones este tipo de problemática no se encuentra muy alejado de las zonas habitacionales tal y como se observa en la misma fotografía.



*Fotografía No 2.5.- Deslizamientos sobre el camino que conduce al poblado de Toquían  
Municipio de Cacahoatán.*

Con respecto a esta problemática solo se identificaron 10 sitios donde se tiene una evidencia bastante explicita de este tipo de peligro; como se observa en la Tabla No. 2.2 en todos los casos el peligro asociado se considera alto con afectaciones tanto a viviendas como a la vida misma.



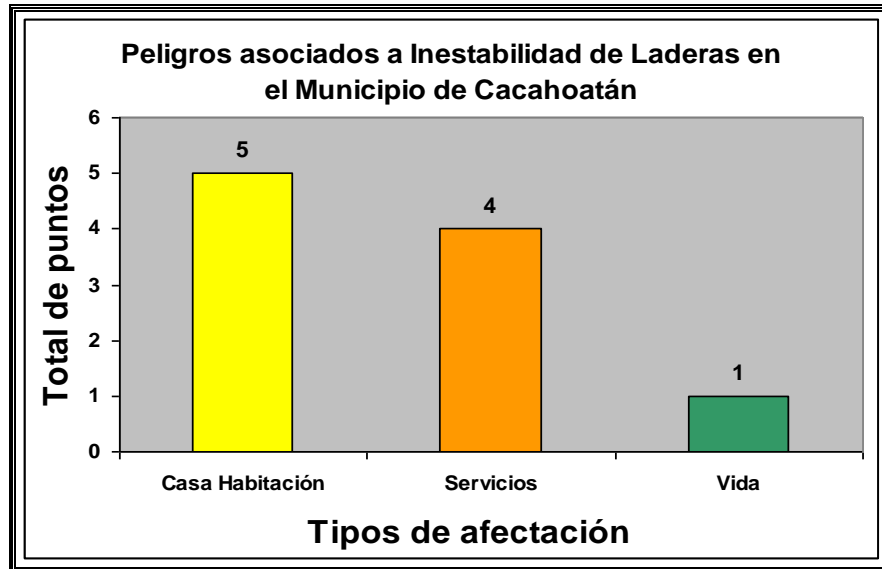
2.5.- Ortofoto con la ubicación de las zonas de inestabilidad de laderas y su nivel de peligro en el municipio de Cacahoatán.



**Tabla No. 2.2.- Total de puntos asociados a Inestabilidad de laderas en el Municipio de Cacahoatán.**

Número de Ficha	Latitud	Longitud	Elevación (m.s.n.m)	Tipo de peligro	Intensidad	Afectación
CA103	591681	1668367	1430	Natural	Alta	Casa habitación
CA113	586251	1667293	912	Natural	Alta	Casa habitación
CA114	585949	1667041	787	Natural	Alta	Casa habitación
CA123	583532	1661269	530	Natural	Alta	Casa habitación
CA124	584732	1660738	544	Natural	Alta	Casa habitación
CA104	592796	1666198	938	Natural	Alta	Servicios
CA112	586850	1668255	1039	Natural	Alta	Servicios
CA126	586667	1664091	662	Natural	Alta	Servicios
CA108	589901	1668117	1326	Natural	Alta	Vida
CA127	588043	1675796	968	Natural	Alta	Servicios

Esta problemática solo se registro en 10 (CA103, CA113, CA114, CA123, CA124, CA104, CA112, CA126, CA108 y CA127) de las 29 fichas levantadas en campo pertenecientes a este municipio tal y como se muestra en la Gráfica No. 2.2.



**Grafica No. 2.2.- Distribución de Peligros asociados a Inestabilidad de Laderas en el Municipio de Cacahoatán.**

Dentro de las labores que comprende también este proyecto es la ubicación de los peligros a nivel municipal (el color de tonalidad rojo corresponde a peligro alto, la tonalidad en amarillo a peligro medio, lo que no presenta color corresponde a peligro bajo) por lo que se recorrió en su totalidad el municipio



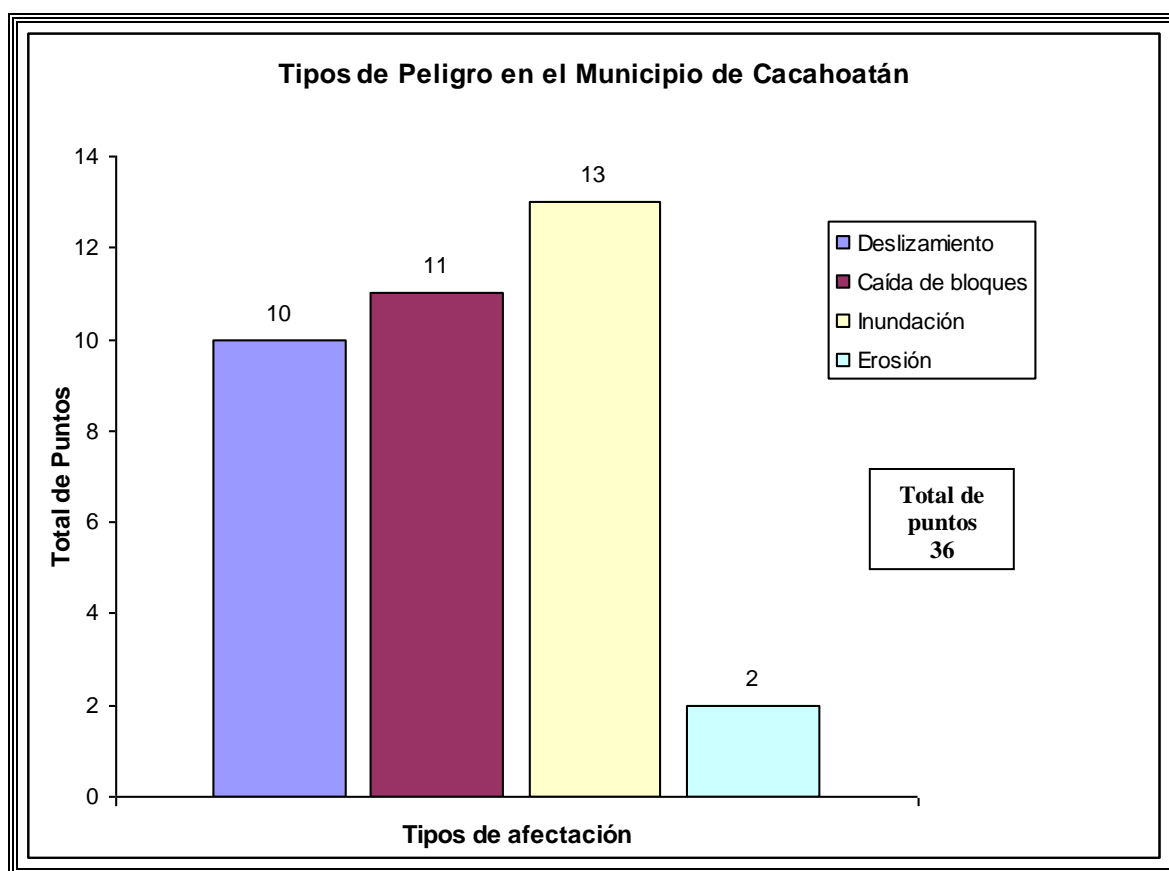
y de donde se obtuvieron los siguientes resultados los cuales se muestran por separado.

El total de fichas levantadas en todo el municipio fueron un total de 36, (cabe mencionar que debido a lo accidentado del terreno en la porción norte del municipio solo se tienen dos puntos los cuales fue necesario llegar con apoyo de helicóptero, Fichas CA189 y CA190 los cuales se ubican en las inmediaciones del Cantón Camambe y al norte del poblado Benito Juárez respectivamente) con lo anterior se pudo constatar que el peligro que afecta de manera mas especifica (para este tiempo en particular) es el peligro por inundación con un total de 13 fichas, caída de bloques 11, deslizamientos 10 y erosión 2 (Tabla No. 2.3 y Grafica No. 2.3).

**Tabla No. 2.3.- Total de puntos en el Municipio de Cacaohatán.**

Numero de ficha	Latitud	Longitud	Elevación (m.s.n.m)	Tipo de peligro
CA103	591681	1668367	1430	Deslizamiento
CA113	586251	1667293	912	Deslizamiento
CA114	585949	1667041	787	Deslizamiento
CA123	583532	1661269	530	Deslizamiento
CA124	584732	1660738	544	Deslizamiento
CA104	592796	1666198	938	Deslizamiento
CA112	586850	1668255	1039	Deslizamiento
CA126	586667	1664091	662	Deslizamiento
CA108	589901	1668117	1326	Deslizamiento
CA127	588043	1675796	968	Deslizamiento
CA109	589167	1666693	964	Caída de bloques
CA110	588752	1666462	989	Caída de bloques
CA111	587145	1668730	1152	Caída de bloques
CA128	587631	1675513	1005	Caída de bloques
CA129	587531	1674893	1093	Caída de bloques
CA130	586280	1674094	962	Caída de bloques
CA131	585837	1673740	1055	Caída de bloques
CA132	585195	1673717	977	Caída de bloques
CA134	585524	1670558	644	Caída de bloques
CA133	584933	1671923	973	Caída de bloques
CA190	590079	1677012	1475	Caída de bloques
CA101	592028	1663803	753	Inundación
CA102	592784	1660972	613	Inundación
CA107	591361	1663578	791	Inundación
CA117	589063	1662799	663	Inundación
CA120	584127	1664564	462	Inundación
CA105	591446	1667103	1181	Inundación
CA114	585949	1667041	787	Inundación
CA115	586830	1664654	668	Inundación

CA116	587171	1663976	647	Inundación
CA118	590101	1662025	679	Inundación
CA121	584556	1663557	530	Inundación
CA125	585066	1662326	579	Inundación
CA119	591048	1662248	706	Inundación
CA106	591212	1665831	1008	Erosión
CA189	591468	1669602	1701	Erosión

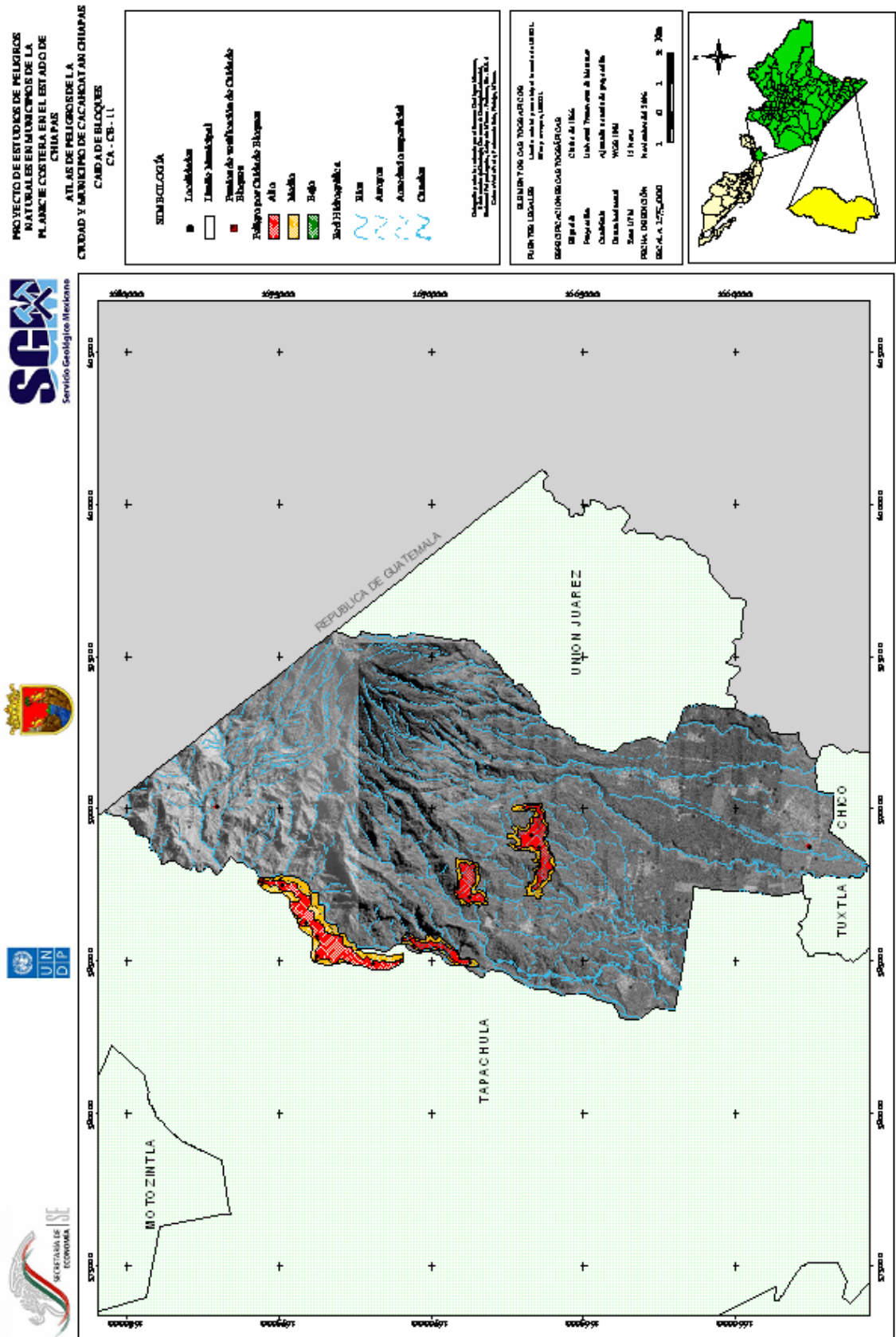


*Grafica No. 2.3.- Distribución de Peligros por tipo de afectación en el Municipio Cacahoatán.*

Cabe destacar que el desglose por tipo de peligros se describirá en el inciso siguiente.

