



**“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  
PIJIJAPAN, CHIAPAS**

**SUBDIRECCIÓN DE GEOLOGÍA PACHUCA, HGO., NOVIEMBRE 2006.**

**POR:**

*Pas. de Ing. Marcos Torres Ramírez*

*Ing. Edith Arlet Cardoso Vázquez*

*Pas. de Ing. Rogelio Díaz Jerónimo*

*Pas. de Ing. Juan Carlos Gutiérrez Popoca*

**COORDINACIÓN:**

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

CONTENIDO	PAGINA
RESUMEN	1
1.- GENERALIDADES	2
1.1.- Antecedentes	2
1.2.- Objetivos	3
1.3.- Localización	3
1.4.- Población	6
1.5.- Vías de comunicación	6
1.6.- Fisiografía	7
1.7.- Clima y precipitación	8
1.8.- Flora y Fauna	10
1.9.- Hidrografía	11
1.10.- Geología	17
1.11.- Edafología	18
2.-IDENTIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE PELIGROS NATURALES	20
<b>2.1.- Peligros geológicos</b>	<b>20</b>
2.1.1.- Peligro por Fallas Geológicas	21
a).- Falla San Diego	21
b).- Falla Motagua	22
b.1.- Afloramiento Cerro Bola	22
b.2.- Afloramiento Cerro Sin Pensar	23
b.3.- Afloramiento Ciudad de Pijijiapan	27
2.1.2.- Zonificación de peligro por Fallas Geológicas	29
2.1.2.1.- Zonificación a nivel municipal.	29
2.1.2.2.- Zonificación a nivel ciudad	34
2.1.3.- Peligros por Erosión	34
a).- Erosión hídrica laminar	35
a.1.- Nula (Eh0)	38
a.2.- Débil (Eh1)	38
a.3.- Moderada (Eh2)	39
b).- Erosión concentrada	40
b.1.- Erosión concentrada asociada a cauces y cañadas (Ec1)	40
c).- Erosión marina (Em)	41
d).- Erosión antropogénica	41
d.1.- Por asentamientos humanos (Ea1)	42
d.2.- Por deforestación (Ea2)	42
d.3.- Por obras civiles (Ea3)	42
d.4.- Por aprovechamiento de recursos geológicos o actividad humana (Ea4)	42
2.1.4.- Peligro por Sismos	43
2.1.6.- Peligro por actividad volcánica	51
2.1.7.- Peligro por inestabilidad de laderas	51
2.1.7.a).- Deslizamientos	51
2.1.7.b).- Caída de bloques	57

<b>2.2.- Peligros hidrometeorológicos</b>	<b>61</b>
2.2.1.- Peligro por Inundación	61
<b>3.- CONCLUSIONES</b>	<b>76</b>
<b>4.- RECOMENDACIONES</b>	<b>77</b>
<b>5.- BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>79</b>
<b>6.- GLOSARIO DE TÉRMINOS</b>	<b>80</b>
<b>7.- ANEXOS</b>	<b>105</b>

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

1.1.- Plano de localización y acceso a nivel municipio	4
1.2.- Plano de localización de la cabecera municipal	5
1.3.- Precipitación media	9
1.4.- Municipio de Pijijiapan con ocho ríos principales con sus respectivas subcuencas, forman en la sierra madre y desembocan en la planicie costera.	12
1.5.- Subcuenca Río Pijijiapan	14
1.6.- Tipos de suelo	19
2.1.- Fallas y fracturas en el municipio de Pijijiapan.	25
2.2.- La porción poniente del municipio muestra la distribución de las localidades que están en peligro por la Falla Motagua.	29
2.3.- La porción oriente del municipio muestra la distribución de las localidades que están en peligro por la Falla Motagua.	31
2.4.- Tipos de erosión que afectan al municipio de Pijijiapan, estado de Chiapas	37
2.5.- Regionalización del peligro sísmico de acuerdo a su peligrosidad en el municipio de Acacoyagua estado de Chiapas, que se ubica en la zona D.	42
2.6.- Epicentros y profundidad de sismos registrados en el estado de Chiapas.	43

- 2.7.- Epicentros y profundidad de sismos registrados en el municipio de Pijijiapan. 45
- 2.8.- Fechas de los eventos sísmicos registrados en el municipio de Pijijiapan. 47
- 2.9.- Peligro volcánico por caída de cenizas en el municipio de Pijijiapan. Las cenizas con vientos favorables al norte y sur no afectan el municipio, con vientos al poniente afectarían los límites de la porción oriente. 48
- 2.10.- Mapa de localización de los puntos de peligro por caída de bloques (los dos son de peligro medio) en la zona urbana de Pijijiapan. 59
- 2.11.- Zonificación de Peligro por inundación en la zona urbana de Pijijiapan, grado alto en color rojo, medio en amarillo y bajo en verde. 66

## **ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS**

- 2.1.- Fotografía viendo al suroeste, expone la granodiorita afectada por la Falla Motagua en el Cerró Bola, observe el plano vertical de la falla y los bloques angulosos y subredondeados producto del fracturamiento de la roca. 23
- 2.2.- Granitos con fracturamiento alto ubicados en el Cerro Sin Pensar muestra en sus laderas la traza de la Falla Polochic-Motagua. 24
- 2.3.- Granito fuertemente fracturado e intemperizado expuesto en una superficie de deslizamiento. 25
- 2.4.- Sobre la traza de la falla Motagua se genera un deslizamiento y la fila de gaviones fue realizada para estabilizar el talud y tratar de detener la caída de materiales. 28
- 2.5.- Los Depósitos de agua potable que abastecen la ciudad de Pijijiapan están en peligro de derrumbarse debido a que se instalaron en zonas de inestabilidad. 28
- 2.6.- Erosión hídrica laminar de grado nulo. Punto de control PI-143. 38
- 2.7.- Erosión hídrica laminar de grado débil. Punto de control PI-62. 39
- 2.8.- Erosión hídrica laminar de grado moderado. Punto de control PI-126.

- 40
- 2.9.- Erosión antropogénica asociada a crecimiento urbano. Punto de control PI-64. 41
- 2.10.- Deforestación para aprovechamiento y cría de ganado. Punto PI-100. 43
- 2.11.- Rumbo del deslizamiento con un ángulo de corte de  $53^\circ$ , el rumbo de movimiento hacia el SW  $30^\circ$ , del corte en la 4ª avenida norte poniente esquina con la calle central norte del Barrio el Cerrito. 53
- 2.12.- En esta panorámica se observa el corte de 100 m de largo por 5 m de alto que corresponde a la corona del deslizamiento. 53
- 2.13.- Tomada en el mirador de la antigua estación de autobuses O.C.C. donde se observa fracturamiento en el concreto, el cual se encuentra en la parte superior del corte mostrado la corona de deslizamiento de la fotografía 2.13. 54
- 2.14.- Carretera Federal No 200, tramo Pijijiapan-Tonalá, altura del lugar conocido como los “Tanques”, muestra la zona de deslizamiento y la fila de gaviones que tratan de detener la inestabilidad del terreno. 55
- 2.15.- Tanques de agua potable que abastece a la ciudad. Los “gaviones” que colocaron no cubren todo el corte, por lo se encuentra en alto peligro, ya que el material continua deslizándose sobre los gaviones. 55
- 2.16.- Punto de control PI-118, se localiza a 4 Km. al noreste de la ciudad de Pijijiapan. 56
- 2.17.- Punto de control PI-135, se localiza a Orilla del Rió Loco a 1 Km. al oriente del Poblado Plan de Ayala. 57
- 2.18.- Barrio Heberto Castillo, bloque de 4m de largo fracturado. La caída de bloques sería al SW  $50^\circ$  la pendiente en la que se encuentra es de  $40^\circ$ . 59
- 2.19.- Entronque a la Ciudad de Pijijiapan en la carretera federal No. 200 tramo Tapachula-Tonalá, en esta parte aflora el granito, el cual se encuentra fractura. Se observan bloques de 4m de largo por 2 de alto, y de 7m de largo por 6m de alto. La caída de los bloques sería al SW  $70^\circ$ , y tiene una pendiente de  $78^\circ$ . 60
- 2.20.- Tomada el 15 agosto del 2006. Obra en construcción. 60

- 2.21.- Tomada el 9 de Septiembre de 1998 durante la inundación a las 16:30 horas. Fotografía proporcionada por el Arquitecto Arturo Sibaja, vecino de Pijijiapan. 66
- 2.22.- Tomada el 19 Junio de 2006, fotografía del puente actual. 66
- 2.23.- Base del Puente Pijijiapan afectados por fracturamiento, corrosión y asolvamiento. 68
- 2.24 y 2.25.- Cimientos y base del Puente Pijijiapan en su margen derecha afectados por fracturamiento, corrosión, asolvamiento, deslizamiento y desprendimiento de materiales. 68
- 2.26.- Cimientos y base del Puente Pijijiapan en ambas márgenes afectadas por fracturamiento, corrosión, asolvamiento, deslizamiento y desprendimiento de materiales. 69
- 2.27 y 2.28.- Base del Puente Pijijiapan afectada en su extremo poniente por deslizamiento y colapso de materiales. 70
- 2.29.- Porción más angosta del dique con 6.6 m de ancho y 5.4 m de alto, se ubica en el Barrio El Arenal, Pijijiapan. 71
- 2.30.- Vista panorámica del Río Pijijiapan, fotografía tomada el 5 de Octubre del 2005 durante la inundación, el agua alcanzo su máximo nivel, pasando incluso por encima del puente del ferrocarril, fotografías facilitadas por el Arq. Arturo Sibaja, vecino de Pijijiapan, Chis. 72
- 2.31.- Vista panorámica del Río Pijijiapan después de las inundaciones, fotografía tomada 19 de Junio del 2006, muestra el estado actual, el Dique mide de 21 m de ancho. 72
- 2.32.- Viviendas asentadas a un costado del río Pijijiapan, se encuentran en zona de peligro alto, se recomienda reubicación inmediata. 73
- 2.33.- Punto de control PI-117, poblado San Antonio. 74
- 2.34.- Punto de control PI-122, poblado Nuevo México. 75
- 2.35.- Punto de control PI-125, Poblado el Ríon, camino hacia la Pampa. 84

## **ÍNDICE DE TABLAS**

2.1.- Epicentros registrados en el municipio de Pijijiapan.	46
---	----

## **RESUMEN**

El sistema de fallas Motagua-Polochic en el municipio de Pijijiapan aflora con una longitud de 60 Km., se observa desde la parte noroeste y corre con una dirección general de NW55°SE. Pasa paralela a la carretera federal No. 200 desde Nueva Urbina hasta Hermenegildo Galeana, en Nueva Urbina cambia de rumbo a NW45°SE penetrando por las laderas de la sierra y continúa su rumbo hacia los municipios de Tonalá, Arriaga hasta Oaxaca.

Los problemas de inestabilidad de laderas se asocian al sistema de fallas Motagua-Polochic, donde los afloramientos muestran fracturamiento alto manifestando la intensidad de esfuerzos a las que han sido sometidas las rocas por falla. Las fracturas muestran planos en varias direcciones, con densidad hasta de 25 fracturas por metro cuadrado. Se observan dos familias de fracturas con rumbos de NE 60° SW y NW55°SE, lo que origina planos que se cruzan entre si formando fragmentos en diferentes tamaños que se desprenden con facilidad, provocando que la roca sea sumamente inestables generando derrumbes y afectando las vías de comunicación.

El peligro volcánico es bajos debido a que el municipio se encuentra a 102 Km. al noroeste del Volcán Tacaná, donde ni con columna eruptiva de 40 Km. y vientos favorables al poniente este municipio pudiera ser afectado por acumulación de ceniza.

Pijijiapan históricamente ha sido afectada por inundaciones en sus partes de menor elevación, principalmente en las áreas aledañas a los ríos Isidro, San Diego, Urbina, Pijijiapan, Coapa, Margaritas, Bobos y Las Arenas donde se han reportado históricamente fracturamientos y demolición total en obras civiles y viviendas por inundaciones y en menor grado por inestabilidad de laderas, aunado a ello, ubicada en una región plana colindante con el Macizo de Chiapas donde el tectonismo, fallas geológicas activas y el fracturamiento y erosión de la roca también presentan efectos de afectación ya sea por caída de rocas o flujos de lodo, antes del desastre de octubre del 2005 que afecto a toda la Costa Chiapaneca; la Ciudad de Pijijiapan ya contaba con un dique (material de desazolve del río) por lo que no fue afectado en ese evento. Pero en los años 1933 y 1998, también fue devastada.

## **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 Pijijiapan, 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 Huixtla”**.

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 Huixtla.