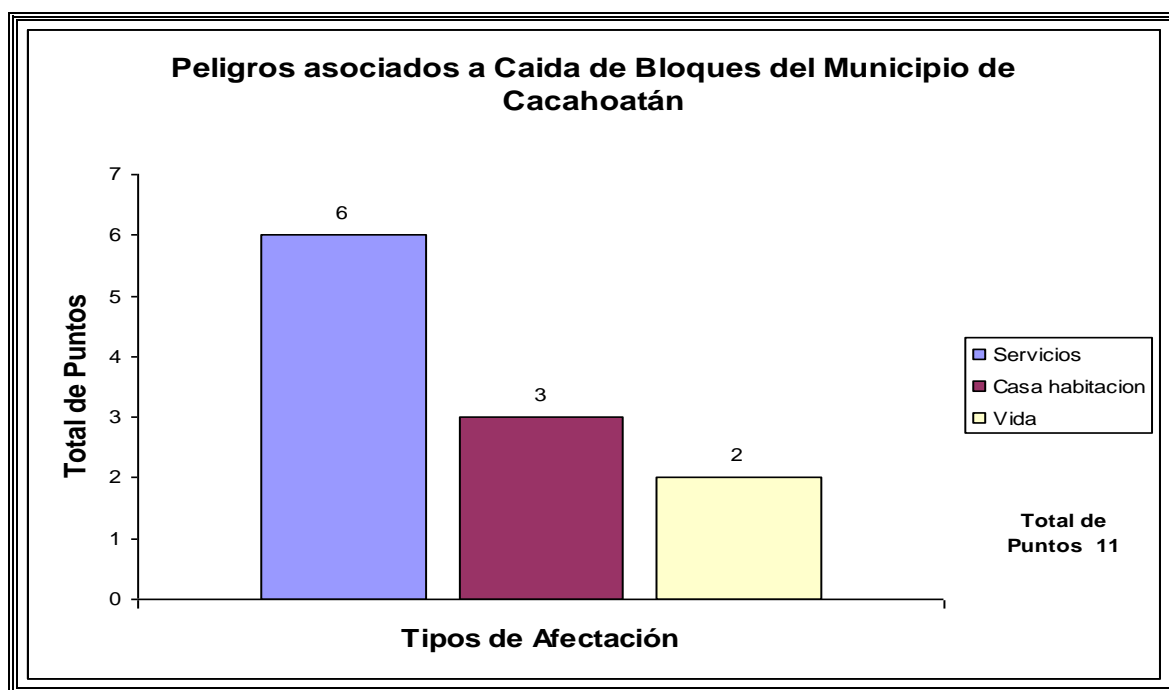
### **2.1.6.1.- Peligro por caída de bloques**

Particularizando para cada uno de los peligros naturales se tiene que para la problemática asociada a caída de bloques esta se ubico en principalmente en las poblaciones de El Desenlace, Unión Juárez, Barrio Nuevo, Los Alpes y San Rafael, estos se ubican tanto en la parte central del municipio con en la porción poniente del municipio (Figuras No 2.7 y 2.8).



2.7.- Ortofoto con la ubicación de las zonas de Caída de Bloques y su nivel de peligro en el municipio de Cacahoatán.

Del total de las 36 Fichas ubicadas en el municipio, 11 están asociadas a caída de bloques tal y como se muestra en la Gráfica No. 2.4



*Gráfica No. 2.4- Distribución de Peligros asociados a Caída de Bloques en el Municipio de Cacahoatán.*

La intensidad del peligro por caída de bloques (Ver Fichas Nos. CA109, CA110, CA111, CA128, CA129, CA130, CA131, CA132, CA134, CA190, y CA133) es alta y los daños se centran principalmente a Servicios (infraestructura carretera, abastecimiento de agua potable, etc.) y a Viviendas (Fotografía No. 2.6 y Tabla No. 2.4).



*Fotografía No 2.6.- Caída de Bloques en el Municipio de Cacahoatán.*

*Tabla No. 2.4.- Total de puntos de Peligros asociados a Caída de Bloques en el Municipio de Cacahoatán.*

Número de Ficha	Latitud	Longitud	Elevación (m.s.n.m)	Tipo de peligro	Intensidad	Afectación
CA109	589167	1666693	964	Natural	Alta	Casa habitación
CA110	588752	1666462	989	Natural	Alta	Casa habitación
CA111	587145	1668730	1152	Natural	Alta	Casa habitación
CA128	587631	1675513	1005	Natural	Alta	Servicios
CA129	587531	1674893	1093	Natural	Alta	Servicios
CA130	586280	1674094	962	Natural	Alta	Servicios
CA131	585837	1673740	1055	Natural	Alta	Servicios
CA132	585195	1673717	977	Natural	Alta	Servicios
CA134	585524	1670558	644	Natural	Alta	Servicios
CA190	590079	1677012	1475	Natural	Alta	Vida
CA133	584933	1671923	973	Natural	Alta	Vida

Una de las causas principales por la cual se da este fenómeno es el intemperismo esferoidal típico de las rocas graníticas y granodioritas que se encuentran en la zona occidente del municipio; además grandes extensiones de terreno son desmontadas y empleadas para cultivo de café y maíz, lo cual se traduce en que la precipitación ocasiona una mayor saturación del suelo que

soporta los bloques y estos se deslizan o bien ruedan ladera abajo, cabe mencionar que los puntos donde se observa esto son laderas con pendientes mayores a 45° y sin vegetación natural.

Con respecto a inestabilidad de laderas y caída de bloques (Figuras Nos. 2.9 y 2.10) para la ciudad de Cacahoatán se tienen un total de 23 fichas de campo, (Tabla No. 2.5 y Gráfica No. 2.5); dentro de esta misma tabla se incluye la única ficha que se tienen para caída de bloques (Ficha CA38) donde se muestra que la mayor afectación por este tipo de peligro se da a viviendas con un total de 18 Fichas, afectaciones a la agricultura 3 y 2 a predios sin habitar (Fotografías Nos. 2.7 y 2.8).

Como se observa en las figuras arriba citadas la principal zona que podría verse afectada por peligro por Inestabilidad de Laderas se tienen a lo largo del Río Izapa donde ya se tiene viviendas ubicadas sobre el cauce del Río y además (según platica con el encargado de Protección Civil Municipal) se tiene planeado hacer nuevos fraccionamientos los cuales estarían a aproximadamente 100 m del actual cauce del Río Izapa.

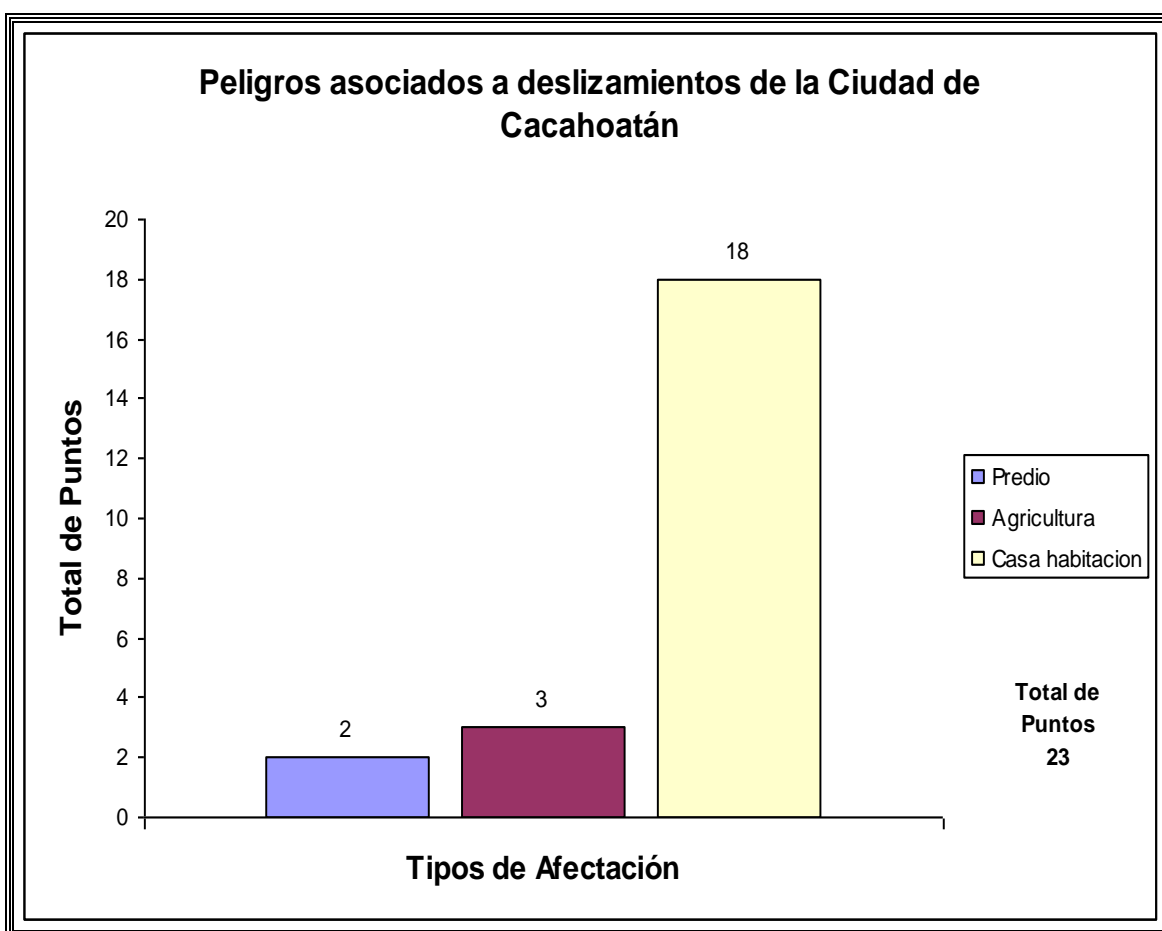
Otra zona que se visito fue la porción poniente de esta ciudad, ya que el crecimiento poblacional se tiene también planeado aledaño al cauce de Río Cacahoatán.

Este tipo de problemáticas es difícil de que se pueda presentar en la ciudad de Cacahoatán, ya que las no existen elevaciones topográficas que puedan presenta un riesgo a la comunidad (con excepción del punto localizado en la porción poniente de la misma ciudad).

**Tabla No. 2.5.- Total de puntos asociadas a peligros por Caída de bloques e Inestabilidad de Laderas en la Ciudad de Cacahoatán.**

Numero de Ficha	Latitud	Longitud	Elevación (msnm)	Tipo de peligro	Intensidad	Afectación
CA34	588722	1658431	492	Natural	Alta	Predio
CA35	588626	1658024	485	Natural	Alta	Predio
CA37	588501	1657014	461	Natural	Alta	Agricultura
CA38	588782	1657559	489	Natural	Alta	Agricultura
CA39	589338	1658878	522	Natural	Alta	Agricultura
CA81	589553	1657208	468	Natural	Alta	Casa habitación
CA78	589891	1657232	483	Natural	Alta	Casa habitación
CA75	590129	1657786	474	Natural	Alta	Casa habitación
CA70	589341	1657701	482	Natural	Alta	Casa habitación
CA65	589990	1658910	530	Natural	Alta	Casa habitación

CA57	588570	1657457	471	Natural	Alta	Casa habitación
CA56	588778	1657230	474	Natural	Alta	Casa habitación
CA53	588830	1657351	479	Natural	Alta	Casa habitación
CA52	588930	1657521	483	Natural	Alta	Casa habitación
CA51	589064	1657517	482	Natural	Alta	Casa habitación
CA36	588587	1657606	481	Natural	Alta	Casa habitación
CA33	590454	1656950	464	Natural	Alta	Casa habitación
CA32	590472	1657208	471	Natural	Alta	Casa habitación
CA31	590555	1657372	473	Natural	Alta	Casa habitación
CA30	590645	1657533	480	Natural	Alta	Casa habitación
CA29	590682	1657664	483	Natural	Alta	Casa habitación
CA28	590705	1657868	490	Natural	Alta	Casa habitación
CA27	590772	1658070	497	Natural	Alta	Casa habitación



Grafica No. 2.5.- Tipos de afectación ocasionados por Inestabilidad de Laderas y Caída de Bloques en la Ciudad de Cacahoatán.



*Fotografías No. 2.7.- Afectación por caída de bloques en la ciudad de Cacahoatán.*



*Fotografías No. 2.8.- Afectación por peligro de inestabilidad de laderas en la ciudad de Cacahoatán.*



## **2.2- Peligros Hidrometeorológicos.**

El ciclo del agua, la periodicidad de los vientos, las zonas térmicas y las variaciones de presión son fenómenos que se presentan como parte de la dinámica atmosférica del planeta. Cuando estos fenómenos se manifiestan en forma más intensa pueden ocasionar desastres. En general este tipo de peligros se estudia mediante dos grandes vertientes; la distribución temporal mediante el registro anual de eventos ya sea instrumental, hemerográfico o bibliográfico y la distribución espacial; es decir, la detección de áreas mediante representaciones cartográficas que muestran áreas de afectación o potencialmente afectables. Incluye otras variables como: magnitud, frecuencia, duración, extensión, velocidad de arranque, dispersión espacial, dispersión temporal, entre ellas. Por tal razón, en muchos casos se requiere un análisis histórico. La estadística de los peligros hidrometeorológicos que contribuye en la evaluación de riesgo en zonas urbanas, comprende los temas de:

La cabecera municipal al igual que todo el municipio se considera como zona de Peligro Alto al ser susceptible a huracanes, ciclones, depresiones tropicales, entre otros fenómenos hidrometeorológicos, se considera también de alto peligro debido a que se localiza en la región de mayor actividad sísmica lo cual no favorece la implantación de nuevos asentamientos humanos sobre todo si se encuentran sobre sedimentos de origen aluvial o rellenos artificiales.

Un problema que se presenta en la ciudad de Cacahoatán es la disposición de residuos sólidos sobre los cauces de arroyos (donde se encuentran viviendas a lo largo del mismo), ya que aunque existe un depósito temporal-final de residuos sólidos, que alberga los residuos de las poblaciones de Tuxtla Chico, Cacahoatán y Metapa, las viviendas vierten sus residuos a los arroyos, además de que estos mismo arroyos sirven como depósito de descargas de aguas residuales ya que no se tiene ningún tipo de tratamiento.

### **2.2.1).- Peligro por inundación**

Cacahoatán esta limitada en sus flancos oriente y poniente por los Ríos Izapa y Cahoacán respectivamente; entre estos dos ríos se tiene un total de 6 arroyos intermitentes los cuales durante la temporada de estiaje solo sirven para desalojo de aguas residuales (Fotografías Nos. 2.9, 2.10 y 2.11) adema del vertido de todo tipo de desechos sólidos y durante la temporada de lluvias estos mismos arroyos incrementan su caudal considerablemente lo cual se

traduce en inundación de las viviendas que se ubican sobre ambas márgenes de los mismos.