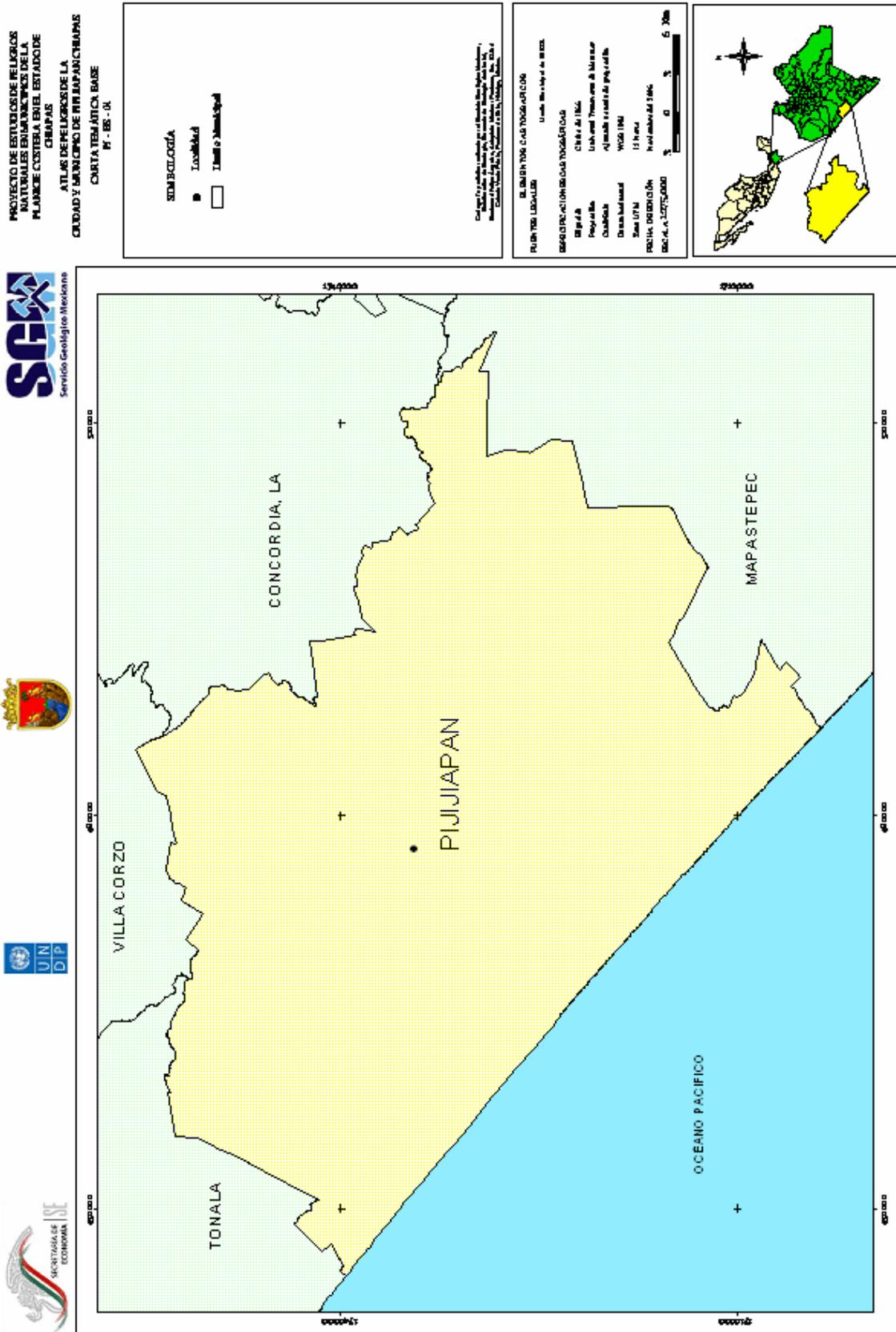
Como objetivos particulares se establecieron:

- 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 se encuentra dentro de las coordenadas geográficas: latitud norte  $15^{\circ}24'31''$  y  $15^{\circ}52'45''$  y longitud oeste  $92^{\circ}50'32''$  y  $93^{\circ}30'53''$ . Su extensión territorial es de  $1761\text{km}^2$ . Colinda al noreste con Villacorzo y La Concordia, al noroeste con Tonalá, al sureste con Mapastepec y al suroeste con el Océano Pacífico.

La ciudad de Pijijiapan se localiza en la porción sur del estado, en el centro de la región Costa de Chiapas (*Figura 1.1*), dentro del municipio que lleva el mismo nombre, se ubica en las coordenadas geográficas de  $15^{\circ}49'24''$  y  $15^{\circ}43'12''$  de latitud norte y de  $93^{\circ}10'37''$  y  $93^{\circ}14'34''$  de longitud oeste (*Figura 1.2*), tiene una extensión territorial de  $5.7\text{ km}^2$ , altura media sobre el nivel del mar de 54 metros. Colinda con pequeñas comunidades que pertenecen al mismo municipio, al noreste se encuentran Los Sauces, Guadalupe, La Morita, San Antonio, Las Cobras, El Rincón del Bosque, al suroeste se encuentran El Golfo, Las Anonas, Cachimbo, Colima, Cochepelón, Las Garzas, Los Laureles, Palo Blanco, Tapón, al sureste: Guanajuato, Salto del Agua, Ceniceros, Nuevo México y al noroeste las Lluvias, El Potrero, San Ramón, Nuevo Urbina, San Antonio Candelaria, Colonia Central, Urbina.



1.1.- Plano de localización y acceso a nivel municipio

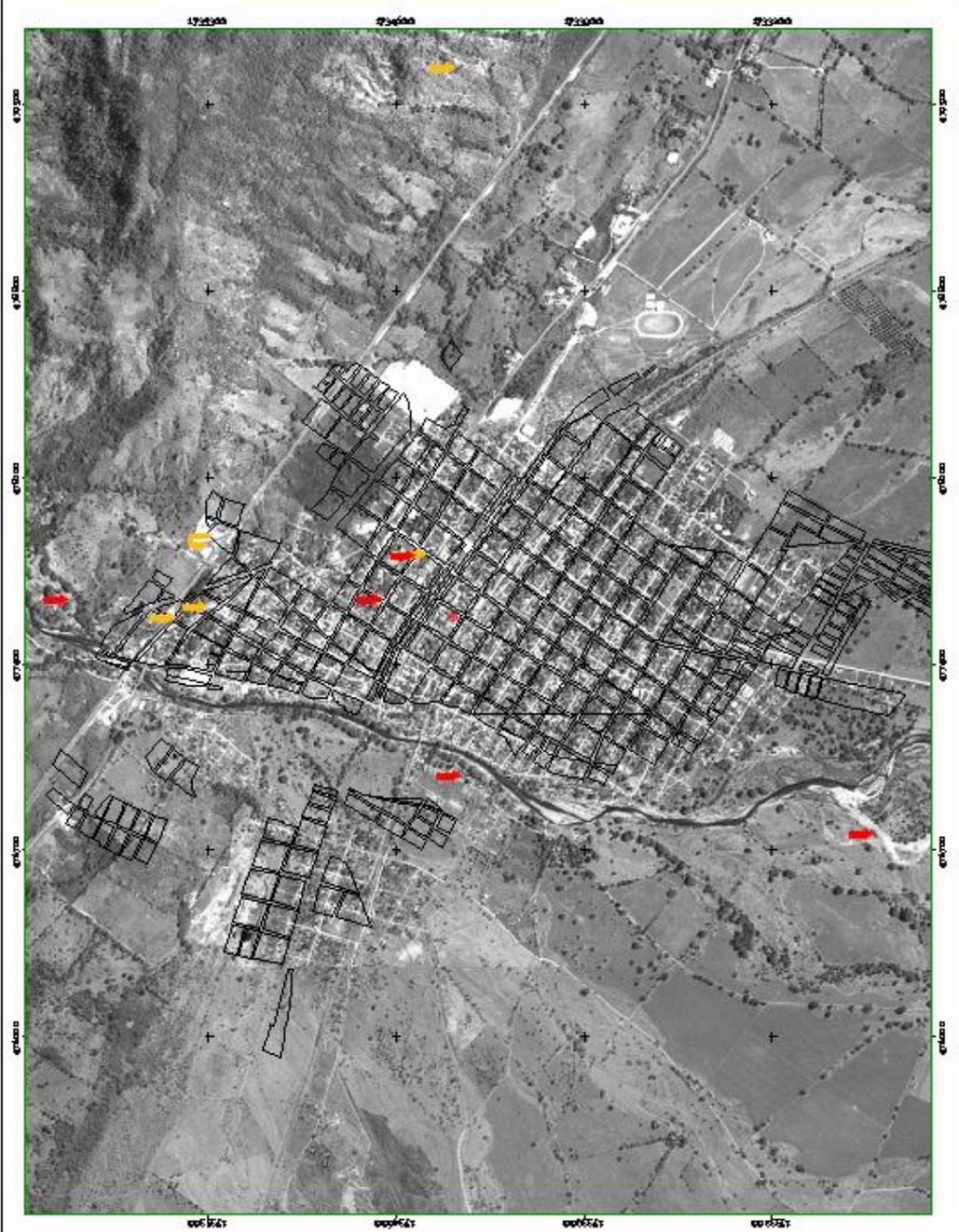


PROYECTO DE ESTUDIOS DE PELIGROS NATURALES EN MUNICIPIOS DE LA PLANIECUA COSTERA EN EL ESTADO DE CHIAPAS  
 ATLAS DE PELIGROS DE LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE PIJIJAPAN, CHIAPAS  
 PELIGRO POR INESTABILIDAD DE LADEROS  
 PI - IN - 05

SIMBOLOGÍA	
[Red square]	Instabilidad
[White square]	Tercer Urbanismo
[Red circle]	Alto
[Yellow circle]	Medio
[Green circle]	Bajo
[Red arrow]	Instabilidad de Laderas
[Yellow arrow]	Alto
[Green arrow]	Medio
[Green arrow]	Bajo

Elaborado por el autor del presente documento, con base en los datos de campo y en la información proporcionada por el Municipio de Pijijiapan, Chiapas, México, agosto de 2011.

<b>PLATAFORMA LOCAL</b>	Escuela Secundaria "Benito Juárez"
<b>DEPARTAMENTO</b>	Chiapas
<b>MUNICIPIO</b>	Pijijiapan
<b>COORDINACIONES UTM</b>	17Q UTM
<b>PROYECTO</b>	Estudios de Peligros Naturales
<b>FECHA</b>	Agosto 2011
<b>ESCALA</b>	1:50,000



**1.2.- Plano de localización de la cabecera municipal**

#### **1.4).- Población**

El número de habitantes en el municipio de Pijijiapan corresponde a 57,000 aproximadamente, donde 18,000 habitantes se concentran en la ciudad de Pijijiapan y se distribuyen 39,000 habitantes en las zonas rurales (Censo de Población y Vivienda INEGI, 2000).

La ciudad cuenta con cuarenta barrios, de los cuales treinta de ellos corresponden a zona urbana y el resto a áreas conurbanas que están situadas al poniente de la ciudad y separados por el cauce del río Pijijiapan.

La zona urbana esta dividida en porción norte y sur, tomando como límite la vía del ferrocarril:

- La porción norte de la ciudad, están asentados los barrios de El Arenal, El Naranja II, El Cocal, El Pichichi, El Garrobal, El Cerrito, Dr. Rafael Alfaron Gonzáles, Ojo de Agua, Las Flores, El Centro, Cuatro Milpas (Nuevo México) y Canta Ranas, de los cuales el Arenal y El Garrobal son los más importantes por que fueron los primeros barrios de la ciudad.
- La porción sur de la ciudad se encuentran Las Vegas, San Martín, San Juan, San Felipe, 20 de Noviembre, San José, San Pedro, La Balastrea, San Francisco, Obrera, Fraccionamiento Magisterial, Lisandro Calderón, Juan Antonio Trinidad Palacios, Los Pinos, Nuevo Milenio, Santa Cruz, Fraccionamiento Vida Nueva y Tapachulita (*Figura 1.2*).
- El área conurbana esta formada por 10 barrios denominados: Heberto Castillo, Jubileo 2000, Nueva Esperanza, Olmeca, Nueva Guadalupe (El Llanito), Nuevo Pijijiapan, Guadalupe, Brisa del Río, Los Almendros y San Pedrito (*Figura 1.2*). Cabe mencionar que existían tres barrios, dos de ellos 5 de Mayo y Los Amates ubicados en la zona urbana y el barrio Ampliación 5 de Mayo asentada en el área conurbana.

#### **1.5.- Vías de Comunicación**

La principal vía de comunicación corresponde a la carretera federal No. 200 en el tramo Arriaga-Tapachula, la cual comunica las principales ciudades de la costa del estado de Chiapas. Para llegar desde la ciudad de Tuxtla Gutiérrez se transita por la carretera federal numero 190 que llega hasta Arriaga y de allí se entronca con la carretera federal numero 200.