*Fotografía No. 2.9.- Ubicación de viviendas sobre la margen izquierda del Río Izapa (barrio Belisario Domínguez).*



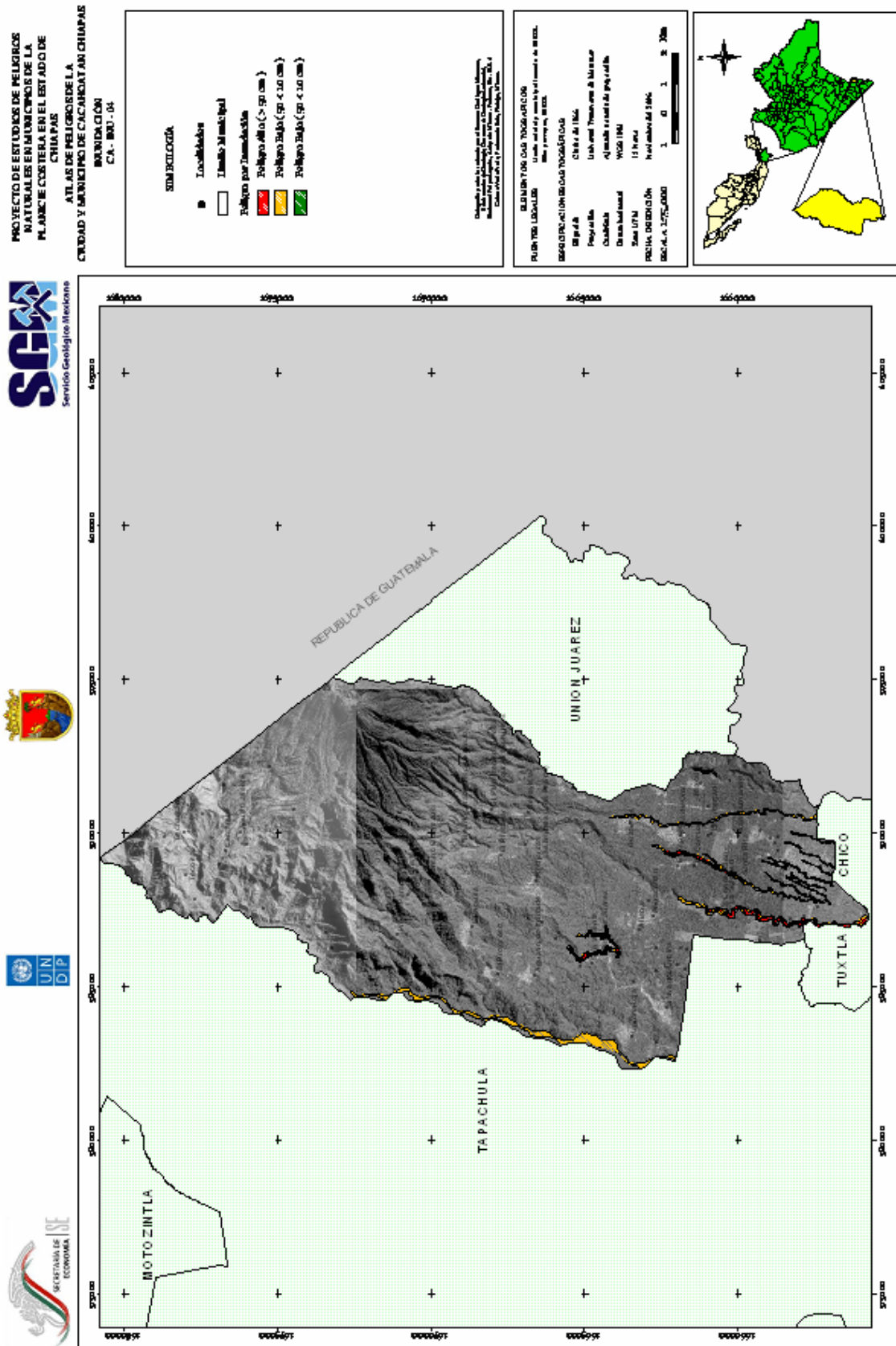
*Fotografía No. 2.10.- Ubicación de viviendas que descargan sus aguas residuales sobre los cauces de arroyos del barrio Belisario Domínguez.*



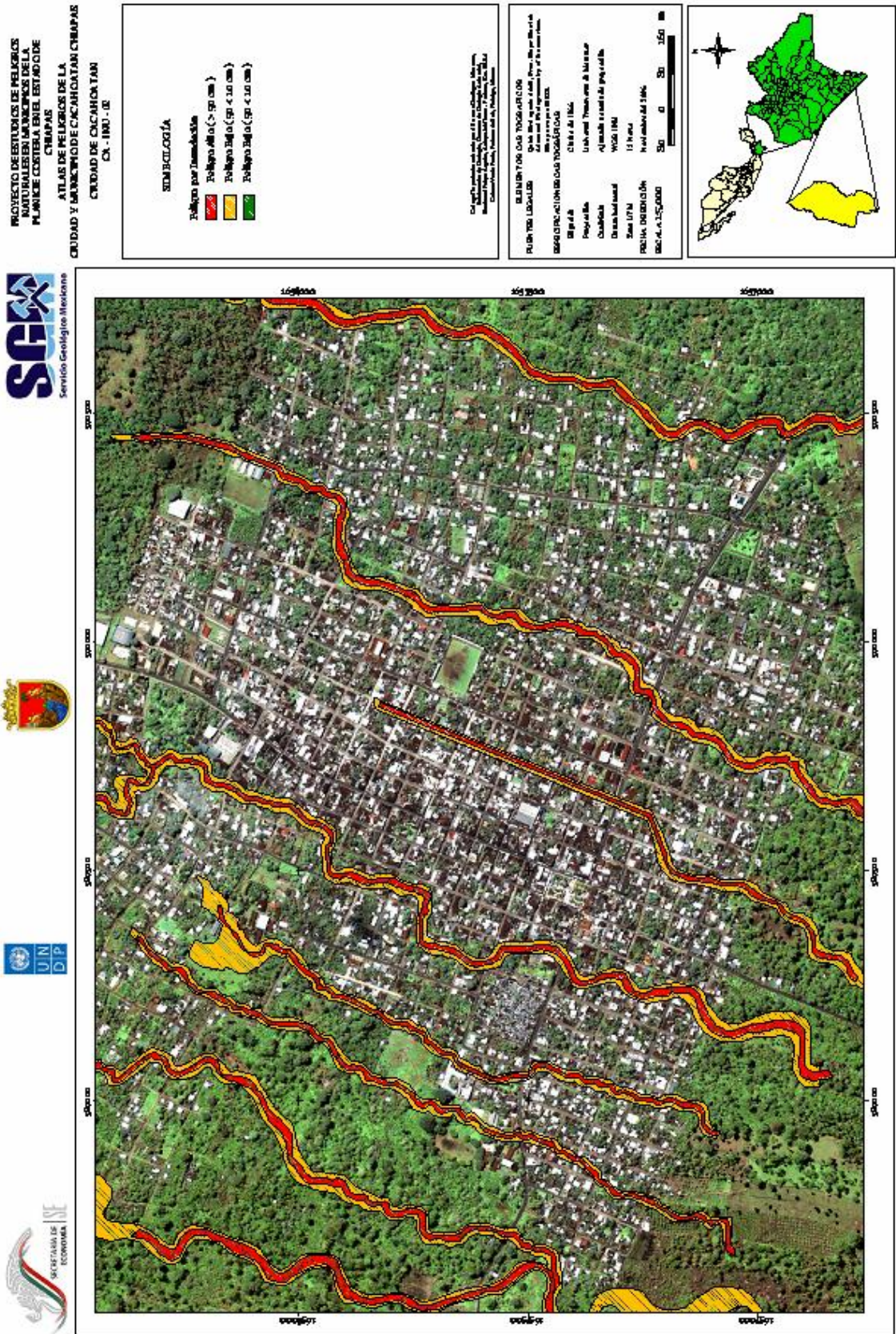
***Fotografía No. 2.11.- Vertido de desechos sólidos sobre el cauce de arroyo del Barrio Anahuac.***

Las inundaciones son la acumulación de agua en grandes cantidades, producto del flujo o el escurrimiento ocasionado por el desborde de ríos, lagos o presas y por lluvias torrenciales o el incremento de las mareas. Una inundación ocurre cuando el sistema de drenaje y las propias características del suelo no son suficientes para que el agua se infiltre.

En las Figura No. 2.11 y 2.12 se indican los puntos en donde se observó este tipo de problemática asociado a inundación las cuales se manera muy puntual se tienen aledañosamente a la población de Cacahoatán.



2.15.- Ortofoto con la ubicación de las zonas de inundación y su nivel de peligro en el municipio de Cacahoatán.



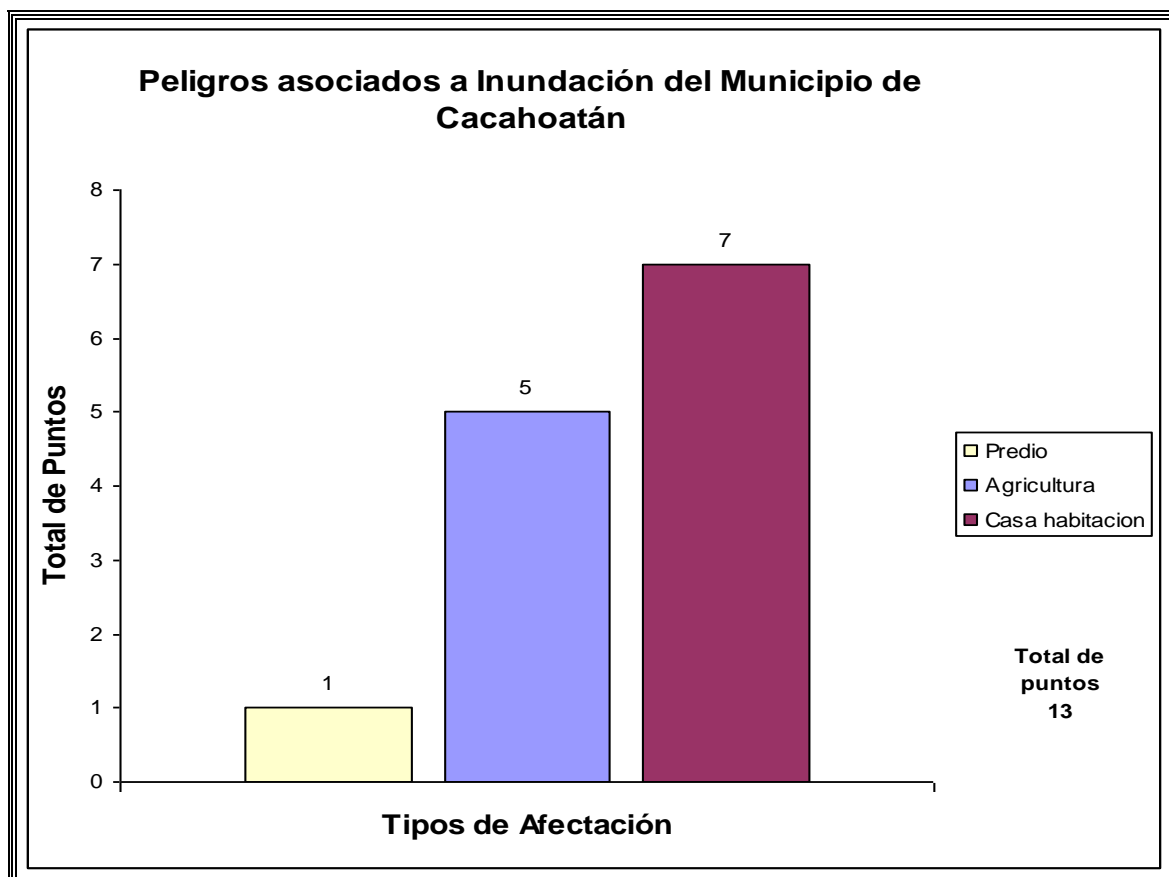
2.16.- Imagen Quick Bird con la ubicación de las zonas de inundación y su nivel de peligro en la ciudad de Cacahoatán.

Como se observa en la Tabla No. 2.6 este tipo de peligros es alto en todos los puntos (CA101, CA102, CA107, CA117, CA120, CA105, CA114, CA115, CA116, CA118, CA121, CA125 y CA119), la afectación más importante esta asociada a Viviendas.

**Tabla No. 2.6.- Total de puntos asociados a Inundación en el Municipio de Cacahoatán.**

Número de Ficha	Latitud	Longitud	Elevación (m.s.n.m)	Tipo de peligro	Intensidad	Afectación
CA101	592028	1663803	753	Natural	Alta	Agricultura
CA102	592784	1660972	613	Natural	Alta	Agricultura
CA107	591361	1663578	791	Natural	Alta	Agricultura
CA117	589063	1662799	663	Natural	Alta	Agricultura
CA120	584127	1664564	462	Natural	Alta	Agricultura
CA105	591446	1667103	1181	Natural	Alta	Casa habitación
CA114	585949	1667041	787	Natural	Alta	Casa habitación
CA115	586830	1664654	668	Natural	Alta	Casa habitación
CA116	587171	1663976	647	Natural	Alta	Casa habitación
CA118	590101	1662025	679	Natural	Alta	Casa habitación
CA121	584556	1663557	530	Natural	Alta	Casa habitación
CA125	585066	1662326	579	Natural	Alta	Casa habitación
CA119	591048	1662248	706	Natural	Alta	Predio

Como se observa en la Tabla No. 2.6 en 6 sitios donde se tiene punto de verificación el peligro es alto y medio se tienen afectaciones a viviendas 7, a predios no construidos 1 y a la agricultura 5 (Ver Grafica No. 2.6).



*Grafica No. 2.6.- Distribución de Peligros asociados a Inundación en el Municipio de Cacahoatán.*

Para la ciudad de Cacahoatán se levantaron un total de 74 fichas de campo, (Figuras Nos. 2.13) de las cuales 51 están asociadas a peligro por inundación y 22 a inestabilidad de laderas y 1 a caída de bloques (Tablas No. 2.7 y 2.8).

Con respecto a las zonas de inundación de esta misma cabecera municipal se estima que las colonias ubicadas en la parte noroeste y suroeste se verán afectadas debido a que la pendiente en esta porción de la ciudad es menor y como también se constato en algunas colonias no cuenta con el servicio de drenaje.



**Tabla No. 2.7.-Total de puntos (Fichas) asociadas a peligros por inundación en la Ciudad de Cacahoatán.**

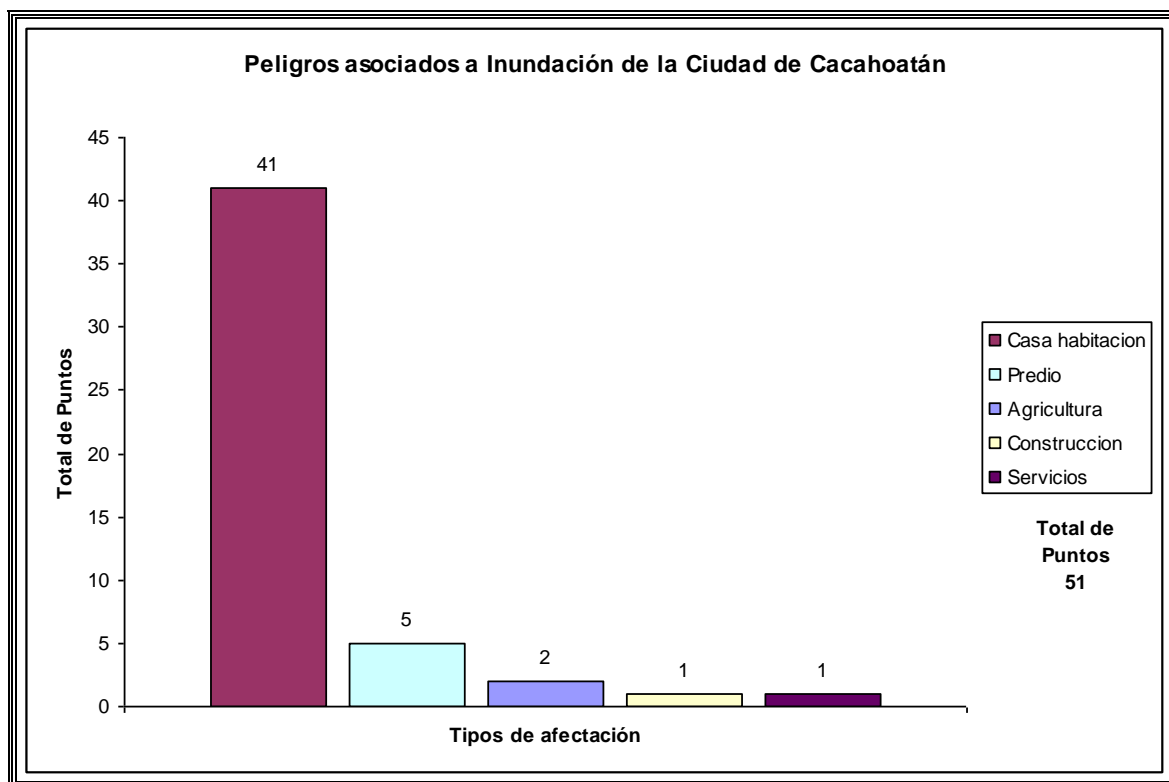
Numero de Ficha	Latitud	Longitud	Elevación (msnm)	Tipo de peligro	Intensidad	Afectación
CA40	589218	1658615	507	Natural	Alta	Agricultura
CA57	588570	1657457	471	Natural	Alta	Agricultura
CA27	590772	1658070	497	Natural	Alta	Casa habitación
CA28	590705	1657868	490	Natural	Alta	Casa habitación
CA29	590682	1657664	483	Natural	Alta	Casa habitación
CA30	590645	1657533	480	Natural	Alta	Casa habitación
CA31	590555	1657372	473	Natural	Alta	Casa habitación
CA36	588587	1657606	481	Natural	Alta	Casa habitación
CA41	589142	1658533	504	Natural	Alta	Casa habitación
CA42	589102	1658311	496	Natural	Alta	Casa habitación
CA43	589352	1658350	501	Natural	Alta	Casa habitación
CA44	589225	1658169	495	Natural	Alta	Casa habitación
CA45	589322	1658024	493	Natural	Alta	Casa habitación
CA47	589234	1657879	491	Natural	Alta	Casa habitación
CA49	589169	1657766	488	Natural	Alta	Casa habitación
CA50	589031	1657761	487	Natural	Alta	Casa habitación
CA51	589064	1657517	482	Natural	Alta	Casa habitación
CA52	588930	1657521	483	Natural	Alta	Casa habitación
CA53	588830	1657351	479	Natural	Alta	Casa habitación
CA54	589010	1657268	477	Natural	Alta	Casa habitación
CA56	588778	1657230	474	Natural	Alta	Casa habitación
CA58	589755	1658733	508	Natural	Alta	Casa habitación
CA59	589831	1658705	510	Natural	Alta	Casa habitación
CA60	589855	1658551	508	Natural	Alta	Casa habitación
CA61	589711	1658598	507	Natural	Alta	Casa habitación
CA62	589758	1658347	498	Natural	Alta	Casa habitación
CA63	589649	1658370	501	Natural	Alta	Casa habitación
CA65	589990	1658910	530	Natural	Alta	Casa habitación
CA66	589695	1658166	497	Natural	Alta	Casa habitación
CA67	589612	1657960	496	Natural	Alta	Casa habitación
CA68	589490	1657859	490	Natural	Alta	Casa habitación
CA69	589485	1657855	489	Natural	Alta	Casa habitación
CA70	589341	1657701	482	Natural	Alta	Casa habitación
CA71	589249	1657186	470	Natural	Alta	Casa habitación
CA73	590393	1658043	496	Natural	Alta	Casa habitación
CA74	590214	1657903	481	Natural	Alta	Casa habitación
CA75	590129	1657786	474	Natural	Alta	Casa habitación
CA76	590064	1657525	462	Natural	Alta	Casa habitación
CA77	590033	1657386	458	Natural	Alta	Casa habitación
CA78	589891	1657232	483	Natural	Alta	Casa habitación
CA79	589745	1657005	463	Natural	Alta	Casa habitación
CA80	589869	1657813	493	Natural	Alta	Casa habitación
CA81	589553	1657208	468	Natural	Alta	Casa habitación

CA82	589482	1657101	464	Natural	Alta	Casa habitación
CA33	590454	1656950	464	Natural	Alta	Construcción
CA32	590472	1657208	471	Natural	Alta	Predio
CA48	589161	1657996	496	Natural	Alta	Predio
CA55	588928	1657111	472	Natural	Alta	Predio
CA64	589842	1659046	526	Natural	Alta	Predio
CA72	590444	1658336	510	Natural	Alta	Predio
CA46	589406	1658168	502	Natural	Alta	Servicios

Como se observa en la tabla anterior, se tiene que del total de fichas de campo asociadas a peligro por inundación son 51 las cuales se consideran de peligro alto (Fotografía Nos. 2.12), del total se tiene que 41 tienen una afectación directa a viviendas, 2 asociadas a cultivos, 1 afectación a construcción en obra negra, 5 a predios no urbanizados y 1 a servicios (Grafica No. 2.7).



**Fotografías No. 2.12.- Afectación por inundación en viviendas ubicadas sobre las márgenes de arroyos intermitentes ubicados en la Ciudad de Cacahoatán.**



**Grafica No. 2.7.-Distribución de Peligros por Inundación en la Ciudad de Cacahoatán.**

Como resultado de los recorridos realizados en la ciudad de Cacahoatán, se identificó que las problemáticas están asociadas a inundación generada principalmente por la ubicación de viviendas sobre los cauces de los arroyos (los cuales en la mayoría de los casos son intermitente) y donde se identificaron 2 (Río Izapa y Cahoacán) de los cuales solo se hará referencia al primero ya que en gran parte de su cauce, las viviendas asentadas sobre éste presentan problemas asociados a deslizamientos de terrenos descartando la inundación; ya que para el Río Cahoacán este se encuentra a 500 m de la zona urbana de Cacahoatán y los 5 arroyos Huehuecho, Panzero I y II, Emiliano Zapata (nombre informal) y Agua Escondida como se observa en las Fotografías Nos. 2.13, 2.14, 2.15 y 2.16; la afectación a esta población esta asociada a los tipos de construcción, los principales materiales de que están construidas las viviendas son ladrillo o block además de ser de techo flexible (lamina de cartón o madera) o bien de techo rígido (concreto); en su mayoría las viviendas con una mayor afectación son las que se ubican sobre la margen de ríos y arroyos intermitentes, las cuales podrían sufrir problemas de inundación; considerando lo anterior el numero total de viviendas que podría verse afectadas en la ciudad de Cacahoatán es de 393 (lo que se traduce en afectación a 1,675 personas con un promedio de 5 habitantes por familia), de

las cuales 308 viviendas son construcciones de ladrillo y 85 de madera; del número total de viviendas, 368 construcciones son de techo flexible y 25 de techo rígido; considerando la vulnerabilidad debido a su cercanía al cauce de los ríos y arroyos, se consideran 378 viviendas como de vulnerabilidad alta, 15 viviendas con vulnerabilidad media; al relacionar los parámetros de tipos de construcción y vulnerabilidad se puede concluir que del total de las viviendas ubicadas sobre las márgenes de los arroyos y ríos un total de 380 viviendas en peligro alto y 13 viviendas en peligro medio (Tabla No. 2.8).

**Tabla No. 2.8.- Distribución de peligrosidad en la ciudad de Cacahoatán.**

Número de viviendas	Número de habitantes (promedio)	Tipo de Construcción		Tipo de Techo		Vulnerabilidad			Peligro			
		Ladrillo o Block	Madera	Flexible	Rígido	Alta	Media	Baja	Alto	Medio	Bajo	
1	5											Río Izapa
1	4											
1	6											
1	4											
1	4											
1	5											
1	3											
1	4											
1	7											
1	3											
1	4											
1	4											
1	5											
1	4											
1	4											
2	8											
2	9											
1	4											
1	4											
1	5											
1	2											
1	4											
1	4											
1	4											
1	3											
1	4											
1	4											
1	4											
1	4											
1	4											
1	4											
1	4											
1	6											
1	6											
2	10											
1	4											
1	5											
1	2											
1	5											
1	4											
1	5											
1	5											
1	4											
2	9											
1	4											
1	5											
1	4											
1	4											

1	4													
1	2													
1	4													
1	4													
2	7													
2	5													
3	13													
5	20													
2	9													
5	20													
4	15													
2	9													
2	8													
1	4													
1	3													
1	5													
1	4													
1	5													
2	8													
2	8													
1	4													
1	4													
2	5													
1	3													
1	4													
3	4													
2	8													
2	8													
2	8													
1	5													
1	4													
3	12													
1	5													
1	4													
4	16													
3	14													
1	4													
1	3													
2	8													
2	8													
2	8													
1	4													
1	5													
1	4													
1	5													
1	7													
1	5													
1	4													
2	9													
1	5													
2	8													
2	9													
1	7													
3	14													
1	2													
2	9													
1	7													
1	4													
2	8													
3	14													
1	5													
2	9													
1	6													
1	4													
1	4													
1	3													
5	19													
1	5													
2	10													

Arroyo Panzero I

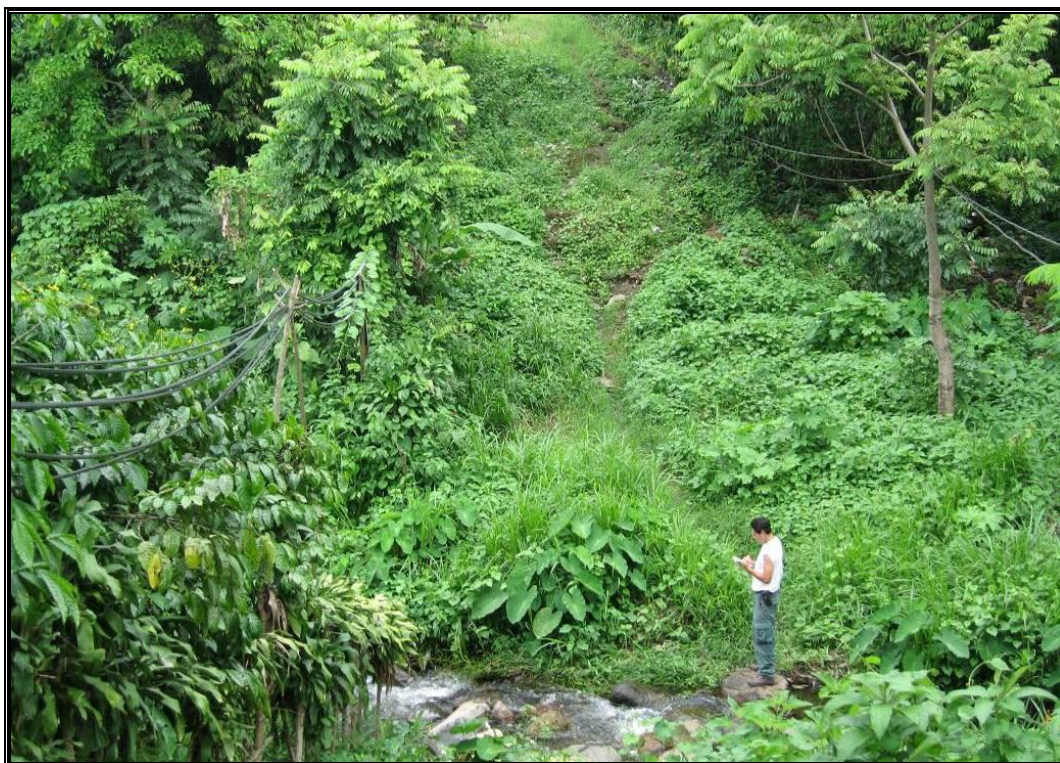
1	6										
1	4										
2	4										
1	5										
1	5										
1	3										
2	6										
1	3										
2	11										
1	5										
1	4										
1	4										
1	6										
1	4										
1	5										
1	4										
1	4										
1	4										
1	5										
1	3										
4	16										
5	22										
2	12										
1	4										
1	4										
2	10										
3	16										
1	5										
1	4										
1	5										
1	4										
3	15										
2	5										
1	4										
1	4										
2	9										
1	5										
1	7										
1	4										
2	10										
8	36										
3	15										
4	17										
3	14										
4	19										
2	10										
1	6										
2	11										
5	22										
3	10										
3	5										
6	29										
2	5										
1	4										
1	3										
1	4										
1	4										
2	9										
5	21										
1	6										
1	5										
1	5										
1	3										
1	4										
2	7										
1	4										
1	5										
2	9										
2	7										

Arroyo Emiliano Zapata

Arroyo Panzero II

4	17										
3	14										
5	22										
1	5										
4	17										
2	8										
2	12										
1	6										
2	10										
2	10										
4	21										
2	7										
3	9										
3	13										
1	4										
2	9										
1	4										
1	4										
2	8										
1	4										
6	26										
11	47										
5	23										
6	27										
3	13										
2	7										
2	9										
2	9										
1	5										
1	5										
4	18										
1	4										
1	1										
1	5										
<b>393</b>	<b>1675</b>										

Arroyo Agua  
Escondida



Fotografía No. 2.13.- Sobre el cauce del Río Izapa.



**Fotografía No. 2.14.- Sobre el cauce del arroyo Panzero I.**



**Fotografía No. 2.15.- Sobre el cauce del arroyo Huehuecho.**





*Fotografía No. 2.16.- Sobre el cauce del arroyo Panzero II.*

Por lo que respecta a la distribución de habitantes en peligro por inundación, se tiene que de los 1675, 1310 habitan en construcciones de ladrillo y 365 en construcción de madera; la distribución de habitantes sobre construcciones de techos flexibles y rígidos son de 1560 y 15 respectivamente; como resultado de lo anterior la distribución de habitantes vulnerables en la ciudad de Cacahoatán es de 1604 personas en categoría alta y 71 media, finalmente la distribución de personas en peligro es de 1622 y 53 asociados directamente a peligro alto y medio.

Un aspecto que resulta importante destacar es la pendiente que se tiene en la zona urbana (Figura No. 2.15) la cual es casi horizontal lo que en algunos puntos podría traducirse en zonas de inundación aledañas a los cauces de ríos y arroyos que cruzan la ciudad de Cacahoatán con dirección norte-sur.

Como se observa en la figura, la zona de peligro alto se ubica en los primeros 10 metros del cauce del río y/o arroyo, el peligros medio entre los 10 y 20 metros y el peligro bajo a una distancia mayor a los 20 metros de distancia del cauce del río y/o arroyo.