De acuerdo al inventario de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, el municipio en el año 2000 contaba con una red carretera de 575.05 Km. Integrados principalmente por la red rural de la SCT (119.6 Km.) red de la Comisión Estatal de Caminos (173 Km.) y caminos rurales construidos por las Secretarías de Obras Públicas, Desarrollo Rural, Defensa Nacional y la Comisión Nacional del Agua (282.45 Km.). La red carretera del municipio representa el 47.1% de la región.

Otra vía de comunicación que en épocas pasadas era la más importante de la región, corresponde a la vía del ferrocarril en el tramo Tapachula-Juchitán (Ferrocarril Panamericano), comunicando las principales ciudades de la costa como Tapachula, Huixtla, Mapastepec, Pijijiapan, Tonalá y Arriaga Chiapas. Las actividades del ferrocarril dejaron de operar por la afectación de la infraestructura de los puentes del ferrocarril en el 1998 que atravesaban los principales ríos de dichas ciudades.

## **1.6.- Fisiografía**

Se localiza en la provincia fisiográfica que Raisz (1964) denomina Tierras Altas de Chiapas, específicamente en las subprovincias Sierra de Chiapas y Planicie Costera del Pacífico, así mismo INEGI denomina a esta provincia como Cordillera Centroamericana.

Fisiográficamente la topografía esta ampliamente diferenciada y dividida por una marcada línea, que separa la Planicie Costera de la Sierra de Chiapas. Dentro del Municipio de Pijijiapan la zona costera tiene una longitud de 55.21 Km. y un ancho que varía entre 13.303 Km. a 18.774 Km., sus elevaciones son menores a 30 m.s.n.m, donde es posible observar planicies de inundación, lagunas, pampas y esteros.

La zona mas elevada corresponde a una zona muy accidentada que pertenece a la Sierra Madre del Sur, inicia con pequeños lomeríos de baja altitud desarrollados en las faldas de la sierra y termina en la cúspide en formas escarpadas, con elevaciones mayores a 2400 m.s.n.m, siendo el cerro El Cebú, El Cerrón, El Azul y La Panela los mas altos del municipio (*Figura 3*). Esta sierra forma parte de una cadena montañosa de rumbo noroeste-sureste paralela a la línea costera, que inicia en el río Astuta y termina en el Volcán de Tacaná, justo en la frontera con Guatemala. Representada por sierras abruptas con pendientes que varían entre los 40° y 80° de inclinación.

## **I.7.- Clima y Precipitación**

Por su ubicación geográfica y las bajas altitudes, en la Ciudad de Pijijiapan prevalece el clima cálido-húmedo con lluvias en verano. Según la clasificación de Köppen, es semicálido-húmedo con abundantes lluvias en verano y con menor intensidad en otoño e invierno, temperatura media de 27.9°C.

Se tienen un porcentaje de precipitación invernal entre el 5 y el 10% isotermal con marcha de la temperatura tipo ganges. Esta zona climatológica se extiende en la parte suroriental de la Planicie Costera Pacífico y en regiones de hasta unos 1000 metros sobre el nivel medio del mar perteneciente a la Sierra Madre de Chiapas. Debido a estas condiciones climatológicas, se cuenta con una vegetación tipo selva tropical, mientras en la zona cercana a la costa, prevalece la vegetación especial acuática relacionada con los pantanos, lagunas y manglares. (CONAGUA 2002).

La temperatura media anual varía entre 26 y 31°C en primavera y verano, las temperaturas máximas diarias se registran en los meses de abril y mayo con valores de 30°C y las mínimas en diciembre y enero de 27°C. La temperatura media anual para esta zona se estima 28°C. (CONAGUA, op. cit.).

Las lluvias en verano producen una precipitación media anual de 2,500 mm, siendo los meses más lluvioso septiembre-octubre con promedio mensual de 3,000mm. La precipitación media anual calculada para la zona es de 2989.5 mm con una evapotranspiración potencial media anual de 1745.1 mm. (CONAGUA, *ibid*) (Figura 1.3).

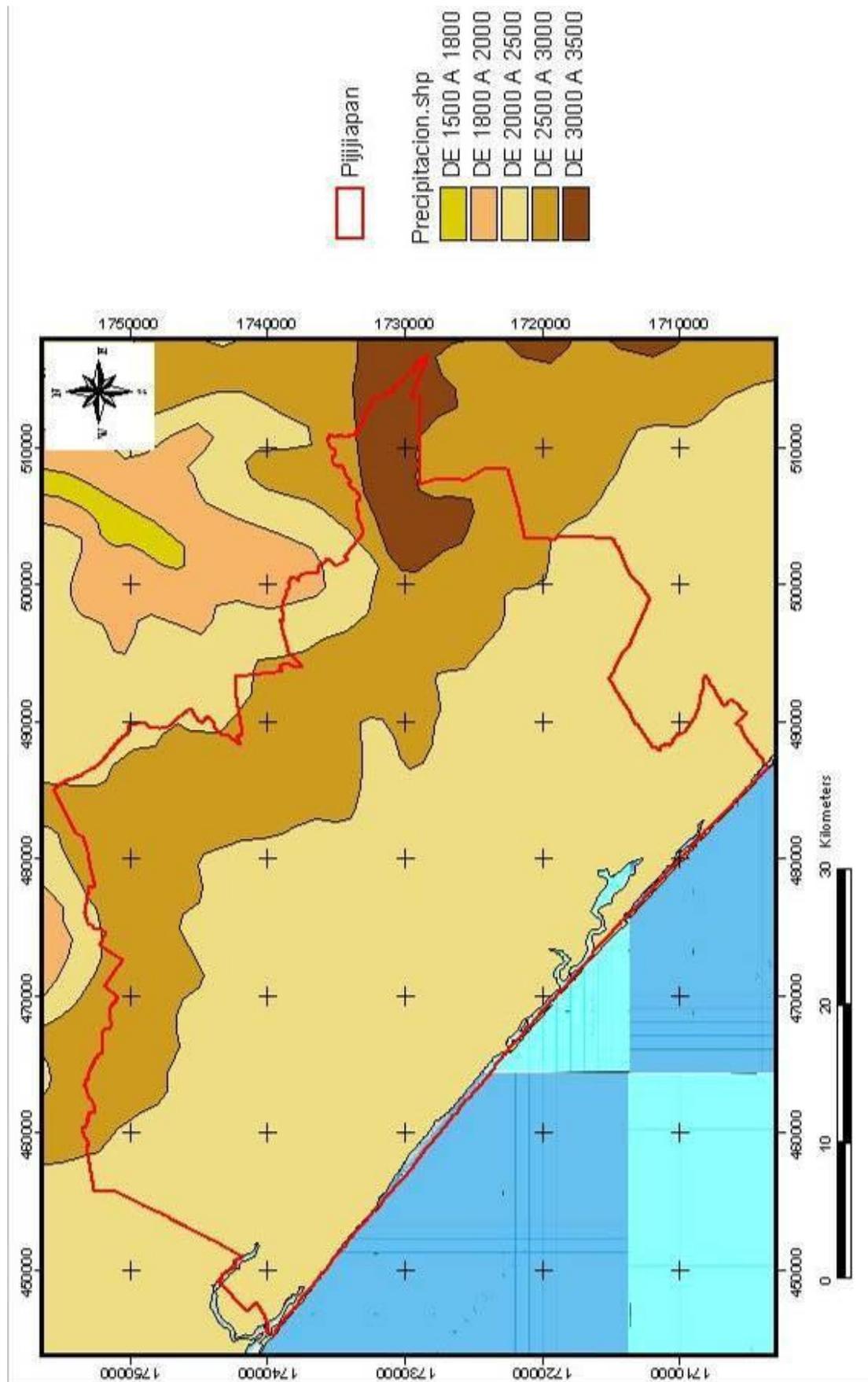


Figura No. 1.3.- Precipitación media

En el municipio existen 5 estaciones hidrometeorológicas:

La estación Jesús Chiapas, se encuentra entre las coordenadas 15°52´ latitud norte y 93°15´ latitud oeste; tiene registros desde 1964 hasta el 2003, en donde, el dato con precipitación extrema se registro en septiembre de 1980, con una precipitación de 905.3mm (Anexo 1).

La estación Las Brisas, se encuentra entre las coordenadas 15°30´ latitud norte y 93°07´ longitud oeste; solo se tienen registros del año 2005, y su precipitación extrema fue registrada en septiembre con 369.7mm (Anexo 2)

La estación Margaritas, se encuentra entre las coordenadas 15°35´ latitud norte y 93°03´ latitud oeste; tiene registros desde 1964 hasta el 2005. En esta estación el dato con precipitación extrema se registro en agosto de 1988, con una precipitación de 879.5mm (Anexo 3).

La estación Pijijiapan, se encuentra entre las coordenadas 15°41´ latitud norte y 93°23´ longitud oeste; tiene registros desde 1969 hasta el 2005. El dato con precipitación extrema registrado en esta estación ocurrió en septiembre de 1988, con 961.6mm. Las precipitaciones registradas en los años que ocurrieron los desastres son: en septiembre de 1998 fue de 952.8mm y en octubre del 2005 fue de 824.8mm (Anexo 4)

La estación San Diego, se encuentra entre las coordenadas 15°44´ latitud norte y 93°18´ longitud oeste; tiene registros desde 1982 hasta el 1996, el dato con precipitación extrema se registro en septiembre de 1988, con una precipitación de 829.8mm (Anexo 5).

## **1.8.- Flora y Fauna**

La flora del área en estudio varia de acuerdo a las condiciones climatológicas y altitud a la que se encuentre desarrollándose. En la sierra la vegetación es de bosque de encino-pino y la totalidad de su flora esta compuesta por una gran variedad de especies de las cuales las mas sobresalientes son: madre selva, helecho, arboraceo, capa de pobre, cedro, encino, liquidámbar, ciprés, pino, romerillo, manzanilla y roble.

A pesar de la fuerte deforestación, en la planicie costera todavía se pude identificar la flora autóctona, la cual es variada de acuerdo al área que se trate, en zonas de ribera de los esteros el mangle, blanco y mangle rojo y madre sal. En las zona de marismas y humedad residual la vegetación predominante corresponde a la palma real, zapote de agua, tule, lirio acuática balona, papaturro y en la zona intermedia e inicio de lomeríos es

común el guanacastle, roble, ámate, manaca, cocotero, huevo de iguana, sauce, jobo-lagarto, palo blanco, jocote, lombricera, guchume y guamucho, yaite y ixcanal.

Aun cuando la caza indiscriminada y la contaminación de los ríos esta dañando los ecosistemas, todavía se encuentran en forma silvestre especies animales, algunas de ellas muy escasas: lagarto real, gato montes, onza, puma, comadreja, pululo, zorra, tigrillo, coyote, tortugas, jabalí, venado, martha, ardilla, tuza, turupache, mapache, armadillo, iguana, censo, mono araña y zorrillo.

### **1.9.- Hidrografía**

El Municipio de Pijijiapan tiene ocho ríos principales que son Isidro, San Diego, Urbina, Pijijiapan, Coapa, Margaritas, Bobos y Las Arenas, estos nacen en el parteaguas de la Sierra Madre entre 10 y 30 Km. de distancia de la planicie costera, en altitudes entre 2000 y 2480 m.s.n.m, desembocando en la misma en temporada de lluvias (*Figura 1.4*).

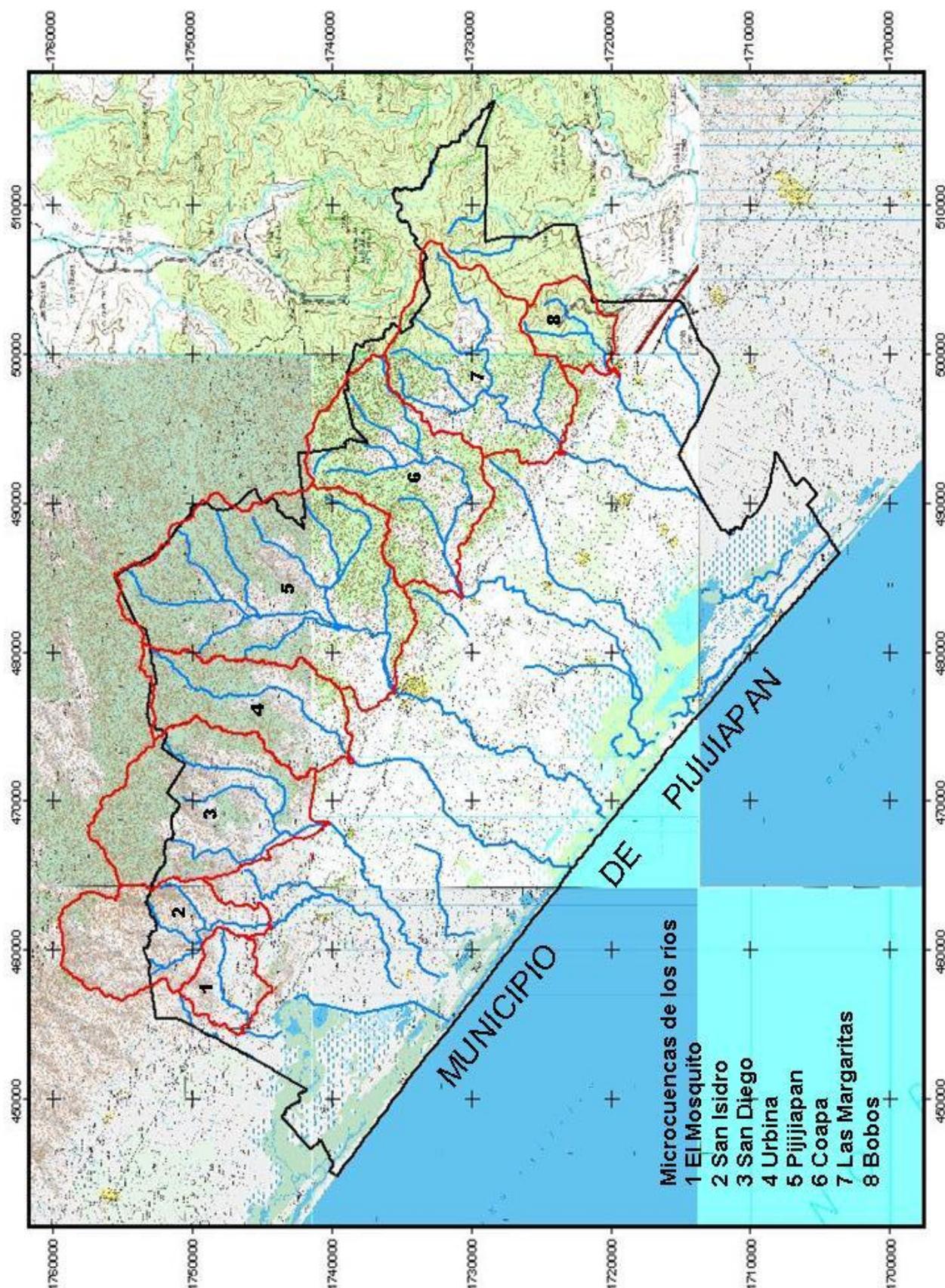


Figura 1.4.- Municipio de Pijijiapan con ocho ríos principales con sus respectivas subcuencas, forman en la sierra madre y desembocan en la planicie costera.

El Río Pijijiapan es el más importante por su cercanía con la ciudad, la sub-cuenca tiene una superficie total de 205km<sup>2</sup>, presenta un sistema de drenaje dendrítico con una serie de corrientes tributarios. Su cauce es de sexto orden, tiene una longitud de 28 Km con una pendiente promedio de 5.7°, establecida a partir de la parte más alta, hasta donde inicia la zona urbana de Pijijiapan (*Figura 5*). Las alturas mínimas y máximas encontradas en la sub-cuenca son de 80 y 2480m.s.n.m. El río tiene un caudal medio anual de 10.4 m<sup>3</sup>/s, con un volumen anual de 327.2 mm<sup>3</sup>; el flujo base promedio durante la temporada del nivel bajo es de 0.6 m<sup>3</sup>/s, con un volumen promedio 19.5 mm<sup>3</sup> (SEMARNAT, 2004).

Dentro de la subcuenca del Río Pijijiapan, existe 28 asentamientos humanos, divididos entre comunidades, ejidos, cantones y rancherías conocidos como: Los Altos, San Antonio, La Guadalupe, Los Gemelos, San Isidro, Santa Anita, La Concepción, La esperanza, Santa Lucia, El Zapote, El Cafetal, El Escondido, África, San Lorenzo, Juan de Dios, Santa Teresa, San Martín, Santa Martha, Santaella, Tres Hermanos, El Rosario, El Naranjo, El Triunfo, Cupape, San Antonio II, Guadalupe, La Morita y Los Sauces. El uso de suelo lo ultiman para uso agrícola, pecuario, forestal, entre otros.

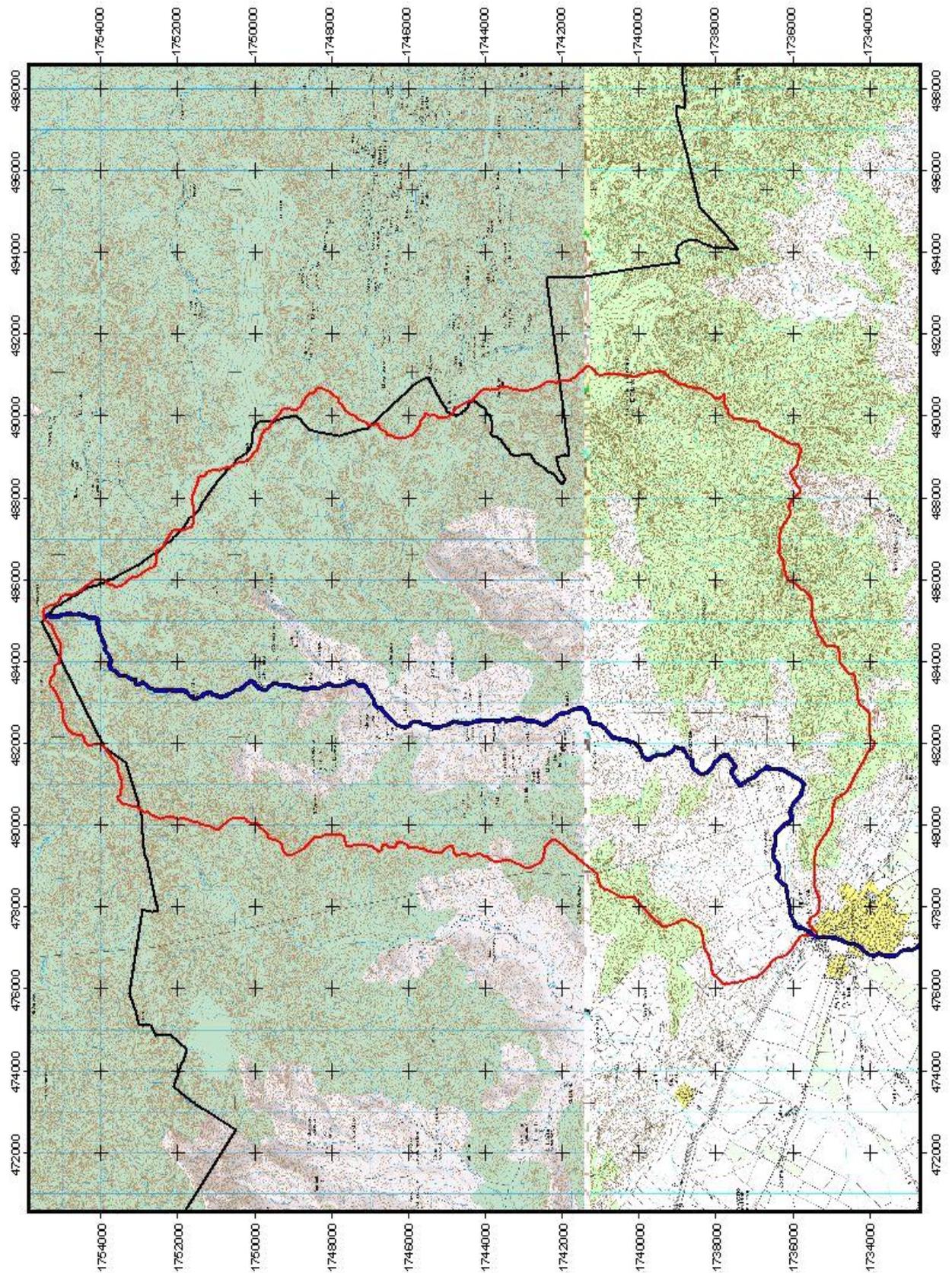


Figura 1.5.- Subcuenca Río Pijijiapan

La microcuenca del río El Mosquito es la más pequeña del área de estudio, se ubica en la porción noroeste del municipio, su forma es irregular con una superficie total de 27 Km<sup>2</sup>. Su parteaguas tiene una elevación no mayor 600 y menor 20 m.s.n.m. Su cauce principal es estrecho y sinuoso de tercer orden, con una longitud de 12 Km., se le agregan varias corrientes tributarias que nacen de las partes más elevadas de la cuenca formando un drenaje tipo dendrítico. El 50% de la superficie total de la microcuenca tiene pendientes menores a 10°, el 20% pendiente entre 10° y 40°, y los 30% pendientes son mayores a 40°. Los pueblos y rancherías que se encuentran dentro de la microcuenca son: Gustavo López Gutiérrez, San Antonio, El Paraíso (El Mosquito), Veinticuatro de Mayo (Santa Julia), Monte Sinai (Cuatro Hermanos), Coles de Chiapas, El Pavo Real, El Ruiseñor, Nuevo Milenio, San Luís y el Chaparral.

La subcuenca del río San Isidro se ubica en la porción noroeste del municipio, tiene una superficie total de 76.213 Km<sup>2</sup>. Su parteaguas tiene elevaciones mayores entre 1000 a 1900 y menores de 300 m.s.n.m. Su cauce principal tiene una longitud de 22 Km. y es de cuarto orden. Nace en La Cumbre Teotihuacan a 1500 m.s.n.m. con el nombre de Río La Flor, inicia como un arroyo estrecho, sinuoso y continuo, bajando en laderas empinadas y encañonadas hacia la planicie costera, a la altura de la carretera panamericana cambia de nombre a Río San Isidro. Los poblados que se encuentran dentro de la cuenca son: Francisco Villa, Celestino Gasca Villaseñor, Nuevo Milenio, La Guadalupe, Santa Magdalena, San Jorge, La Gloria, San Martín, Santa Ana y Las Maravillas.

La subcuenca del río San Diego se ubica en la porción norte del municipio, tiene una superficie total de 123 Km<sup>2</sup>, su parteaguas está claramente marcado por elevaciones mayores entre 1100–1800 y menores 300 m.s.n.m., su cauce principal tiene una longitud de 21 Km., es de sexto orden. Nace en las faldas del cerro El Voladero a 1580m.s.n.m. con el nombre de Arroyo El Caracol, inicia con un cauce estrecho y sinuoso dentro de laderas empinadas y encañonadas, durante su avenida se le agregan varias corrientes tributarias importantes que nacen de las partes más elevadas de la cuenca formando un drenaje tipo dendrítico, estas corresponden a los arroyos La Tigrilla, Alta Peña y El Olvido. A la altura del lugar conocido como la Asunción el río cambia de nombre a San Diego y se le agrega el Río Frío con una longitud de 14,808 Km., que nace del lado opuesto del río San Diego en las faldas del cerro La Panela a 1700 m.s.n.m. Los poblados que se encuentran dentro de la cuenca son: San José, Loma Bonita, El Naranjal, Tres Lomitas, Las Nubes, El Suspiro, Chico Zapote, El Progreso, Ampliación Coapa, Asunción, Las Nubes 2, El Recuerdo, San Diego y Las Pilitas, Nuevo Tenejapa, Santo Domingo,

Quince de Abril, Veintiocho de Septiembre, Escondido y Unidos para Progresar.

La subcuenca del río Urbina se ubica en la porción norte del municipio, tiene una superficie total de 78 Km<sup>2</sup>. Su parteaguas esta marcado por elevaciones mayores entre 700 y 1880 y menores a 200 m.s.n.m., su cauce principal es de quinto orden, tiene una longitud de 21 Km., nace en las faldas del cerro La Panela a 1880 m.s.n.m. con el nombre de Arroyo Los Ganchos, inicia como un arroyo estrecho y sinuoso que desciende las laderas empinadas y encañonadas hacia las partes mas bajas, aproximadamente a 5 Km. cambia de nombre a Río Urbina; durante su avenida se le agregan muchas corrientes tributarias importantes que nacen de las partes mas elevadas de la cuenca formando un drenaje dendrítico. En la cuenca se encuentran los siguientes poblados: Nueva Concepción, El Potrerón, El Sacrificio, Cielito Lindo, San Ramón, Las Lluvias y Nueva Urbina.