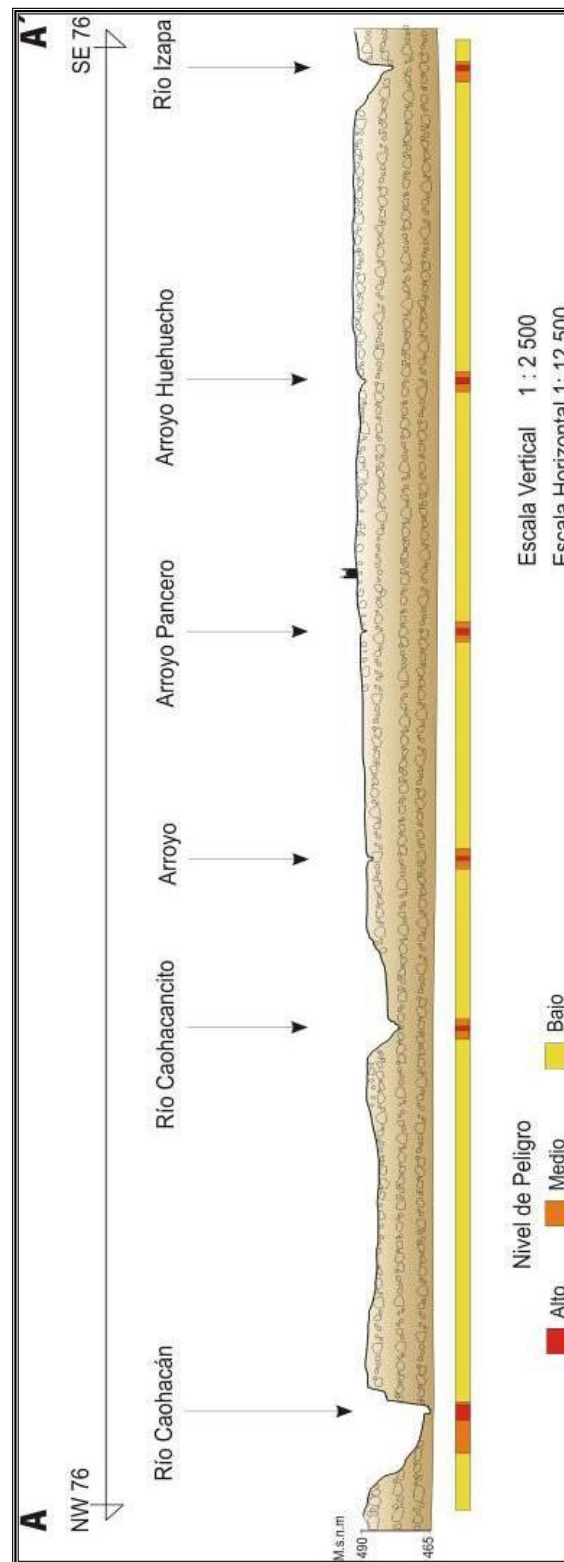


Figura No. 2.14.- Sección topográfico-geológica realizada en la ciudad de Cacahoatán, donde se ubican los arroyos, debajo en forma de barra se ubica el grado de peligro que representa cada corriente.

### **3.- CONCLUSIONES**

1. El volumen de precipitación final que se ha tenido desde la década de los años 40's hasta los últimos seis años de la presente década esta marcado por dos periodos bastante definidos, para las dos primeras décadas se tiene un incremento superior a los 222,000.00 mm/década, pero a partir de la década de los 70's el volumen precipitado ha estado disminuyendo en promedio 100,000.00 mm/década.
2. El deterioro y la falta de equipo de las estaciones climatológicas e hidrometeorológicas ubicadas en el municipio de Cacahoatán y municipios conurbanos limitan la obtención de la información necesaria para tener una mejor visión de las problemáticas climatológicas prevalecientes en la región.
3. En Cacahoatan, los peligros por inundación se tienen identificados en las porciones oriente y poniente (cauces de arroyos intermitentes) los cuales atraviesan a la ciudad y donde se tienen peligros por inundación alto y medio; para la determinación de los grados de peligrosidad se recorrió todo el cauce del arroyo y se media la distancia de las viviendas a el cauce, estimándose así que la zona de peligro alto se da 10 metros a partir del cauce del arroyo y entre los 10 y 15 metros lo identificado como peligro medio
4. Las poblaciones con peligro por deslizamiento debido a las pendientes predominantes son Agua Caliente, Piedra Parada, Chespal Viejo, Chespal Nuevo, El Águila, Iturbide. Benito Juárez, Alpujarraz, El Platanar, Bellavista, El Plan, etc., todas aledañas a la cabecera municipal.
5. En la cabecera municipal, se cartografiaron 74 puntos de verificación de los cuales 51 están asociadas a problemas por inundación, 22 a deslizamientos y 1 a caída de bloques
6. En el municipio de Cacahoatan se tiene un total de 36 puntos de verificación, de los cuales 2 son asociadas a erosión, 13 inundaciones, 11 caídas de bloques y 10 deslizamientos.
7. Como resultado de los trabajos de campo, se identificó que la principal problemática de peligro por inundación está asociada a la ubicación de

las viviendas sobre los cauces de los arroyos (los cuales en la mayoría de los casos son intermitente) y donde se identificaron 2 Río Izapa y Cahoacán.

8. Las viviendas están construidas principalmente de ladrillo o block con techo flexible (lamina de cartón o madera) o bien de techo rígido (concreto); en su mayoría las primeras presentaron mayor afectación durante las lluvias e inundaciones de octubre del 2005.
9. El numero total de viviendas que podría verse afectadas por inundaciones en la ciudad de Cacahoatán es de 393 (lo que se traduce en afectación a aproximadamente 1,675 personas con un promedio de 5 habitantes por familia), de las cuales 308 viviendas son construcciones de ladrillo y 85 construcción de madera; del numero total de viviendas 368 construcciones son de techo flexible y 25 de techo rígido; considerando la vulnerabilidad debido a su cercanía al cauce del ríos y arroyos se consideran 378 viviendas como de vulnerabilidad alta, 15 viviendas con vulnerabilidad media; al relacionar los parámetros de tipos de construcción y vulnerabilidad se puede concluir que del total de las viviendas ubicadas sobre las márgenes de los arroyos y ríos un total de 380 viviendas en peligro alto y 13 viviendas en peligro medio.

#### **4.- RECOMENDACIONES**

Las medidas principales que podrían tomarse para mitigar el peligro por inundación:

- Proponer programas de regulación de terrenos siempre y cuando no estén en zonas de peligro.
- Evitar los desarrollos urbanos y cambiar el uso de suelo en zonas de peligro.
- Reubicar a las viviendas que estén afectadas directamente por estos fenómenos.
- Hacer un programa de reforestación, preservación de áreas verdes y vigilancia evitando la tala de árboles para estabilizar las laderas.
- Construir muros de contención para proteger a las viviendas de la caída de rocas, así como para estabilizar las laderas.
- Un programa continuo de desazolve y limpieza de los ríos y del drenaje en las poblaciones.
- Construir un sistema de drenaje pluvial adecuado.
- Reactivar el sistema de alarma para prevención de desastres.
- Dar pláticas a la población para fomentar la cultura de limpieza y seguridad.
- Hacer un programa de simulacros especificando las rutas de evacuación dentro de los diferentes puntos de la ciudad.
- Construir más puentes que comuniquen a los diversos barrios de la ciudad para considerarlos como apoyo para rutas de evacuación.

Las medidas principales que podrían tomarse para mitigar el peligro por deslizamiento y fallas geológicas:

- Evitar los desarrollos urbanos en zonas de peligro y cambiar el uso de suelo habitacional a uso de suelo agrícola o como áreas verdes.
- Hacer un programa de reforestación y preservación de áreas verdes evitando la tala de árboles para estabilizar las laderas, Los programas de conservación, preservación y reforestación de las diversas especies, deben llevarse a cabo en coordinación entre autoridades y personal técnico adecuado para fomentar la recuperación y conservación de los recursos naturales (suelo y agua).
- Construir muros de contención y terraplenes para proteger a las viviendas de la caída de rocas, así como para estabilizar las laderas.

Para prevenir los riesgos por flujos, se considera lo siguiente:

- Conocer y definir las trayectorias de los flujos ya que con esto se identifican las zonas de mayor afectación lo cual ayudaría a la señalización de zonas de peligro para evitar asentamientos irregulares o encauzamientos antrópicos.
- Es importante que se construyan más muros de contención en lugares estratégicos como ya lo han venido haciendo, con la asesoría técnica que se requiere.
- La reforestación es importante como prevención de este fenómeno en la ciudad pues contribuye a disminuir la rápida erosión del terreno.

## **5.- BIBLIOGRAFÍA**

**Ayala, C. F. J., 2002a.** Introducción al análisis y gestión de riesgos. Riesgos naturales, ed. Ariel, pp. 133-135.

**Ayala, C, F. J., 2002b.** Introducción a la matemática probabilística del riesgo. Riesgos naturales, ed. Ariel, pp. 1147-148.

**Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED, 2001.** Diagnóstico de Peligros e identificación de Riesgos de Desastres en México. 225 p.

**Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED, 2004.** Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la república Mexicana en el año 2003. pp. 299-355.

**Comisión Federal de Electricidad, CFE, 1993.** Manual de obras civiles.

**Comisión Nacional del Agua, CNA, 1999.** Sistema de Alerta Hidrometeorológica Motozintla, Chiapas. 43 p.

**Comisión Nacional de Población (CONAPO), 2000.-** Censo de población y vivienda para determinar los índices de marginación.

**Gobierno del Edo. de Chiapas y otras dependencias. 2002.** “Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Motozintla Mendoza, Chiapas”. 241 p.

**Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 2005.-** Anuario estadístico.

**Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, SEMARNAT, 1996.** Norma Oficial Mexicana NOM-083-ECOL-1996.

**Secretaría de gobernación, SEGOB, 1993.** Guía técnica para la preparación de mapas de ubicación geográfica de riesgos. Sistema Nacional de Protección Civil.

**Secretaría de Desarrollo Social y Consejo de Recursos Minerales, SEDESOL – COREMI, 2004.** Guía metodológica para la elaboración de

atlas de peligros naturales a nivel de ciudad, identificación y zonificación, 101 p.

**Servicio Sismológico Nacional, S.S.N., 1990-2003.** Boletín del Servicio Sismológico Nacional.



## 6.- GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Absorción.-** Es la capacidad de un material de retener entre sus moléculas las de otro ya sea en estado líquido o gaseoso, sin que ocurra una reacción.

**Acciones antrópicas.-** Acciones realizadas por la especie humana; del Griego anthropos (hombre).

**Acidez.-** Son ácidas las disoluciones que tienen un pH menor de 7, esto significa que sus concentraciones de iones  $H_3O^+$  es mayor que los iones  $OH^-$ . Las disoluciones ácidas corroen los metales, tienen un sabor picante característico y pueden producir quemaduras y otros daños si se ponen en contacto con la piel cuando el pH es muy bajo.

**Acimut:** Ángulo que forma el plano vertical que contiene una dirección con el meridiano local, contado en el plano del horizonte en sentido retrógrado. Como origen se toma en unos casos la dirección sur y en otros la norte.

**Acuífero:** Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento Estrato de roca permeable que puede almacenar agua si se encuentra situado sobre otro estrato impermeable.

**Agentes perturbadores.-** Se denominan a los diferentes fenómenos que pueden causar un desastre, sismos, huracanes, etc.

**Aguas nacionales:** Las aguas propiedad de la Nación en los términos del párrafo quinto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

**Alineamiento.-** Característica topográfica lineal que podría representar una estructura de la corteza.

**Alóctono.-** 1) Material que se ha formado o introducido en otro sitio distinto del que ocupa cuando ha sido encontrado. 2) Fragmentos rocosos que han sido expulsados de un cráter durante su formación y que caen de nuevo dentro del cráter rellenándolo parcialmente o cubren sus laderas exteriores después del impacto.

**Altitud.-** Altura de un punto de la tierra con relación al nivel del mar.

**Aluvión:** corriente fuerte de agua que transporta arena, lodo y grava.

**Ambiente:** Conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados;

**Amenaza Sísmica.-** Posibilidad de ocurrencia de movimiento de terreno capaz de generar una respuesta dinámica importante de información geológica natural o de las construcciones desplantadas en sitios afectados por dichos movimientos.

**Análisis de peligro (Hazard Analysis).-** Es una técnica de naturaleza predictiva y objetiva. Identifica los tipos de eventos peligrosos, determina la frecuencia de tales eventos y define las condiciones especiales y temporales de su ocurrencia.

**Análisis de riesgo (Risk Analysis).-** Es una técnica que a partir del análisis de peligros, trata de cuantificar las informaciones, correlacionado las probabilidades de consecuencias indeseables, estimando los daños y realizando estudios de vulnerabilidad.

**Anticlinal:** Pliegue de terreno cuyo núcleo está constituido por las rocas estratigráficamente más antiguas.

**Antrópico o antropogénico.-** De origen humano o de las actividades del hombre, incluidas las tecnologías.

**Aprovechamiento sustentable:** La utilización de los elementos naturales, en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por períodos indefinidos.

**Áreas Naturales Protegidas:** Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley.

**Atlas estatales y municipales.-** Se representan no solo información de los peligros, sino también de los riesgos que se derivan de las condiciones locales específicas y de la situación de la población y de infraestructura expuesta a los fenómenos potencialmente desastrosos.

**Área suburbana o semiurbana.-** Zona con núcleos de población entre 5,000 y 15,000 habitantes. En estas áreas puede(n) presentarse alguno(s) de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.

**Área urbana.-** Zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15,000 habitantes. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y puede(n) presentarse alguno(s) de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.

**Asentamiento humano.-** Establecimiento provisional de un grupo de personas, con el conjunto de sus sistemas de subsistencia en un área físicamente localizada.

**Atlas Nacional.-** Solo puede proporcionar una información mas completa posible sobre peligros y sobre incidencia de fenómenos a escala regional, poca es la información que puede incorporarse sobre los efectos locales y sobre sistemas que pueden ser afectados.

**Atmósfera terrestre.-** Es la envoltura gaseosa, de unos 2,000 Km. de espesor, que rodea la tierra.

**Avenidas.-** Situación que se produce cuando crece el nivel del agua que trae un río y en poco tiempo llega una gran cantidad a un lugar que se ve inundado.

**Balance Hídrico.-** Termino que se refiere a las relaciones entre la ganancia y pérdidas de agua (en forma de evaporación, precipitación, escorrentía o almacenamiento superficial subterráneo), bien de una región o cuencas concretas, bien en una estación o periodo determinado.

**Barra.-** Depósito de arena que se forma en el mar frente a la desembocadura de algunos ríos, como consecuencia del encuentro de la corriente fluvial con las existentes en el mar.

**Basalto.-** Término genérico que se aplica a las rocas ígneas de color oscuro compuestas por minerales que son relativamente ricos en hierro y magnesio.

**Biodiversidad:** La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

**Biosfera.-** Todos los organismos vivos de La Tierra, reúne por tanto a todas las comunidades.

**Biota:** Conjunto de flora y fauna de un área.

**Brecha.-** Roca de grano grueso, compuesta por fragmentos angulosos de otras rocas, que se mantienen juntos mediante un cemento mineral o una matriz de grano fino.

**Brecha sísmica.-** Son zonas donde se producen sismos frecuentes, aún no haya evidencias que confirmen la ocurrencia de grandes sismos en el pasado. Para estas zonas es necesario realizar estudios de detalle y mediciones sistemáticas para determinar si la energía solo se ha disipado a través de sismos pequeños o se trata de una zona potencialmente peligrosa y se esperaría un gran sismo.