El Río Coapa se ubica en la porción norte del municipio, cuenta con una superficie de 112 Km<sup>2</sup>, su parteaguas esta definido por cerros que inician de los 400 m.s.n.m. a elevaciones mayores de 2980 m.s.n.m., su cauce es de quinto orden y tiene una longitud de 24 Km. con una pendiente promedio de 4.1°, nace en las cumbres mas elevadas arriba de los 2500 m.s.n.m., inicia como un cauce estrecho y sinuoso dentro de laderas empinadas y encañonadas, durante su avenida se le agregan corrientes tributarias importantes que forman un sistema de drenaje dendrítico, cuyas ramificaciones se extienden hacia las partes mas altas de la cuenca, los arroyos mas importantes corresponde al Arroyo El Chorro. Dentro de la cuenca existe cuatro asentamientos humanos que corresponden a las siguientes comunidades: Unión Pijijiapan, Las Perlas, Rincón del Bosque y Nueva Flor.

La subcuenca del río Las Margaritas se ubica en la porción noreste del municipio, tiene una superficie total 122 Km<sup>2</sup>. Su parteaguas esta marcado por elevaciones mayores de entre 1500 a 2580 y menores de 500 m.s.n.m., su cauce principal es de quinto orden con una longitud de 20 Km., nace con el nombre de Banderón en las faldas de las cumbres de El Venado a 2500 m.s.n.m., inicia como un arroyo estrecho y sinuoso que desciende las laderas empinadas y encañonadas hacia las partes mas bajas de la cuenca, aproximadamente a la altura del poblado La Guadalupe cambia a nombre a Río Las Margaritas, durante su avenida se le agregan numerosas corrientes tributarias importantes que nacen de las partes mas elevadas de la cuenca formando un drenaje tipo dendrítico. Los poblados que se encuentran asentados dentro de la cuenca son: Plan de Ayala, El Cipres, San Antonio

Miramar, Ojos Negros, Cruz de Mango, Emiliano Zapata, Buenos Aires, La Guadalupe, El Rubí, El Brillante y La Unidad.

La subcuenca del río Bobo se ubica en la porción noreste del municipio, tiene una superficie total de 29 Km<sup>2</sup>. Su parteaguas tiene una elevación no mayor de 1500 y menor 500 m.s.n.m. Su cauce principal de cuarto orden tiene una longitud de 9 Km., nace en las faldas del Cerro de la “V” a 1480 m.s.n.m, inicia como un arroyo estrecho y sinuoso que desciende las laderas empinadas y encañonadas hacia las partes mas bajas, desembocando justo cerca del poblado Hermenegildo Galeana. Durante su avenida se le agregan muchas corrientes tributarias importantes que nacen de las partes mas altas de la subcuenca formando un drenaje tipo dendrítico. En la cuenca no se encuentran asentamientos humanos.

### **I.10.- Geología**

En el municipio en la parte de la Sierra afloran rocas metamórficas, ígneas y la parte de la planicie costera compone de depósitos cuaternarios.

El Complejo Metamórfico Prebatolítico (ePb CM) de edad Cambriano-Devonico, se encuentra como colgante en rocas del Macizo de Chiapas y está constituida principalmente por ortogneises, gneises, migmatitas, anfibolitas y paragneises. Aflora al norte de la ciudad paralelo al cauce del río Pijijiapan; a 8km al Noreste de la ciudad aflora en el Cerro El Zapotalito y mas a oriente aflora en el poblado Hermenegildo Galeana, y en el cerro Tres Crestas.

El Macizo de Chiapas (Pp-TR MGr-MGd) de edad Pérmico-Triásico, corresponde a un cuerpo batolítico constituido principalmente por metagranito y metagranodiorita, que ha sufrido metamorfismo regional de bajo grado. Aflora de Norte a oriente del municipio, en la Sierra Madre de Chiapas

El magmatismo ocurre como producto de la migración hacia el oriente-noriente del bloque Chortis durante el Mioceno, lo que dio origen al emplazamiento de cuerpos intrusivos. El Granito y la Granodiorita (Tm Gd.-Gr) son unidades que representan la porción intrusiva del arco magmático de la Sierra Madre del Sur. En el municipio aflora paralelo a la carretera 200 Arriaga-Tapachula en la porción norte de la misma. Dentro de la planicie aflora en el Cerro la Encomienda que se encuentra a 8.5km al sur del la ciudad de Pijijiapan y en el Cerro Solo que se encuentra al suroeste del poblado Hermenegildo Galeana.

En la Planicie Costera el material predominante son depósitos continentales cuaternarios representados por aluvión (Qho al) que afloran en la porción sur del municipio. Y paralelo a la línea de costa predominan los depósitos lacustres, palustres y de litoral. (Carta Geológico-Minera Escuintla – SGM (antes COREMI), 1999).

### **1.11.- Edafología**

En el municipio se observaron siete tipos de suelos, de los cuales el predominante es el litosol con un 35% del territorio del municipio y se encuentra en la parte de la división de la planicie hacia la sierra de Chiapas. El regosol ocupa el 33% del municipio y se encuentra en la parte de la planicie costera en los depósitos aluviales. El tipo de suelo cambisol predomina en la porción poniente del municipio y al oriente cubriendo un 13%. El tipo de suelo solonchak cubre un 12%, se encuentra paralelo a la línea de costa, sobre los depósitos palustres y lacustres. En la parte norte de la ciudad se encuentra el tipo de suelo luvisol, este ocupa el 3% del municipio. Y con el mismo porcentaje se encuentra el fluvisol se localiza en las planicies de inundación dejadas por los ríos, uno de estos se encuentra al sur del la ciudad. El gleysol se encuentra en la parte suroeste y sureste del municipio con un 2% en los depósitos lacustres y de litoral (*Figura 1.6*).

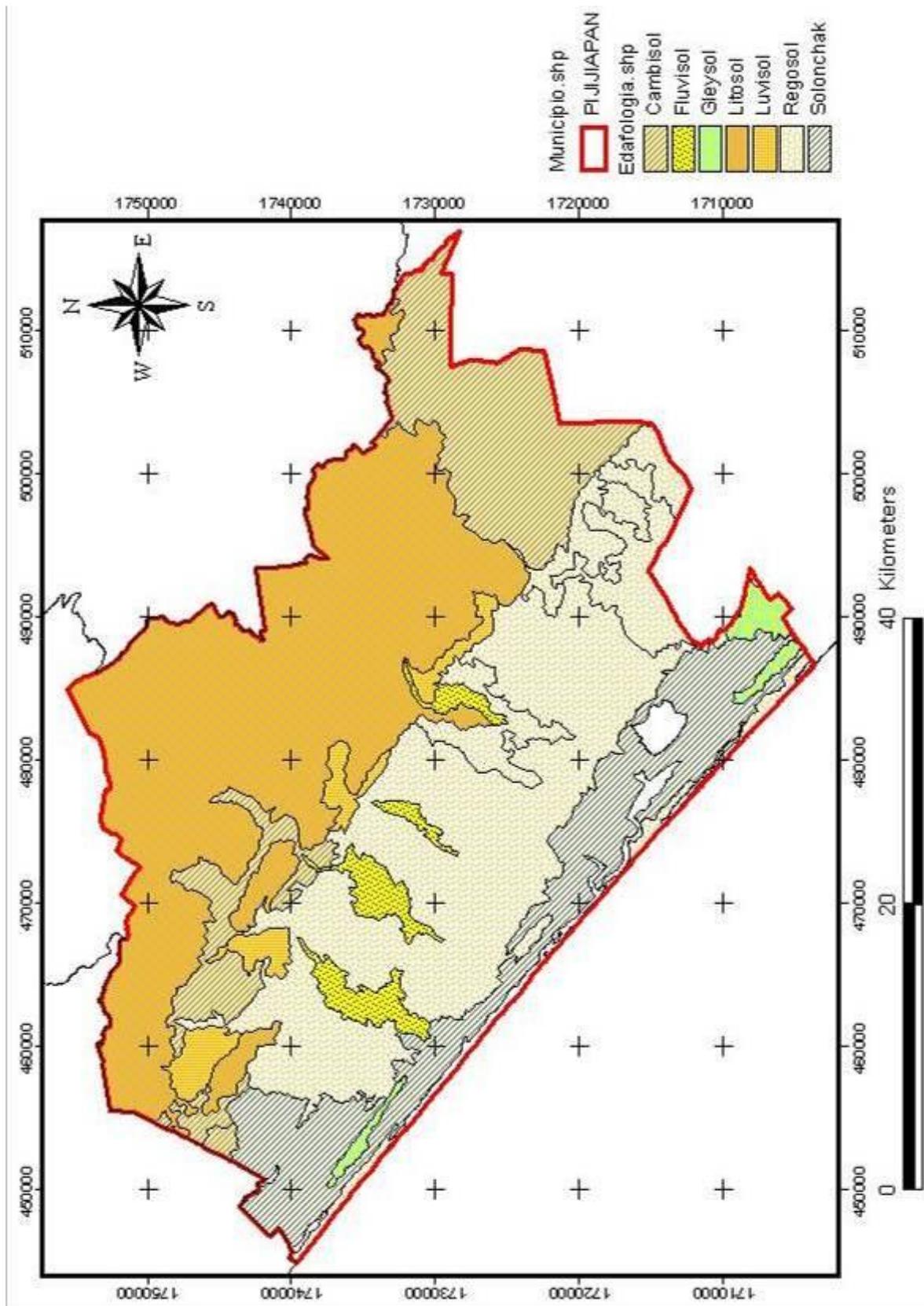


Figura 1.6.- Tipos de suelo

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

Para realizar la identificación 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 (Consejo de Recursos Minerales) y la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL – COREMI, 2004).

Los peligros naturales son:

- Geológicos
- Hidrometeorológicos

Con base en la guía metodológica se ha realizado un diagnóstico para la identificación de los peligros, su cuantificación en el espacio geográfico, sus características de origen y ocurrencia. Finalmente se obtuvo su representación en un mapa digital y la organización de la información en una base de datos dentro de un sistema de información geográfica.

### **2.1- Peligros geológicos**

Los diversos peligros geológicos a los que está expuesta la porción sur del estado de Chiapas, está íntimamente relacionado con su ubicación geográfica, su distribución fisiográfica y las condiciones climatológicas a las cuales está expuesta. Los procesos geológicos que se manifiestan con frecuencia y en un corto periodo de tiempo, están íntimamente ligados con los peligros hidrometeorológicos que año con año afectan el sur de México y que son de alguna manera, los que aceleran los cambios en el entorno, generando inundaciones, deslizamiento y flujos de lodo que producen desastres naturales.

Las fallas geológicas cambian la estructura interna de las rocas, generando foliación y fracturamiento intenso, que sumado con los procesos de erosión que envuelven la acción de la lluvia, sol y viento, generan materiales sueltos que se depositan al pie de los cerros y que en la mayoría de los casos aceleran la inestabilidad de laderas generando derrumbes, deslaves, movimientos de grandes masas y deslizamientos. La cercanía que existe con el límite de la placa de cocos, la cual es subducida y absorbida bajo la placa norte americana, genera una intensa e importante actividad sísmica y volcánica a lo largo del margen del pacífico. A pesar que se han reportado sismos de baja intensidad, la actividad sísmica es lenta pero continua siendo

un peligro latente para las poblaciones. La ubicación de los volcanes activos como el Tacaná y Chichonal, hacen que estos lugares tengan poca influencia ante los peligros por derrames de lava y nubes ardientes, sin embargo la dirección de los vientos puede mover flujos de cenizas que ponen en peligro aquellas poblaciones que aparentemente están lejos de la influencia de los volcanes.

### **2.1.1.- Peligro por Fallas Geológicas**

Una falla es un plano de discontinuidad de una masa rocosa o material poco consolidado en donde se observa, a diferencia de las fracturas, un movimiento relativo entre los bloques resultantes, es decir, la o las fallas rompen una masa de roca y se desplazan diferencialmente. Dependiendo de su movimiento, las fallas son pasivas o activas; las primeras, prácticamente no constituyen un riesgo debido a que no presentan desplazamiento, aunque el plano de falla puede tener material poco consolidado. Las fallas activas, pueden tener desde un movimiento imperceptible en términos históricos; es decir, de varios siglos, hasta otros que suceden súbitamente y que pueden romper aceras, tuberías, viviendas, surcos de cultivo, entre otros, o bien desencadenar sismos, deslaves o derrumbes en áreas inmediatas a la falla.

Las fallas se clasifican en función del tipo de desplazamiento, en fallas normales, inversas y de transcurrencia o de tipo lateral. En las dos primeras hay un movimiento vertical entre los bloques y en la tercera el desplazamiento es horizontal.

La estructura más importante en el área de estudio corresponde a la Falla Motagua-Polochic, que consiste en una falla regional de componente lateral izquierdo que atraviesa la parte sur del estado de Chiapas con un rumbo casi este-oeste.