**Buzamiento:** valor de la inclinación de una capa, filón o estrato, medido según la línea de máxima pendiente.

**Caducifolios.-** Árboles cuya hoja cae en invierno, por ejemplo el roble, haya, olmo, tilo, etc.

**Caliza:** Roca sedimentaria formada principalmente por carbonato cálcico. Este material es soluble en agua ácida y caliente. El terreno constituido por este material está sometido a fuertes erosiones, originando un modelaje particular llamado modelo cárstico.

**Caída de rocas.-** Ocurren de manera súbita, por caída libre, rodando o rebotando a lo largo de pendientes abruptas y cortes de carretera, y se generan por lo general asociados con fuerte y/o continuos periodos de precipitación y puede iniciar pequeños deslizamientos y flujo.

**Cambio del uso del suelo.-** NOM 120-Ecol-1997 – Norma Oficial Mexicana para trabajos de exploración.

**Cárcava:** Canalículo excavado por aguas de lluvia sin encauzar en cuevas, pendientes arcillosas o margosas. Sinónimos de alcabén, barranca. Pequeño surco excavado por las aguas de escorrentía y arrolladas sobre la superficie terrestre. Se desarrolla fundamentalmente en regiones áridas que registran fuertes precipitaciones ocasionales y dan lugar a un terreno de aspecto acanalado, con estrías en principio poco profundas y separadas entre sí por interfluvios agudos. Inciden con más facilidad sobre materiales blandos y poco compactos, como los suelos arcillosos y de margas.

**Cartografía de peligros.-** Ofrece una amplia posibilidad de representación, una colección de mapas de este tipo constituye principalmente un atlas.

**Cauce de una corriente:** El canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, se considera como cauce el canal natural, mientras no se construyan obras de encauzamiento;

**CENAPRED.-** Centro Nacional de Prevención de Desastres.

**Ceniza volcánica.-** Material piroclástico muy fino, emitido durante las erupciones volcánicas. Procede del magma y material rocoso desmenuzado, debido a la pulverización entre la fase líquida y gaseosa producida en el conducto volcánico.

**Cerro:** Elevación de tierra aislada y de menor altura que el monte o la montaña.

**Ciclón.-** Zona de la atmósfera con presiones bajas, los vientos que entran en ellas en lugar de ser perpendiculares a las isobaras, se desvían en sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio sur y al revés en el hemisferio norte.

**Clasto.-** Fragmento de roca que ha sido transportado, por procesos volcánicos o sedimentarios. Fragmento de un mineral, roca o fósil que está incluido en una roca, formando parte constitutiva de ella.

**Clima.-** Es una media de los tiempos meteorológicos de una zona a lo largo de varios años; para definir un clima se suelen usar medias de temperatura, precipitación, etc, de 20 a 30 años. Intensidad y frecuencia de las precipitaciones y su distribución en áreas por intensidad y régimen de vientos dominantes, que llegan a la distribución y régimen de temperaturas.

**Comunidad.-** Todos los organismos vivos que se encuentran en un ambiente determinando, incluye por tanto a todas las poblaciones de las diferentes especies que viven juntas, por ejemplo la comunidad de una pradera está formada por todas las plantas, animales, bacterias, hongos que se encuentran en lugar ocupado por pradera.

**Conífera.-** Planta gimnosperma del orden coníferales, cuyas fructificaciones tienen forma de cono o piña, generalmente son árboles de gran porte como los pinos y los abetos.

**Cono.-** Son formas simétricas, sus flancos tienen de 30° a 40° con respecto a la horizontal, son formados por apilamiento de escorias o materiales calientes solidificados en el aire, en las proximidades del centro de emisión, por lo que presentan gran regularidad de tamaños, raramente tienen una altura mayor de 1000 m y generalmente son monogénicos.

**Contaminación:** La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico; cualquier alteración física, química o biológica del aire, agua o la tierra que produce daños a los organismos vivos.

**Contaminante:** Toda materia o energía en cualesquiera 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;

**Contaminación atmosférica.-** La presencia en el aire de sustancias y formas de energía que alteran la calidad del mismo, de modo que implique riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza.

**Contaminantes naturales.-** Volcanes, incendios forestales y descomposición de materia orgánica en el suelo y océanos.

**Continente.-** Es una región que emerge por encima del nivel del mar, es la tierra firme. Se refiere a bloques gigantescos constituidos esencialmente por rocas de tipo granítico que se extienden bajo los océanos hasta profundidades que varían de los 2,500 hasta los 4,000 m.

**Cota:** Número que indica la altitud de un punto con relación a una superficie de referencia determinada.

**Cráter.-** Depresión en forma de embudo o cuenca volcánica de paredes abruptas, burdamente circular, cuyo diámetro es menor de tres veces su profundidad. Sus flancos tienen un ángulo de 30° a 35° con la horizontal. Estas estructuras pueden asemejarse en su forma a una caldera, pero esta es una forma producida por procesos constructivos más que destructivos. La configuración de un cráter viene dada por el agujero que se forma en el conducto al salir violentamente los gases y los piroclásticos que caen en torno a esta boca eruptiva.

**Corteza.-** Comienza en la superficie de la tierra y llega hasta una profundidad de 35 Km., pudiendo ser mayor en algunas zonas continentales como las cadenas montañosas y menor en los océanos donde llega a un espesor de 10 Km, la corteza es completamente sólida y fracturable.

**Cuenca.-** Territorio rodeado de alturas, territorio cuyas aguas fluyen todas a un mismo río, lago o mar.

**Cuenca endorreica.-** Espacio que estaba situado entre montañas y que ha sido rellenado con materiales erosionados; en la planicie que va quedando es frecuente que se formen lagos de corta vida.

**Cuenca hidrológica:** El territorio donde las aguas fluyen al mar a través de una red de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forma una unidad autónoma o diferenciada de otras, aún sin que desemboquen en el mar. La cuenca, conjuntamente con los acuíferos, constituye la zona de gestión del recursos hidráulico

**Cuerpo receptor de agua:** La corriente o depósito natural de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas, cuando puedan contaminar el suelo o los acuíferos

**Curvas de peligro sísmico.-** Relación matemática entre la intensidad, tasa de incidencia y periodo de recuperación.

**Damnificado.-** Persona afectada por un desastre, que ha sufrido daño o perjuicio en sus bienes, en cuyo caso generalmente ha quedado ella y su familia sin alojamiento o vivienda, en forma total o parcial, permanente o temporalmente, por lo que recibe de la comunidad y de sus autoridades, refugio temporal y ayuda alimenticia temporales, hasta el momento en que se alcanza el restablecimiento de las condiciones normales del medio y la rehabilitación de la zona alterada por el desastre.

**Daños directos.-** Son aquellos causados por un desastre en los acervos de capital y en general en el patrimonio de las personas, empresas o instituciones, incluyendo la existencia de bienes terminados, en proceso y materias primas; se agregan a este tipo de daños las cosechas agrícolas que al ocurrir el desastre estaban a punto de ser levantadas.

**Daños indirectos.-** Se refieren básicamente en los flujos de bienes y servicios que se dejan de producir durante el periodo que se lleva a cabo la reconstrucción de la infraestructura física, se incluyen también mayores gastos para la sociedad motivados por el desastre y que tienen por objeto proveer en forma previsoramente los servicios hasta que se restituya la capacidad operativa original de los acervos destruidos.

**Datum geodésico:** Conjunto de parámetros que determinan la forma y dimensiones del elipsoide de referencia, y su posición con respecto al centro de la Tierra.

**Declinación:** Ángulo que forma la dirección de un astro con el plano del ecuador. Se mide sobre el círculo horario del astro de 0 a  $\pm 90^\circ$  con origen en el ecuador y positivo hacia el norte.

**Deforestación.-** Destrucción temporal o permanente de bosques para dedicarlo a la agrícola u otros usos.

**Degradación del suelo.-** Es la pérdida de calidad y cantidad de suelo. Esta puede deberse a varios procesos: erosión, salinización, contaminación, drenaje, acidificación, laterización y pérdida de la estructura del suelo o a una combinación de ellas.

**Denudación:** Suavización de los accidentes naturales en la superficie terrestre ocasionada por la erosión.



**Derrumbes.-** Consiste en una rotación rápida de una unidad de roca o suelo, alrededor de un punto. Por lo general, este tipo de movimientos es muy local y no generan deslizamiento o flujos.

**Desarrollo Sustentable:** El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

**Desastre.-** Se concibe como los daños que provoca la ocurrencia de los fenómenos destructivos en un centro de población los cuales pueden modificar sustancialmente las estructuras urbanas y desajustar la estructura social impidiendo así el cabal cumplimiento de las actividades básicas de la población, alterando el funcionamiento del centro de población y como parte de este, la prestación de los servicios urbanos. Desgracia grande, suceso infeliz y lamentable.

**Desastres naturales.-** Desastres debido a circunstancias naturales que ponen en peligro el bienestar del ser humano y el medio ambiente. Se suele considerar como tales a aquellos que son debidos a fenómenos climáticos o geológicos, lo que excluye los riesgos sanitarios que representan los agentes patógenos.

**Desequilibrio Ecológico:** La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

**Desertificación.-** Aproximación del suelo a las condiciones propias del desierto. Se da en zonas áridas o semiáridas de hasta 600 mm de precipitación debido a influencias humanas y cambios climáticos.

**Deslizamiento.-** Un deslizamiento puede definirse simplemente, como un movimiento de rocas, suelo o material combinado, hacia debajo de una pendiente (Crudden, 1991). La palabra deslizamiento también ha sido usada para describir a los rasgos geomorfológicos que resultan como consecuencia directa de este tipo de movimientos. Se puede considerar a los deslizamientos como eventos superficiales que involucran el transporte de material,

generalmente complejos y formados por procesos geológicos-geomorfológicos y por tanto difíciles de poderlos clasificar. Son movimientos que involucran una o más superficies de ruptura, se han reconocido dos tipos: rotacionales y los de traslación dependiendo de la forma de los planos de ruptura.

**Deslizamiento de roca firme.-** Se refiere al material litificado por alguno de los procesos formadores de roca. Su resistencia depende por lo regular no solo del tipo de roca, sino también del grado de intemperismo o alteración que presente y de la densidad y orientación de discontinuidad (fracturas y fallas); las cuales, comúnmente corresponden con planos de debilidad en la masa rocosa.

**Deslizamiento de tierra o suelo.-** Se refiere al material producto de la descomposición de las rocas, el cual puede ser de grano fino (limos y arcillas). La resistencia de este material depende de la cohesión intramolecular de las pequeñas partículas.

**Desmante.-** Remoción de la vegetación existente en las áreas destinadas a la instalación de una obra.

**Desprendimiento.-** Son fragmentos de roca que se separan de un talud y caen saltando por el aire en buena parte de su recorrido.

**Desprendimiento de derrubios.-** Dan lugar a escarpes.

**Detritos.-** Se componen principalmente por fragmentos de roca de tamaño grueso (peñascos, gravas y arenas gruesas) o como se ha mencionado, pueden incluir masas de roca altamente fracturadas. En este caso, la resistencia del suelo está directamente asociada a la posible fricción que se pueda dar entre los fragmentos de roca. En este tipo de depósitos, se pueden encontrar, cantidades apreciables de materia orgánica (troncos de árboles u otro tipo de vegetación).

**Discordancia:** Discontinuidad que altera la sucesión paralela de los estratos sedimentarios causada por movimientos orogénicos o epirogénicos.

**Diversidad.-** Abundancia de elementos distintos, expresada en términos no absolutos para cada especie (solo número de especies y abundancia relativa de las mismas).

**Ductilidad.-** Es la capacidad de un elemento estructural para sufrir deformación plástica sin perder su resistencia.

**Dureza.-** Es la resistencia que ofrece la superficie de un mineral a ser rayado, el grado de dureza se puede observar por la dificultad con que un mineral es rayado por otro o por una punta de acero.

**Ecología.-** Estudio de animales y plantas con relación a sus hábitat y costumbres (Colinvaux, 1980). Es la biología de los ecosistemas, entendidos estos por retazos de biosfera delimitados de alguna manera por una serie de características más o menos definibles.

**Ecosistema:** La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

**Edafología.-** Es la ciencia que estudia las características de los suelos, su formación y su evolución (edafogénesis), sus propiedades físicas, morfológicas, químicas, mineralógicas y su distribución.

**Educación ambiental.-** Proceso educativo tendiente a la formación de una conciencia crítica ante los problemas ambientales.

**Emisión.-** Descarga directa o indirecta a la atmósfera de energía, de sustancias o de materiales, en cualquiera de sus estados físicos.

**Eólico.-** Relacionado con los depósitos producidos por el viento y los efectos asociados.

**Epicentro.-** Punto ubicado en la superficie terrestre, que va verticalmente al punto en el interior de la tierra, donde se origina el sismo. Es el punto de la superficie, donde se siente con mayor intensidad el sismo.

**Equilibrio ecológico:** La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;

**Erosión:** Fenómeno de descomposición y desintegración de materiales por acciones mecánicas o químicas. Bajo este término se engloba a todos los procesos de destrucción de rocas y arrastre de suelos, realizado por agentes naturales móviles o inmóviles. Fase de un proceso de denudación que comprende el desgaste de la superficie terrestre mediante la acción mecánica de los materiales o detritos transportados.

**Erosión hídrica laminar de grado nulo (Eh0).**- Corresponde a una morfogénesis fluvio-acumulativa en tierras llanas o de muy escasa inclinación (de 0 hasta 4°), terreno plano formado por sedimentos finos de origen aluvial, donde la agricultura de cultivos permanentes y las prácticas de conservación de la tierra ayudan en la protección del suelo.

**Erosión hídrica laminar de grado débil (Eh1).**- Afecta terrenos casi planos o de muy suave pendiente y a lomeríos bajos de escasa inclinación (de 4° a 8° de pendiente) con tierras de cultivo de temporal o con vegetación primaria en concentraciones aisladas formados por sedimentos finos arcillo-arenosos predominantemente de origen aluvial. La morfogénesis se relaciona con acumulaciones en llanuras a partir de corrientes superficiales.

**Erosión hídrica laminar de grado moderado (Eh2).**-Se localiza en montañas de cualquier altura con formas de relieve de cimas arredondeadas y pendientes planas, lomeríos y cerros aislados de baja altura, cubiertos con vegetación constituida por bosques, selvas o cultivos de temporal en concentraciones densas o en remanentes aislados, con pendientes entre 8° a 12°. La morfogénesis en partes es cárstica, volcánica o estructural plegada que corresponde a suelos en calizas, lavas, piroclastos y rocas volcanosedimentarias andesíticas, carbonatadas y terrígenas, donde a pesar de que existen procesos denudativos, las causas de las formas son la disolución, plegamientos, estratificación y pseudoestratificación.

**Erosión hídrica laminar de grado alto (Eh3).**- Corresponde este tipo de erosión a aquellas formas litológicas medianamente compactadas, masivas o estratificadas desprovistas de vegetación primaria o con cultivos de temporal, o tierras abandonadas o en reposo, cuya morfogénesis es de fase denudativa o estructural plegada, formada por estratos litificados y semiconsolidados. Esta erosión afecta terrenos que se localizan en relieves pronunciados, cerros aislados y lomeríos cuyas pendientes oscilan entre doce y veinte grados.