#### ***a.- Falla San Diego***

Se expone al pie del Cerro El Suspiro, al norte del Cerro Bola (**Figura 2.1**), corresponde a una falla lateral derecha con orientación NE13°SW, se extiende desde el Cerro Bola y continua al noreste a lo largo del arroyo San Diego en 11 Km. de largo. El granito que aflora sobre el río San Diego esta fuertemente afectado por la falla regional, que ha producido fracturamiento intenso con varios planos de fracturas que se entrecruzan formando fragmentos angulosos y afilados que sobre salen del afloramiento, se llegan a formar pedazos desde 5cm hasta bloques de 2.00 m de diámetro. Tiene una densidad de fracturamiento de 60 fracturas por metro cuadrado en promedio (**Fotografía 2.1**). Afortunadamente sobre la traza de esta falla

(dentro del municipio de Pijijiapan) no hay asentamientos humanos sin embargo es preciso mencionar que esta zona no es apta para construcciones ni trazos de caminos.

### ***b.- Falla Motagua***

Es una falla regional activa tipo tránscurrente con orientación oriente-poniente y noroeste-suroeste regionalmente tiene una longitud de 350 Km. desde el Lago Izabal en Guatemala, atraviesa Chiapas y continúa hasta el estado de Oaxaca. Afecta a rocas graníticas del terciario y del Macizo de Chiapas formando zonas milonitizadas. Se presenta como una línea recta bien marcada que separa la planicie costera de la sierra de Madre Chiapas. Su lineamiento se puede observar en el extremo sur de las laderas de los cerros que están paralelos a la carretera federal No. 200. Desafortunadamente las rocas que afloran sobre los cortes de la carretera muestran un intenso intemperismo y alteración de la roca que no permite distinguir el plano de la falla y tampoco definir las estrías o brechamiento de la roca.

#### ***b.1).- Afloramiento Cerro Bola***

Al norte del poblado San isidro, en las inmediaciones del poblado El Progreso se ubica el Cerro Bola (***punto de control CHI-225***), en las faldas del flanco noreste del cerro pasa la traza de la Falla Motagua en un plano de falla de 50 m de longitud con 10 m de alto, donde se midió su rumbo N45°W con 78° de inclinación al NE y estrías que definen un pitch de 82°SE. El cerro corresponde al bloque sur que se movió hacia el SE. En las laderas del cerro se aprecia abundantes fragmentos angulosos producto del intenso fracturamiento de la roca granítica, las fracturas probablemente están asociadas al fallamiento regional (***Fotografía 2.1 y Figura 2.1***).



*Fotografía 2.1.- Fotografía viendo al suroeste, expone la granodiorita afectada por la Falla Motagua en el Cerró Bola, observe el plano vertical de la falla y los bloques angulosos y subredondeados producto del fracturamiento de la roca.*

Algunos de los bloques angulosos se han labrado por la acción del agua y el viento y han quedado de forma subredondeada a redondeada que miden desde 10 cm a 2 m de diámetro. Los bloques mayores se encuentran sueltos y muy expuestos que podrían provocar derrumbes y caída de bloques. Es necesario comentar que este cerro y aquellos lugares que presentes las mismas características, son áreas inestables y representan un peligro para los asentamientos humanos por peligro de caída de bloques y derrumbes de material (*Fotografía 2.2*). El poblado El Progreso en la comunidad más cercana a este cerro y a pesar que esta asentada a casi 500 m del cerro podría verse afectada si el crecimiento del poblado se extiende hacia el cerro. Las nuevas construcciones que deba hacer esta población deberán realizarse al noroeste del poblado.

### ***b.2).- Afloramiento cerro Sin Pensar***

A un kilómetro al poniente del poblado Nueva Urbina, se localiza el cerro Sin Pensar (**CHI-013**), en el flanco sur de las faldas de dicho cerro se puede apreciar la traza de la **Falla Motagua**, la cual separa el bloque norte (cerro) que se mueve hacia al NW y el bloque sur (planicie costera) que se mueve al sureste (*Figura 2.1*). La pendiente del cerro Sin Pensar tiene una inclinación variable de 48° a 52° de inclinación donde expone la roca a una

zona de inestabilidad por las fuerte pendiente sumada a la influencia de la traza de la falla, con frecuencia las rocas están sueltas, lo que produce muchos deslizamientos, como ocurrió durante las lluvias del octubre del 2006, cuando las fuertes precipitaciones aceleraron la inestabilidad del cerro y provocaron mas de treinta deslizamientos en la parte sur del cerro (*Fotografía 2.2*).

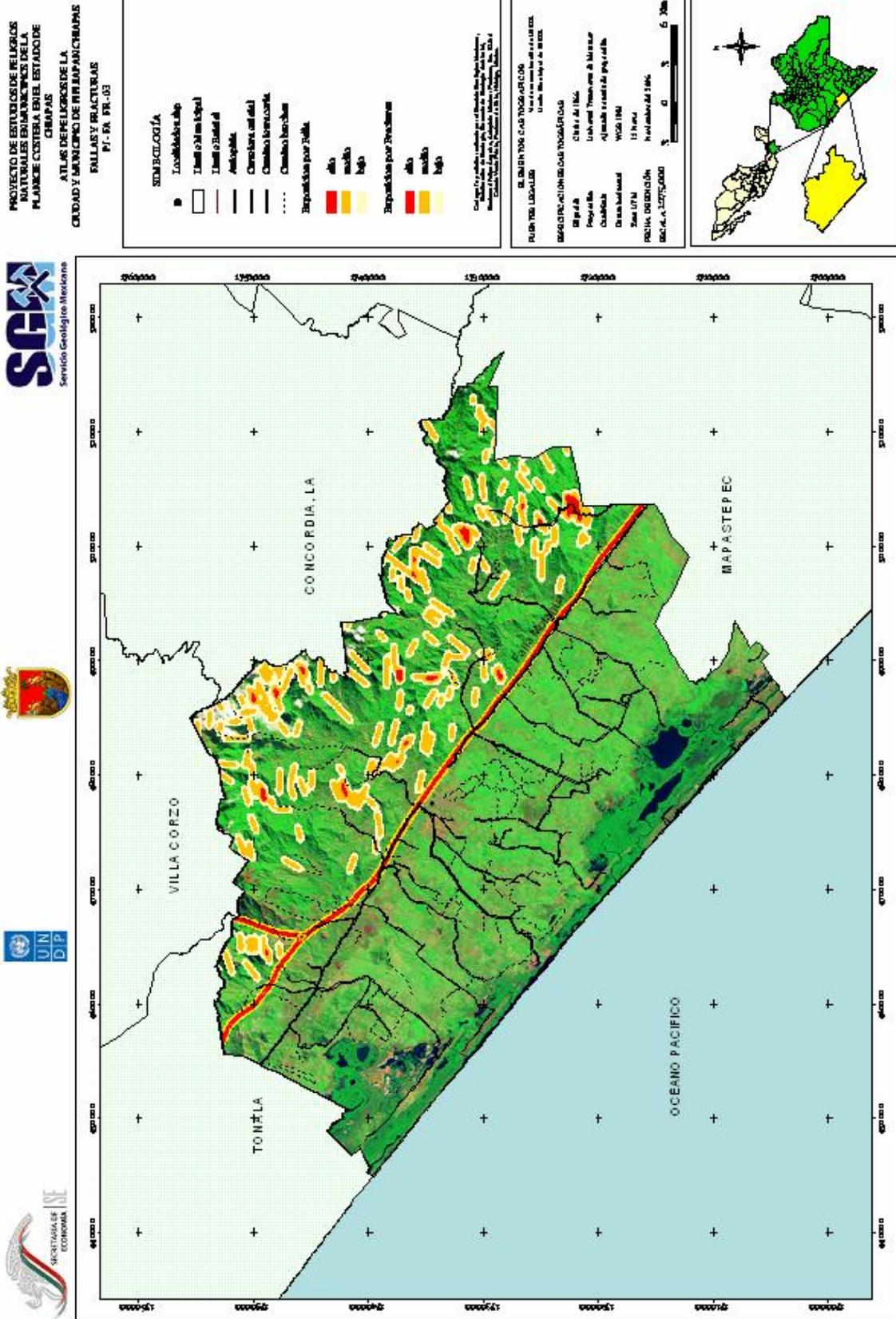
En varios cortes dejados por los deslizamientos se realizo una búsqueda del plano de falla para encontrar las estrías y definir con mayor exactitud el rumbo del movimiento, sin embargo no fue posible por que la roca se encuentra intensamente fracturada y altamente deleznable. El fracturamiento presenta planos cortos que se cruzan entre si, rompiendo la roca en varios fragmentos pequeños, la densidad del fracturamiento varían entre 35 a 50 fracturas por m<sup>2</sup>, así mismo el intenso intemperismo disgrega la roca, la separa de la roca madre y forma un material suelto que es removido de la roca madre con mucha facilidad. En la parte alta del afloramiento se observo un material blanquizco de textura muy fina que corresponde al material de falla conocido como salvanda (*Fotografía 2.3*).



*Fotografías 2.2 Granitos con fracturamiento alto ubicados en el Cerro Sin Pensar muestra en sus laderas la traza de la Falla Polochic-Motagua.*



***2.3.- Granito fuertemente fracturado e intemperizado expuesto en una superficie de deslizamiento.***



2.1.- Fallas y fracturas en el municipio de Pijijiapan.

### ***b.3).- Afloramiento Ciudad de Pijijiapan***

La traza regional de la ***Falla Motagua*** pasa exactamente en las faldas del cerro ubicado al norte de la ciudad de Pijijiapan, justamente sobre la falla esta la carretera federal no. 200 y esta asentada la ciudad de Pijijiapan, ocupando aproximadamente 82.7 ha que equivale al 14.5% de la superficie total de la ciudad. Hasta el momento no se han registrado acontecimientos históricos que estén relacionados con el desplazamiento de la falla (***Figura 2.1***).

En la carretera sobre el carril que se dirige hacia Tonalá, específicamente a la altura del lugar conocido como Los Tanques (PI-112), hay un corte de 150 m de largo por 6 m de alto donde aflora roca granítica intensamente fracturada y altamente deleznable con fragmentos de varios tamaños dentro de un material rojizo poco compacto, constantemente la roca se disgrega y se separa de la roca madre formando grandes cantidades de material suelto que es depositado en la carretera. Estos deslizamientos ocurren tanto en temporada de lluvias como en tiempo de sequías, por lo que se infiere que estos movimientos de roca, no solamente están relacionados a las fuertes lluvias sino también esta íntimamente relacionada con el paso de la falla regional. Por lo tanto tenemos que tener presente que el intenso fracturamiento de la roca y los constantes deslizamientos que genera la inestabilidad del cerro son indicadores que el trazo de la falla está presente (***Fotografía 2.4***).

Con frecuencia la SCT realiza obras de mantenimiento en este tramo de la carretera por los constantes deslizamientos que ocurren año con año, para tratar de resolver el problema de la SCT instaló “gaviones” de 1m<sup>3</sup> en dos filas de 100 m de longitud para detener el material y controlar la inestabilidad del cerro (junio 2006). Sin embargo es importante comentar que la ubicación y la cantidad de gaviones utilizados no resuelve el problema de inestabilidad, ya que el volumen del material aportado es mayor comparado con el volumen de gaviones que sirven de barrera. Por lo tanto esta parte de la ciudad de Pijijiapan se encuentra en peligro latente ya que el material continuamente se desliza sobre los gaviones. En la parte superior del corte a escasos 20 cm del talud del deslizamiento se ubican los tanques que abastecen de agua potable a la ciudad de Pijijiapan, estas obras están en peligro por que los deslizamientos cada vez van ganando terreno al cerro. Es indispensable reubicar estas obras a lugares más seguros (***Fotografía 2.5***).



**2.4.-** *Sobre la traza de la falla Motagua se genera un deslizamiento y la fila de gaviones fue realizada para estabilizar el talud y tratar de detener la caída de materiales.*



**2.5.-** *Los Depósitos de agua potable que abastecen la ciudad de Pijijiapan están en peligro de derrumbarse debido a que se instalaron en zonas de inestabilidad.*

## **2.1.2.- Zonificación de peligro por Fallas Geológicas**

Con la información recabada en la región, se han procesado en modelos de regionalización para comprender como se extienden las zonas de peligro. En el área de estudio se identificaron algunas superficies de falla y en muchos casos no fue posible detectarlas debido a las condiciones de intemperismo y fracturamiento que presentan las rocas. Se observó que los principales asentamientos están ubicados dentro de la traza de la Falla Motagua-Polochic, estos asentamientos corresponden a las principales ciudades de los municipios de Pijijiapan, Mapastepec y Acapetahua Chiapas.