**Erosión hídrica muy alta asociado a desbordes (Eh4).**- Se refiere a la erosión normal que provocan las fluctuaciones o variaciones de los niveles de agua en ríos, presas y lagunas. Se encuentra en las márgenes amplias de cauces con nula o escasa pendiente, donde a través del tiempo, los ríos han formado con sus desbordes y aportaciones de sedimentos terrazas, cuyos componentes son removidos periódicamente en condiciones de precipitaciones pluviales extraordinarias. Lo mismo acontece en cuerpos lagunares y presas cuyos aportes de agua dependen de los escurrimientos superficiales o de las mareas. La granulometría que constituye a estos suelos son predominantemente limos y arcillas y en menor proporción, arenas de variados tamaños, gravas y fragmentos mayores.

**Erosión Concentrada.**- El agua de lluvia, al fluir sobre el terreno forma canales en el suelo; si la pendiente es muy acentuada, se produce erosión en surcos (erosión asociada a cauces y cañadas). Las sucesivas temporadas de lluvia intensa y la poca compactación de los suelos provocan cárcavas, mismas que transforman el paisaje en hondonadas de varios metros de profundidad que se denominan barrancos, las paredes de los barrancos cuando son casi verticales, son susceptibles de sufrir una erosión intensa; así, los barrancos crecen vertiente arriba y pueden unirse unos con otros, a este proceso se le conoce como abarcamiento. Otro factor esencial es el régimen de lluvias, estos deben ser esporádicos pero no torrenciales. El abarcamiento se puede producir en zonas áridas o semiáridas, con escasa vegetación y en aquellas zonas húmedas en las que se ha destruido la cubierta vegetal. El resultado es la formación de barrancos con paisaje rugoso.

**Erosión Concentrada asociada a cauces y cañadas (Ec1).**- Referida a aquellas áreas cuya remoción de partículas de suelo ha permitido la formación de densas redes de drenaje de unos cuantos a varias decenas de metros de profundidad. En función del tipo de roca, agresividad de la lluvia y efectos tectónicos a través del tiempo geológico, la erosión ha dado origen a cauces con diversa profundidad, misma que en algunos lugares, se asocia a factores estructurales de rompimiento o dislocación que favorecen la erosión vertical. Este tipo de erosión tiene una gran distribución y se encuentra prácticamente en cualquier tipo litológico, con pendientes del terreno y mayores de quince grados. La morfogénesis corresponde, por una parte, al tipo denudativo originada por la profunda alteración de intrusivos y por otra a la estructura plegada, en cuyas rocas sedimentarias y vulcanosedimentarias han quedado impresos los efectos tectónicos.

**Erosión Concentrada asociada a cárcavas (Ec2).**- La cárcava, es un pequeño surco excavado por las corrientes de agua y arrastrada sobre la superficie terrestre. Se desarrolla fundamentalmente en regiones áridas que registran fuertes precipitaciones ocasionales y dan lugar a un terreno de aspecto acanalado, con estrías en principio poco profundas y separadas entre sí por interfluvios agudos, Inciden con facilidad sobre materiales blandos y poco compactos, como los suelos arcillosos y margas. Se refiere a una erosión rápida en todos los sentidos en rocas deleznales o depósitos de sedimentos poco consolidados, sumamente alterados o suelos residuales, donde la lluvia remueve las partículas con relativa facilidad. Se encuentra en lomeríos de mediana altura y mayores de quince grados. La morfogénesis puede asociarse a la de tipo denudativo como consecuencia del desprendimiento y desplazamiento acelerado de sedimentos.

**Erosión Eólica.**- El viento puede arrastrar partículas de suelo de dos maneras: en la primera, arrastra suelos por medio de un proceso denominado reptación (movimiento lento e imperceptible de una película superficial de suelo en el sentido de la pendiente a ras del suelo) y la segunda es, cuando los granos ascienden por medio de un proceso denominado deflación causada por la acción de los vientos (remolinos), estos, van cayendo gradualmente al suelo nuevamente y se desplazan en la dirección del viento en una serie de saltos (fenómeno conocido como saltación), las partículas que llegan al suelo chocan con las otras partículas inmóviles, lo que provoca que estas últimas inicien la saltación. Este proceso se multiplica rápidamente y genera una delgada capa de tierra en suspensión cerca del suelo, las partículas más finas como los limos y arcillas que están en suspensión en la corriente de aire, se elevan mucho más que los materiales pesados como las arenas, esto genera las tormentas de arena, aunque los dos tipos de sedimentos provocan abrasión (erosión por fricción) cuando chocan sobre la superficie rocosa, las partículas de arena lo hacen únicamente a ras del suelo; por esta razón, las partículas más finas desempeñan el papel más importante como agente erosivo, ya que pueden operar a mayor elevación, el modelado resultante de los depósitos eólicos origina paisajes semidesérticos, desiertos o campos de dunas.

**Erosión eólica moderada (Ee2).**- La remoción de partículas de suelo por la acción del aire. En el poco desplazamiento de partículas de suelo tienen una importante participación los cultivos permanentes y las concentraciones densas de vegetación primaria que relativamente impiden el movimiento o pérdida de sedimentos. Evidencias de una acción eólica moderada se encuentra en los cordones de dunas con alturas de tres y cuatro metros de

altura que se localizan paralelas al litoral, en las inmediaciones de los cuerpos lagunares o sobre afloramientos rocosos cercanos al mar. Se les encuentra a una altitud cercana a la del mar con pendientes entre uno y cuatro grados, correspondiendo su morfogénesis a la de tipo eólica

**Erosión Antropogénica.-** Este tipo de erosión se asocia a la acción del hombre, a veces por necesidades de infraestructura y en otras ocasiones bien o mal intencionadas, ejemplo de esto son: la apertura de caminos, desmonte para áreas de cultivo, explotación irracional de bosques y zonas mineras, ampliación de zonas urbanas y todo lo que altera el equilibrio natural del uso del suelo.

**Erosión antropogénica por asentamientos humanos (Ea1).-** Erosión atribuida al hombre que en la búsqueda de una expansión cambia la vocación original de los suelos dando paso al crecimiento de la población. La práctica de esta modificación al entorno natural se encuentra en cualquier lugar, de cualquier región a cualquier altitud.

**Erosión antropogénica por obras civiles o aprovechamiento de recursos geológicos (Ea2).-** Se refiere a los cambios que el hombre produce a través de la construcción de infraestructura para su desarrollo o aprovechamiento de rocas y minerales. Ejemplo de ello lo constituyen las vías de comunicación, presas, minas o bancos de material que en ocasiones modifican grandes áreas.

**Erosión antropogénica por deforestación (Ea3).-** Constituye una actividad dinámica que contribuye o favorece la remoción de partículas de suelo. La necesidad económica de los pobladores de esta región obliga a extender sus tierras de cultivo, en muchos casos dando origen a una agricultura nómada a la que hay que agregar la explotación desmedida de especies maderables. Este tipo de erosión se encuentra esparcida por toda el área en pequeñas o grandes extensiones de terreno utilizadas principalmente en el cultivo de granos, agave o inducción de pastizal.

**Erodabilidad.-** También conocida como sutura de poros superficiales y favorece el encostramiento, reduce la capacidad de infiltración y desarrollo de las plantas.

**Erupción.-** Emisión de materiales volcánicos (lavas, piroclastos y gases volcánicos) sobre la superficie, tanto desde la abertura central, como desde un fisura o grupo de ellas. Es la salida de materiales como magma (roca fundida que puede salir líquida como lava o fragmentos es decir como cenizas, gravilla o trozos mayores), gases calientes y otros fluidos a través de un conducto o fisura en la corteza terrestre.

**Escala de Mercalli (introducido por el sismólogo italiano Guiseppe Mercalli).-** Mide la intensidad de un temblor con gradaciones entre I y XII, puesto que los efectos sísmicos de superficie disminuyen con la distancia desde el foco, la intensidad I se define como la de un suceso percibido por pocos, mientras que se asigna una intensidad XII a los eventos catastróficos que provocan destrucción total. Los temblores con intensidades entre II y III son casi equivalentes a los de magnitud 3 y 4 en la escala de Richter, mientras que los niveles XI y XII en la escala de Mercalli pueden asociarse a las magnitudes 8 y 9 en la escala de Richter.

**Escala de Richter (en honor al sismólogo estadounidense Charles Francis Richter).-** Mide la energía liberada en el foco o hipocentro de un sismo, es una escala logarítmica con valores de medición entre 1 y 10, ejemplo, un temblor de magnitud 7 es diez veces mayor que uno de magnitud 6, cien veces mayor que uno de magnitud 5, y mil veces mayor que uno 4. Esta escala mide la magnitud de la cantidad de energía liberada en el movimiento sísmico, indicada por la amplitud (intensidad) de las vibraciones cuando llegan al sismógrafo (instrumento de registro).

**Escarpe:** Discontinuidad en la pendiente general del terreno. Línea de acantilados producida por las fallas o la erosión; ladera o pendiente en forma de acantilado de considerable longitud y relativamente recta, que rompe la continuidad general del terreno mediante la separación de las superficies situadas a diferentes niveles.

**Escorrentía directa.-** Es la porción de lluvia que no es interceptada, detenida, evaporada o infiltrada y que fluye sobre las laderas. En realidad la escorrentía directa, la infiltración y los almacenamientos en el suelo son interactivos entre sí. Por tal motivo se debe tener cuidado en seleccionar el modelo adecuado para cada caso.



**Esquisto:** Roca metamórfica que presenta estructura hojosa, con láminas dispuestas paralelamente entre sí, visibles a simple vista como la mica.

**Estación climatológica.-** Instalación conexas a las hidráulicas que dispone de un conjunto de instrumentos para medir la temperatura, la humedad del viento y la precipitación en las cuencas.

**Estación de monitoreo.-** El conjunto de elementos técnicos diseñados para medir la concentración de contaminantes en el aire en forma simultánea, con el fin de evaluar la calidad del aire en un área determinada.

**Estación hidrométrica.-** Instalación hidráulica consistente en un conjunto de mecanismos y aparatos que registran y miden las características de una corriente.

**Estero.-** Faja estrecha de tierra próxima a la orilla del mar o a una ría, que suele inundarse como consecuencia de la marea.

**Estrato:** Unidad litológica de tipo sedimentario, delimitada nítidamente a techo y muro por superficies fácilmente visibles.

**Estuario.-** Zona de la desembocadura de un río, generalmente en forma de embudo, en donde tiene lugar una mezcla de agua dulce y salada, potenciada por la acción de las mareas. Según el sentido de la circulación se habla de estuario positivo y estuario negativo.

**Estudios de Peligro (o amenaza).-** Son más objetivos y se basan en información física cambiante con el tiempo.

**Evaporación.-** Proceso por medio del cual un líquido se transforma en vapor a una temperatura inferior al punto de ebullición.

**Falla geológica.-** Grieta o fractura entre dos bloques de la corteza terrestre, a lo largo de la cual se produce un desplazamiento relativo, vertical u horizontal. Una falla ocurre cuando las rocas de la corteza terrestre han sido sometidas a fuertes tensiones y compresiones tectónicas, más allá de un punto de ruptura. Las fallas se clasifican en activas, e inactivas. Las primeras representan serios riesgos para las estructuras, y son la causa de graves problemas de deslizamientos de tierra que amenazan a los asentamientos humanos.

**Falla inversa.-** Es una falla de salto según el deslizamiento, de ángulo grande o pequeño en el cual el techo ha subido en relación al piso.

**Falla normal.-** Es una falla de gran ángulo o de salto según el buzamiento, cuyo techo ha bajado en relación al piso.

**Fenómeno natural.-** Todo lo que ocurre en la naturaleza, puede ser percibido por los sentidos y/o instrumentalmente y ser objeto de conocimiento, puede generar un peligro natural y por tanto una emergencia o desastre.

**Fenómeno antrópico.-** Todo fenómeno producido por el hombre que puede provocar una situación de emergencia, como son la contaminación ambiental, derrame de sustancias químicas peligrosas, incendios y explosiones.

**Fisiografía.-** Parte de la geología que estudia la formación y evolución del relieve terrestre y las causas que determinan su transformación.

**Flujos.-** Describen el movimiento del material desplazado como si fuera un flujo viscoso. Algunos pueden ser lentos y otros rápidos y violentos. La velocidad del flujo, decrece con la profundidad hacia los bordes. En la mayoría de los casos, el agua es el medio de deslizamiento.

**Flujos de lava.-** Roca fundida emitida por una erupción efusiva, puede avanzar con velocidades que dependen de la topografía del terreno y de su composición y temperatura pero por lo general son bajas. Esto permite a la gente ponerse a salvo y contar con suficiente tiempo para desalojar sus bienes.

**Flujos de lodo.-** Mezcla de bloques, ceniza y cualquier otro escombros con agua, puede producir avenidas muy potentes de lodo y escombros que tienen un poder destructivo similar a los flujos piroclásticos y por lo general mayor alcance.

**Flujos de tierra.-** Son movimientos lentos de materiales blandos, estos flujos frecuentemente arrastran parte de la capa vegetal.

**Flujos detríticos.-** Son deslizamientos de tierra de movimiento rápido que ocurren en una gran variedad de ambientes, por lo general se componen de agua y material principalmente arena, grava y piedras, pero también pueden incluir árboles, automóviles, edificios pequeños, etc., usualmente los flujos de

detritos tienen la consistencia del concreto húmedo y se mueven a una velocidad superior a 16 m por segundo.

**Flujos piroclásticos.-** Son masas secas y calientes (300° a >800°C) de escombros piroclásticos y gases que se movilizan rápidamente a ras de la superficie a velocidades con un rango de 10 a varios cientos de metros por segundo.

**Foco o hipocentro.-** Es el punto en que se origina un terremoto.

**Fractura:** Sinónimo de falla. En mineralogía se conoce como fractura cuando un mineral no se exfolia, se rompe adoptando las superficies de rotura diversos aspectos. Se habla de fractura concoidal cuando las superficies son lisas, pero no planas.

**Fractura frágil.-** Cuando un material se fractura bajo una deformación dentro de un rango elástico.

**Geología.-** Es parte de las ciencias de la tierra que se consagra al estudio de la estructura y evolución de la corteza terrestre. Distribución en tiempo y espacio de componentes litológicos, suelos en función de su origen, sistemas estructurales predominantes fases de deformación tectónica, recursos minerales, meteorización, erosión. Es la ciencia que estudia la tierra, los materiales que la componen, los procesos que actúan sobre estos materiales, así como la historia del planeta y formas de vida desde su origen. La geología permite el conocimiento y aprovechamiento racional de los recursos no renovables. Es este sentido el beneficio que el hombre obtiene de ella radica en que permite definir sitios para la explotación de minerales, combustibles fósiles, identificar sitios para la explotación de minerales, combustibles fósiles, identificar sitios adecuados para la construcción de obras de ingeniería, prevenir catástrofes que pudieran ser provocados por los procesos geológicos que operan en una determinada parte del planeta, entre otras aplicaciones.