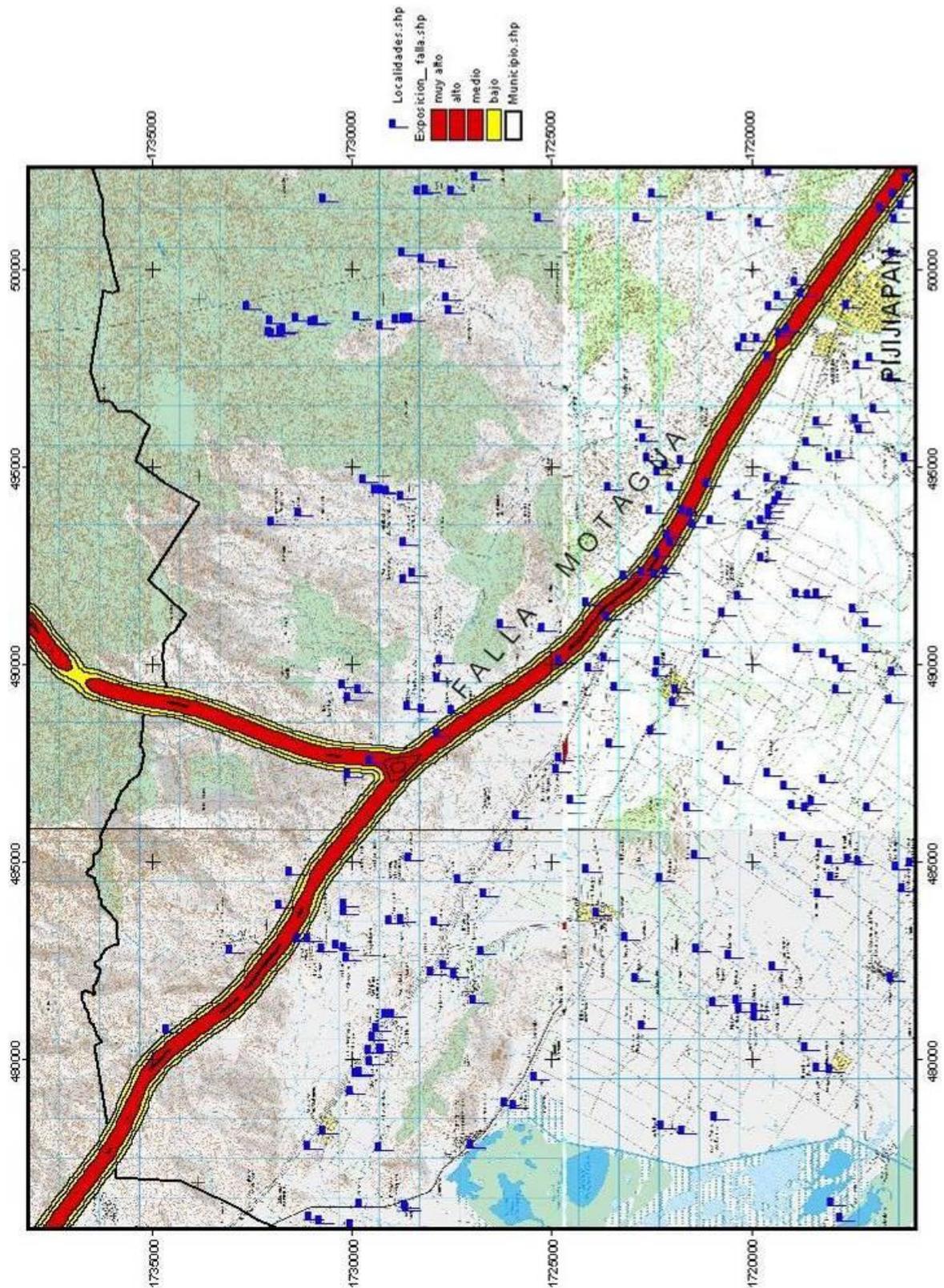
### **2.1.2.1.- Zonificación a nivel municipal**

En el municipio de Pijijiapan la falla Motagua tiene una longitud de 60 Km. de largo, se observa desde la parte noroeste y corre el sureste con una dirección general de NW55°SE. Pasa entre el límite de la Sierra Madre de Chiapas y la Planicie Costera, corre paralela a la carretera federal desde el poblado de Nueva Urbina hasta Hermenegildo Galeana, Nueva Urbina cambia de rumbo hacia el NW45°SE penetrándose por las laderas de la sierra y continua su rumbo hacia los municipios de Tonalá, Arriaga hasta Oaxaca. Como regla, la poblaciones se construyen donde hay fuentes de abastecimiento de agua y por supuesto donde están las vías de comunicación. El municipio de Pijijiapan no es la excepción, en todo el tramo de la carretera muchas de sus comunidades están asentadas dentro de la traza de la falla, otras se encuentran en el límite mientras otras están a menos de 1 Km. de distancia.

Se identificaron varias localidades cercana a la falla (incluye rancherías, comunidades, pueblos y ciudades), se realizó un ordenamiento de aquellas comunidades que están dentro, en el límite y cerca del trazo de la falla. Si por alguna razón fuera de nuestro alcance omitimos alguna comunidad, nos disculpamos de antemano, ya que físicamente existen comunidades nuevas que no aparecen en el plano topográfico de INEGI.

Para una mayor ubicación de aquellas comunidades en peligro, dividimos imaginariamente la traza de la falla en dos porciones para describir con mayor precisión el orden de peligro en el que se encuentran las poblaciones. La porción poniente: inicia en el límite poniente del municipio hasta la ciudad del mismo nombre y la porción oriente inicia en la ciudad de Pijijiapan hasta la comunidad de Hermenegildo Galeana.

En la porción poniente las comunidades que tienen peligro alto por falla son: Francisco Villa, Progreso, Ampliación Coapa, San Pedro Las Pilitas, Nueva Urbina, Pijijiapan. Las comunidades que se encuentran en el límite o cercana al dominio de la falla y que están entre el peligro alto y medio son: Nuevo Milenio, La Guadalupe, Celestino Gasca Villaseñor, La Guadalupe, Las Dos Hermanas, La Asunción Chico Zapote, Las Pilitas. Finalmente las comunidades se ubican en el rango de peligro medio por que están fuera del predominio de la falla pero no están exentas de sufrir daños, son las siguientes: Las Murallas, San Diego, Colonia Central, La Hierba Santa, San Antonio Candelaria, El Volante, Urbina, Las Anonas, las Lluvias, San Ramón, Los Sauces, La Morita (**Figura 2.2**).



*Figura 2.2.- La porción poniente del municipio muestra la distribución de las localidades que están en peligro por la Falla Motagua.*

En la porción oriente las comunidades que tienen peligro alto por falla son: Las Cabras, Desvió de Nueva Flor, Control de Migración, Las Almendras, El Paraíso, Medias Aguas, La Unidad Puente de Margaritas, Papaloapan y Hermenegildo Galeana. Las comunidades que se encuentran en el límite o cercana al dominio de la falla y que están entre el peligro alto y medio son: Guanajuato, Las Delicias, Rancho Alegre, Florencia y El Brasil. Finalmente las comunidades se ubican en el rango de peligro medio por que están fuera del predominio de la falla pero no están exentas de sufrir daños, son las siguientes: Nueva Flor, Guadalupe, Los Tamarindos, Progreso, La Laguna, La Libertad, El Carmen, La Guadalupe, El Deliro, Santa Teresa, Joaquín Miguel Gutiérrez, El Jordán y Colonia Miguel Alemán Valdez (Figura 2.3.).

Es importante mencionar que aquellas localidades ubicadas en un rango de 2 a 5 Km. de la Falla tienen un rango de peligro bajo, por que no tienen la influencia directa de la falla, sin embargo no están exentas de sufrir daños, ya que hay que recordar que la mayoría de las fallas regionales tienen fracturas o fallas asociadas que muchas veces no afloran en superficie y desafortunadamente se manifiestan cuando ocurre el movimiento de la falla regional. Para identificar la distribución de las fallas en el subsuelo se deben de hacer trabajos de exploración con métodos de geofísica para determinar la posibilidad de fallas ocultas en las partes de la planicie costera. La zonificación de la Falla marcada por coloración rojo indica peligro alto, el color amarillo peligro medio nos indican cuales son los lugares de mayor peligro, por lo tanto el peligro alto no es apto para asentamientos humanos, pero desafortunadamente existen varias comunidades dentro de este rango, las cuales se deben de poner mayor atención ante este peligro natural.

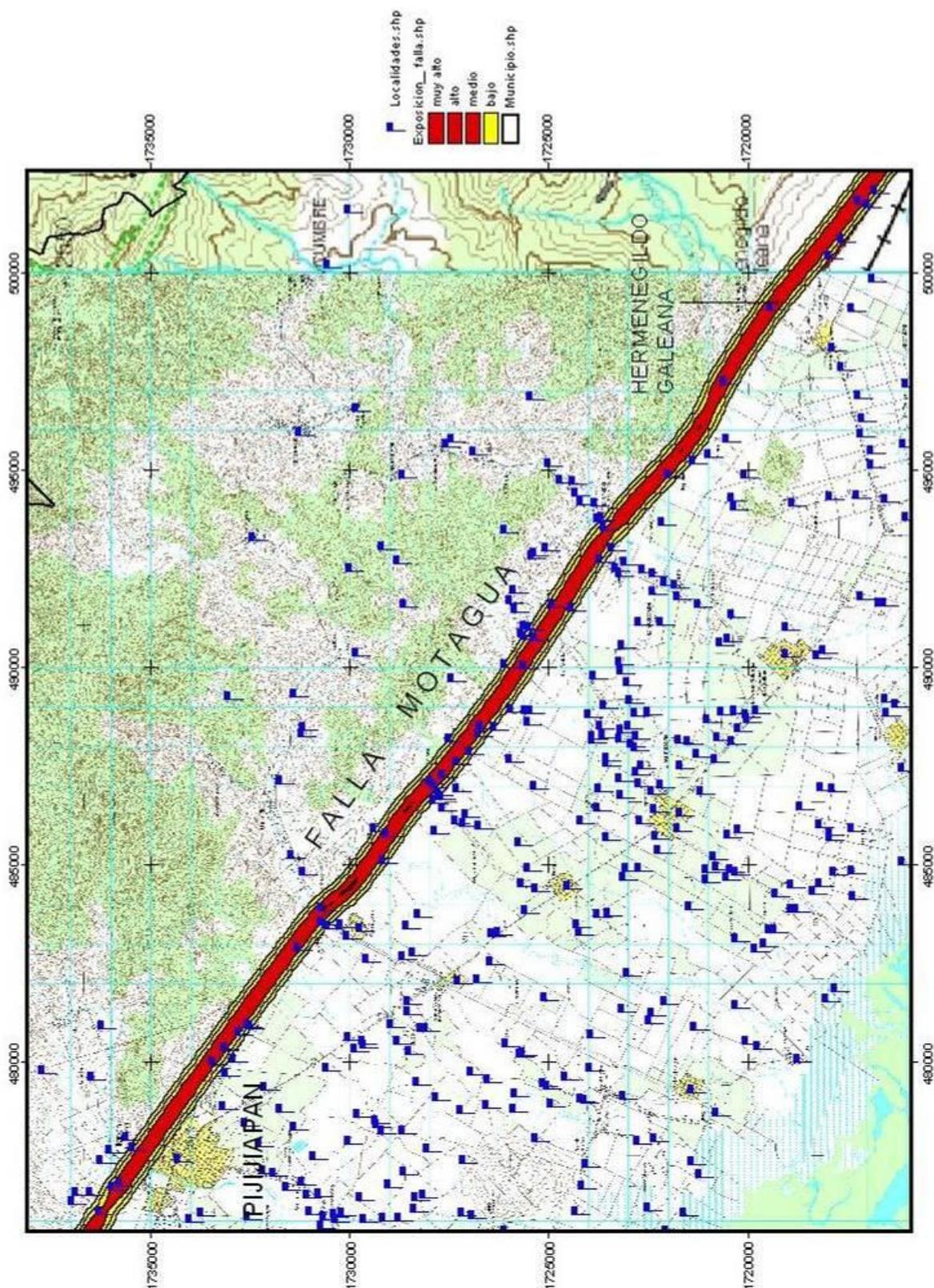


Figura 2.3.- La porción oriente del municipio muestra la distribución de las localidades que están en peligro por la Falla Motagua.

### **2.1.2.2).- Zonificación a nivel Ciudad.**

La ciudad de Pijijiapan se ubica justo en el centro del municipio, en las coordenadas geográficas 93°12'27" de longitud oeste y 15°41'03" de latitud norte, tiene una extensión territorial de 5.7 Km<sup>2</sup> con una altura media sobre el nivel del mar de 54 metros. Cuenta con 18,000 habitantes distribuidos en cuarenta barrios de los cuales treinta corresponden a zona urbana y el resto a áreas conurbanas. La porción norte de la ciudad esta asentada en las faldas del cerro Pijijiapan y el resto se distribuye en la planicie costera.