**Geomorfología.-** Forma y textura del relieve, configuración de las pendientes.

**GIS (Geographic Information System).-** Es un sistema que permite integrar, analizar, administrar y consultar, cualquier tipo de información que se contenga de cualquier punto de la superficie de la tierra (**SIG** en castellano Sistema de Información Geográfica).

**Granizada.-** Fenómeno meteorológico que consiste en la precipitación atmosférica de agua congelada en formas más o menos irregulares.

**Granizo.-** Cristal de hielo, duro y compacto, que se forma en las nubes tormentosas del tipo cumulonimbos. Puede adoptar formas muy variadas y alcanzar en algunos casos un diámetro de hasta 8 cm, con un peso de un kg, pero por regla general su tamaño no excede los 2 cm. Los granizos grandes tienen ordinariamente un centro de nieve rodeado de capas de hielo que, de manera alternada, pueden ser claras y opacas. Las violentas corrientes ascendentes que se producen en el interior de las nubes donde se forman, hacen que el granizo, mientras alcanza el peso suficiente para resistir su empuje, sea arrastrado hacia arriba cada vez que llega a la base de la nube, hasta que finalmente se precipita al suelo.

**Hábitat.-** Lugar en que vive un organismo.

**Hectárea (ha).-** Múltiplo de la unidad de superficie equivalente a 10,000 m<sup>2</sup> (diez mil metros cuadrados).

**Hemisferio.-** Mitad de la esfera celeste que está dividida en dos mitades por el horizonte, el ecuador celeste o la Eclíptica.

**Hipocentro.-** Es el lugar, en el interior de la tierra, donde se produce la liberación de energía.

**Humus:** Componente orgánico de los suelos que contiene principalmente ácido húmico. Se forma por descomposición de vegetales y animales y se emplea en la mejora de los suelos. Palabra latina que significa suelo. Es el último estadio de la materia orgánica, rico en ácidos orgánicos suaves (ácidos húmicos) y actúa en las propiedades de agregación de las partículas (estructura) estando también íntimamente ligado a la materia mineral (complejo arcilla-humus).

**Hundimiento.-** Dislocación de la corteza terrestre que da lugar a la remoción en sentido vertical de fragmentos de la misma.

**Huracán (Tifón ó Ciclón).-** Vientos en forma de espiral con velocidad superior a los 110 Km./hora y elevación de 15 Km. y velocidad de desplazamiento de 20 Km./hora, un huracán de 150 Km. de diámetro es considerado pequeño, puede provocar olas de 15 a 18 Km. de alto.

**Ígneo.-** Roca o mineral que se solidificó a partir de material parcial o totalmente fundido.

**Inestabilidad.-** Condición de persistentes oscilaciones indeseables en la salida de un dispositivo electrónico. Condición atmosférica en la cual se pueden producir cambios bruscos en las variables meteorológicas.

**Infiltración.-** Absorción en el terreno del agua que está en la superficie.

**Intensidad de un sismo.-** Esta asociada a un lugar determinado y se le asigna una función de efectos causados en el hombre, en su infraestructura, y en general en el terreno de dicho sitio. Impacto que causa un sismo en personas, edificaciones y superficie terrestre en general.

**Intrusión.-** Entrada de algún material en otro.

**Isoyeta:** Lugar geométrico de los puntos de igual pluviosidad en un periodo determinado de tiempo. Se mide en milímetros de altura.

**Karst:** Terreno calizo que por meteorización y disolución por aguas superficiales adquiere un aspecto careado, caracterizado por la abundancia de crestas agudas, grietas, dolinas y en profundidad, cavernas y chimeneas.

**Ladera:** Falda de una montaña de perfiles suaves.

**Ladera estable.-** Es el estado de la ladera en que el margen de estabilidad es muy amplio y es capaz de soportar todo tipo de fuerzas desestabilizadoras.

**Ladera inestable.-** Es el estado en que las fuerzas desestabilizadoras producen movimiento continuo.

**Latitud:** Coordenada de un punto sobre una esfera (terrestre o celeste) definida por su distancia angular al plano fundamental del sistema, medida sobre el círculo máximo que pasa por el punto considerado y el polo del sistema.

**Lava.-** Material fundido viscoso que es expulsado por los volcanes a elevada temperatura a lo largo de una erupción. Al enfriarse da lugar a rocas efusivas o a escorias volcánicas.

**Lineamiento.-** Se emplea para describir cualquier estructura lineal representativa en una muestra de roca; en fotointerpretación se emplea para describir accidentes topográficos lineales de alcance regional de los cuales se cree que reflejan la estructura cortical.

**Llovizna.-** Precipitación de gotas de agua de un diámetro inferior a 0,5 mm

**Lluvia.-** Precipitación de gotas de agua de un diámetro superior a 0,5 mm.

**Macizo.-** Complejo rocoso amplio y bien definido, generalmente más rígido que las rocas circundantes.

**Magma.-** Acumulación o conjunto de material pétreo móvil generado en el interior de la Tierra, manto superior o corteza, susceptible de intuir y ser extruido. Roca fundida en el interior de la corteza de un planeta que es capaz de realizar una intrusión en las rocas adyacentes o de una extrusión hacia la superficie. Las rocas ígneas se derivan del magma a través de la solidificación y los procesos asociados o mediante la erupción del magma sobre la superficie.

**Magnitud.-** Extensión del Impacto. Es una medida de tamaño del fenómeno, de su potencial destructivo y de la energía que libera. Nivel de brillo de un cuerpo celeste designado en una escala numérica, donde la estrella más brillante tiene magnitud -1.4 y la estrella más tenue visible tiene un magnitud 6, graduada de tal forma que una disminución de una unidad representa un aumento en el brillo aparente por un factor de 2.512; también llamado magnitud aparente.

**Manantial.-** Afloramiento natural de agua surgente. Sinónimo de fuente.

**Manto.-** Comprende desde la parte inferior de la corteza hasta una profundidad de 2900 Km., debido a las condiciones de temperatura y presión a las cuales se encuentran los materiales del manto, estos se hallan en un estado entre sólido y plástico.

**Meandro.-** Forma tortuoso en el cauce de un río.

**Medio ambiente.-** Es el entorno vital, o sea el conjunto de factores físico - naturales, estéticos, culturales, sociales y económicos que interaccionan con el individuo y con la comunidad en que vive.

**mm de lluvia.-** Forma de medir las precipitaciones de lluvia o nieve o la evapotranspiración. Corresponde a la altura de agua que se evapora o cae sobre el terreno. En número es igual al de litros por m<sup>2</sup>, porque si llueve un litro en 1 m<sup>2</sup> significa que sobre ese terreno se deposita una capa de 1 mm de agua.

**Nivel freático.-** Superficie que separa la zona del subsuelo inundada con agua subterránea de la zona en la que las grietas están rellenas de agua y aire.

**Normas Oficiales Mexicanas:** Las que expidan las dependencias competentes, de carácter obligatorio sujetándose a lo dispuesto en esta Ley y cuyas finalidades se establecen en el artículo 40 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Las dependencias sólo podrá expedir normas o especificaciones técnicas, criterios, reglas, instructivos, circulares, lineamientos y demás disposiciones de naturaleza análoga de carácter obligatorio, en las materias a que se refiere la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, siempre que se ajusten al procedimiento establecido y se expidan como normas oficiales mexicanas.

**Paleozoico.-** Término geológico que denota el intervalo de la historia terrestre desde los 570 a 245 millones de años.

**Pantano.-** Terreno fácilmente inundable y cenagoso, caracterizado por un ambiente palustre.

**Peligro o peligrosidad.-** Es un factor externo de riesgo representado por la posibilidad o potencial de ocurrencia de que un área en particular, sea afectado por alguna manifestación destructiva de la calamidad con una duración e intensidad determinada.

**Peligro antrópico.-** La probabilidad de ocurrencia de un fenómeno tecnológico potencialmente dañino, que puede presentarse en un lugar vulnerable.

**Peligros hidrometeorológicos.-** Inundaciones, ciclones tropicales, lluvias torrenciales, altas temperaturas y las sequías.

**Peligro sísmico.-** Se describe mediante indicadores cualitativos y cuantitativos de las posibilidades de ocurrencia de movimientos distintos interpretados durante un lapso dado.

**Peligro volcánico.-** Puede representarse de varias formas, la más utilizada es en forma de un mapa, donde se muestran los alcances más probables de las diferentes manifestaciones volcánicas, para su elaboración primero se identifican con base en la información geológica disponible obtenida de los estudios de los depósitos de materiales arrojados en erupciones previas (que es un indicador de lo que el volcán en estudio ha sido capaz en el pasado) las regiones que han sido afectadas por erupciones previas.

**Permeabilidad.-** Capacidad de un cuerpo para dejar pasar un flujo bajo presión.

**Piroclástico.-** Relacionado con el material rocoso clástico (roto y fragmentado) formado por una explosión volcánica o una expulsión aérea desde un orificio volcánico.

**Plegamiento:** Fenómeno geológico que puede producirse a cualquier escala geológica y cuyo efecto es la formación de pliegues o doblamiento de los materiales a los que afecta. En la mayor parte de los casos es consecuencia de compresión e implican un acortamiento de la superficie ocupada originalmente.

**Pliegue:** Estructura de una roca o conjunto pétreo cuando una superficie de referencia, definida como plana antes de la deformación, se transforma en una superficie curvada o doblada. Salvo casos especiales, implica un acortamiento del espacio ocupado originalmente. Se forman por contracción continua.

**Porosidad.-** Porcentajes de espacios abiertos o intersticios de una roca o de otro material terrestre. Es la cantidad de poros por volumen que existe en el suelo, cuanto mas poros mas materia orgánica, en arenas muy finas la porosidad es baja.

**Precámbrico.-** Término geológico que denota el intervalo de la historia terrestre de los 4000 a los 570 millones de años.

**Precipitación.-** Descarga de agua en forma de lluvia, nieve, granizo, entre otras, sobre la tierra o sobre una superficie de agua.

**Recurso natural:** El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre.



**Región ecológica:** La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes

**Reglamento:** Disposiciones jurídicas que tienen como objeto desarrollar el contenido de las leyes ordinarias, con la finalidad de coadyuvar en su correcta aplicación, también sirven para determinar el régimen interior de una dependencia.

**Relieve.-** Se evalúa en función de la estabilidad o inestabilidad del tipo de relieve, apoyado con el grado de ondulación del terreno y algunos parámetros climáticos asociados con su medición.

**Reptación (Creep).-** Es un tipo de flujo que ocurre de manera continua por lo general, pero muy lenta. Se trata de un movimiento lento e imperceptible de una película superficial de suelo en el sentido de la pendiente debido a causas varias. Flujo Plástico.

**Riesgo.-** La UNESCO define como riesgo, la posibilidad de pérdida tanto en vidas humanas como en bienes o en la capacidad de producción; esta definición involucra tres aspectos relacionados en la siguiente fórmula  $\text{Riesgo} = \text{Vulnerabilidad} \times \text{Valor} \times \text{Peligro}$ . La ley General de Protección Civil define como riesgo “La posibilidad de que se produzca un daño originado por un fenómeno perturbador”.

**Rumbo:** Ángulo acimutal contado en sentido retrógrado desde una dirección determinada, generalmente desde el norte verdadero. Dirección media que sigue la línea de costa. Orientación de los estratos o accidentes geológicos cuando están afectados de cierta pendiente.

**Selva.-** Bosque tropical donde la vegetación se desarrolla ininterrumpidamente y se encuentra siempre verde por la gran pluviosidad. Los árboles alcanzan de 30 a 40 m de altura y existen varios estratos de vegetación que la hacen por lo general impenetrable.

**Sierra.-** Cordillera de poca extensión. Cordillera de bosques o peñascos cortados.

**Sismo.-** Es un conjunto de movimientos y vibraciones bruscas de la corteza terrestre, los cuales se manifiestan en sentido oscilatorio y vibratorio.

**Sismógrafo.-** Aparato que registra los temblores de tierra, consta de una gran masa suspendida de un soporte firmemente anclado en la tierra, la gran inercia de esta masa hace que se desplace con un ligero retraso respecto a su soporte cuando todo el conjunto tiembla y un sistema de registro de estas diferencias de movimiento permite obtener un gráfico del movimiento sísmico. Instrumento que señala la intensidad y dirección de las oscilaciones producidas por el sismo.

**Soliflucción:** Movimiento lento por gravedad sobre una ladera del suelo o de los derrubios como resultado de la congelación y deshielos alternativos del agua que contienen. Se produce en condiciones climáticas adversas, frías y consiste en deslizamiento de una masa viscosa del material del suelo saturado sobre la superficie impermeable, tiene lugar generalmente en vertientes de escasa pendiente. Raíces con cierta inclinación.

**Subducción:** Fenómeno geológico según el cual una placa continental se hunde bajo otra contigua hasta ser absorbida por el manto.

**Suelo:** Formación superficial de la corteza terrestre, resultante de la alteración de las rocas por meteorización y por la acción de los organismos. Sostén de la vida vegetal y animal, es el cuerpo natural que se forma a partir de los componentes de la corteza terrestre (las sustancias minerales). Es el sustrato natural donde viven las plantas terrestres.

**Talud.-** Son los diferentes tipos de cortes y rellenos que se hacen en el suelo y estratos superiores para cavar la zanja donde se alojará la tubería. El ángulo de inclinación o de corte lo determina el tipo de zanja diseñada y la consolidación del material en cada punto.

**Tectónica:** Estudio de las deformaciones sufridas por la corteza terrestre y de las estructuras resultantes: fracturas, pliegues, esquistocidad, etc., y de las causas que las han originado.

**Terremoto.-** Conjunto de sacudidas de terreno provocadas por la llegada a la superficie de ondas elásticas generadas por un foco llamada epicentro.

**Textura.-** Aspecto físico general de un suelo o una roca, según se ve por el tamaño, forma y disposición de las partículas que lo formen.

**Toba volcánica:** Roca volcánica formada por los productos piroclásticos consolidados.

**Tsunamis.-** Término japonés para designar a olas submarinas que traen consigo energía sísmica, también se les conoce como maremotos y olas de marea, término incorrecto ya que el origen de este tipo de olas se asocia a temblores submarinos y no en mareas por lo que debe llamarse olas sísmicas.

**Valle.-** Llanura de tierra entre montes o alturas. Cuenca de un río.

**Volcán.-** 1) Abertura en la superficie planetaria por la cual el magma y los gases y cenizas asociados son expulsados. 2) Forma o estructura producida por los materiales expulsados.

**Vulnerabilidad.-** Probabilidad de daño. Cantidad de personas, bienes y sistemas que se encuentran en el sitio considerado y que es factible que sean dañados por el evento. Es el grado que indica la prospección del sistema afectable a los daños que pueda causar el impacto de un fenómeno destructivo. Es la susceptibilidad de sufrir un daño, es un factor interno de riesgo que corresponde y se expresa mediante un porcentaje del valor que puede ser perdido en el caso de que ocurra un evento destructivo determinado.