La Falla Motagua pasa al norte de la ciudad de Pijijiapan en las faldas del cerro con una dirección NW55°SE, paralela al trazo de la carretera federal, dentro de la localidad se expone en una longitud de 2.5 Km. de largo con un área de influencia de 500 m de ancho. La zonificación de peligro por falla establece que casi 15 barrios de la parte norte de la ciudad están expuestos a peligro alto por el paso de la falla, estos barrios ocupan 120.2 hectáreas lo que representa que el 21% de la superficie total de la ciudad, seis de doce barrios se ubican en la zona conurbana al poniente de la ciudad, pasando el río Pijijiapan y los barrios restantes están dentro de la zona urbana. Los barrios que se encuentran asentados dentro de la traza de la falla son Heberto Castillo, Jubileo 2000, Nueva Esperanza, Olmeca, El Arenal, El Naranjal, El Cocal y El Pichichi. Los barrios Nueva Guadalupe, Nuevo Pijijiapan, El Garrobal, Dr. Alfaro Gonzáles, El Cerrito, Nuevo México y Cantarinas están en el limite o cerca de la falla (*Figura 2.4*).

Observe en la figura 2.5 como la ciudad de Pijijiapan esta asentada sobre la traza de la falla Motagua y como el crecimiento urbano se esta expandiendo hacia esta zona de peligro, los barrios mas nuevos se ubican precisamente dentro de la falla y estos corresponden al Heberto Castillo, Jubileo 2000, Nueva Esperanza, Nuevo Guadalupe, Nuevo Pijijiapan, El Cocal y El Pichichi.

Para la planeación del crecimiento urbano de esta ciudad, tienen que considerar la presencia de esta falla geológica y el límite del río, las nuevas construcciones deben de realizarse hacia la parte sureste de la ciudad. En zonas lejos de la influencia de la falla.

### **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 el municipio de Pijijiapan, 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 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. (*Figura 2.4*).

**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”. La disgregación y transporte de las partículas del suelo por la acción del agua, es el tipo más importante de efectos perjudiciales, esta acción es causada por el impacto

de gotas de lluvia al suelo, rompe la estructura superficial de este, salpicando el material sólido en todas direcciones. El material ya suelto, es transportado por el flujo superficial, el cual también produce una fuerza de arrastre sobre el suelo, llegando incluso a formar pequeños canalillos que colaboran en gran medida a la pérdida de suelo.

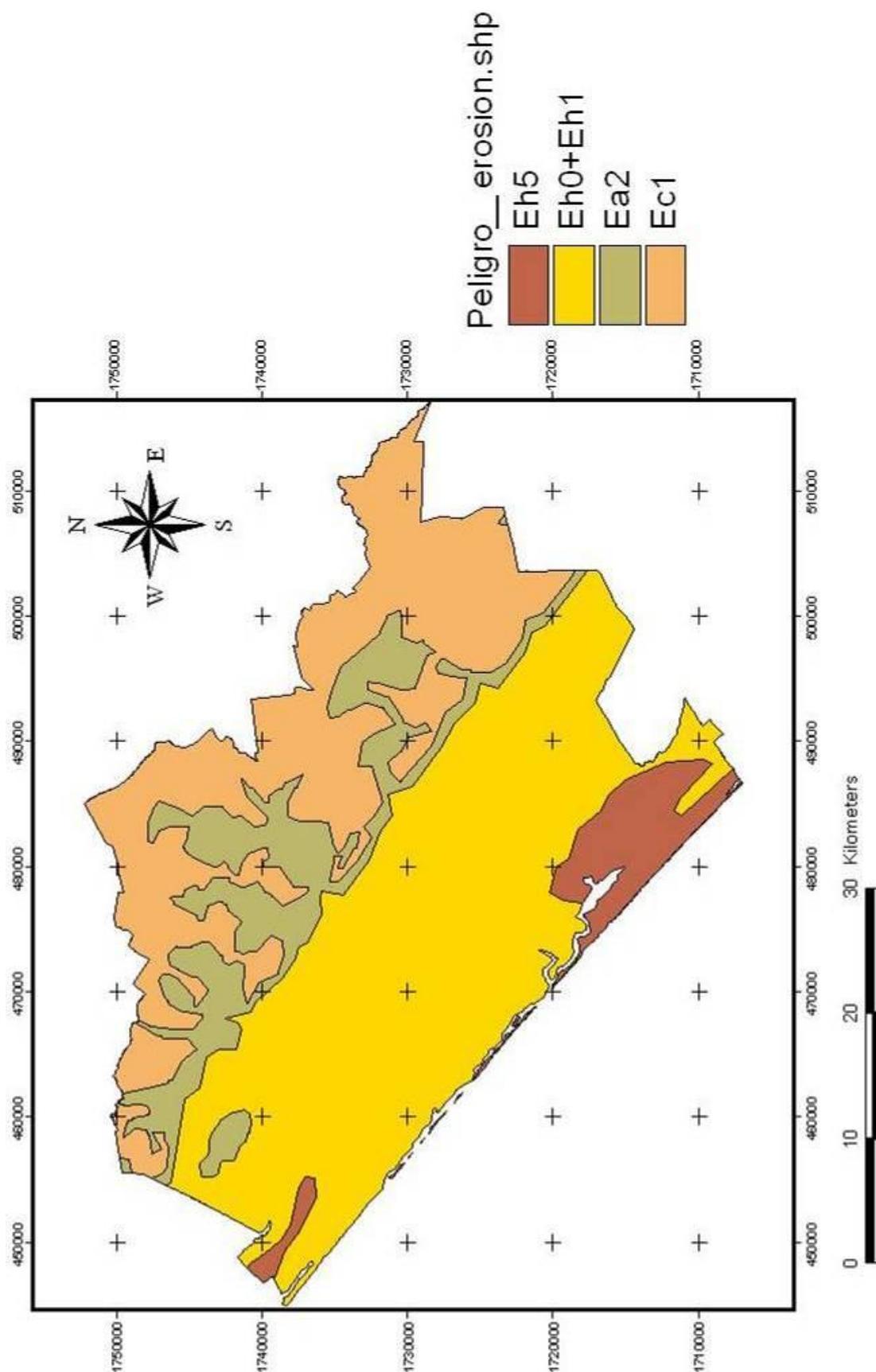
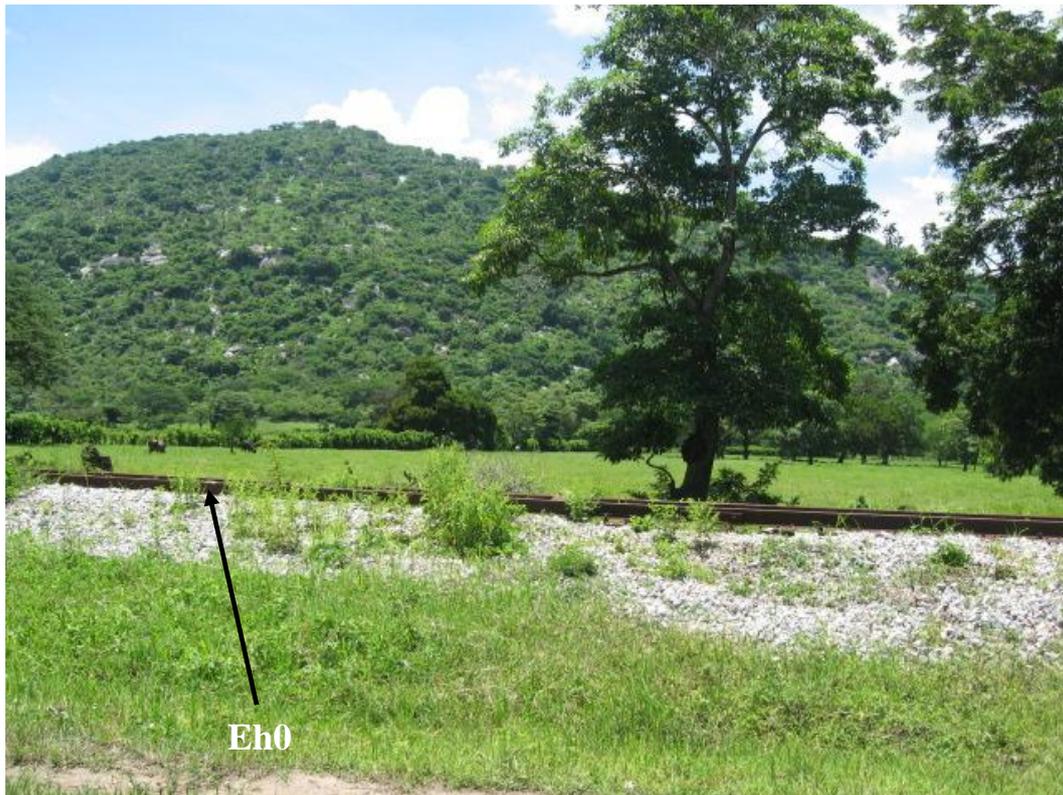


Figura No 2.4.- Tipos de erosión que afectan al municipio de Pijijiapan, estado de Chiapas



**Fotografía No 2.6.- Erosión hídrica laminar de grado nulo. Punto de control PI-143**

**a.1).- Nula (Eh0).**- Corresponde a una morfogénesis fluvio-acumulativa en tierras llanas o de muy escasa inclinación, con una altitud cercana a la del nivel del mar. Este tipo de erosión se aprecia muy cercana a los centros de población rural, ocupa aproximadamente un 15% en la zona que ocupan principalmente potreros, su 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, su pendiente varía desde 0° hasta 5°, en la figura se cartografió con trama de puntos amarillos (Fotografía No. 2.6).

**a.2.- Débil (Eh1).**- 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 Eh0, existen pastizales cultivados y en muchas ocasiones abandonados, mezclados con pasto natural, arbustos y árboles frutales, la vegetación por lo general es secundaria, simiesca, por lo general bordea la primer área y se ubica por todas partes, ocupa aproximadamente el 70%

de la superficie municipal, en la figura aparece cartografiada con trama de rectángulos violetas inclinados a 45° (*Fotografía 2.7*).



*Fotografía No 2.7.- Erosión hídrica laminar de grado débil. Punto de control PI-62*

**a.3.- Moderada (Eh2).**- La erosión moderada ocurre principalmente en la zona de cambios de pendiente que se ubica al norte del municipio, en una sección muy restringida dentro de los polígonos de erosión concentrada asociada a cauces y cañadas, 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 pasto, bosques, selvas o cultivos de temporal en concentraciones densas o en remanentes aislados y pendientes entre 9 y 12°. La morfogénesis corresponde a suelos en rocas graníticas y metamórficas donde existen procesos denudativos, las causas de las formas son la disolución, a las escala de trabajo no fue posible cartografiarla como unidad. (*Fotografía No. 2.8*).



*Fotografía No 2.8.- Erosión hídrica laminar de grado moderado. Punto de control PI-126*

**b).- 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 concentrada 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.

**b.1).- Erosión concentrada asociada a cauces y cañada (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, como en el oriente de esta región, se asocia a factores estructurales de rompimiento o dislocación que 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, favorecen la erosión vertical. Este tipo de erosión tiene una gran distribución muy escasa únicamente en la porción norte en la zona de cambios de pendiente y se cartografió con trama de puntos finos violetas.



*Fotografía No 2.9.- Erosión antropogénica asociada a crecimiento urbano. Punto de control PI-64*

**c).- Erosión marina (Em).**- Relacionada con la acción del oleaje, mareas o corrientes de litoral que tienen un carácter destructivo en costas de laderas empinadas o escarpadas, así como, en playas donde depositan sedimentos. Su morfogénesis es denudativa mareal, estas áreas se ubican en la costa como playas de corta y gran longitud formadas por arena fina y ocasionalmente por fragmentos gruesos, incluso conglomeráticos. Esta erosión tiende a modelar una zona característica de plataforma plana sobre las rocas de la costa y fue cartografiada sobre la línea de costa con trama de olas en color azul.

**d).- Erosión antropogénica.**- 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.

**d.1).- 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 como se puede apreciar en la figura, se cartografió con trama en cuadros verdes (*Fotografía No. 2.10*).

**d.2).- 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. Como se muestra en la fotografía numero 2.11 en donde los terrenos son deforestados, en los cuales se siembra pastizal y se aprovecha para la actividad ganadera.

**d. 3).- 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.

**d.4).- Por aprovechamiento de recursos geológico o actividad humana (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.



**Figura N. 2.10.- Deforestación para aprovechamiento y cría de ganado. Punto PI-100**

#### **2.1.4.- Peligro por Sismos**

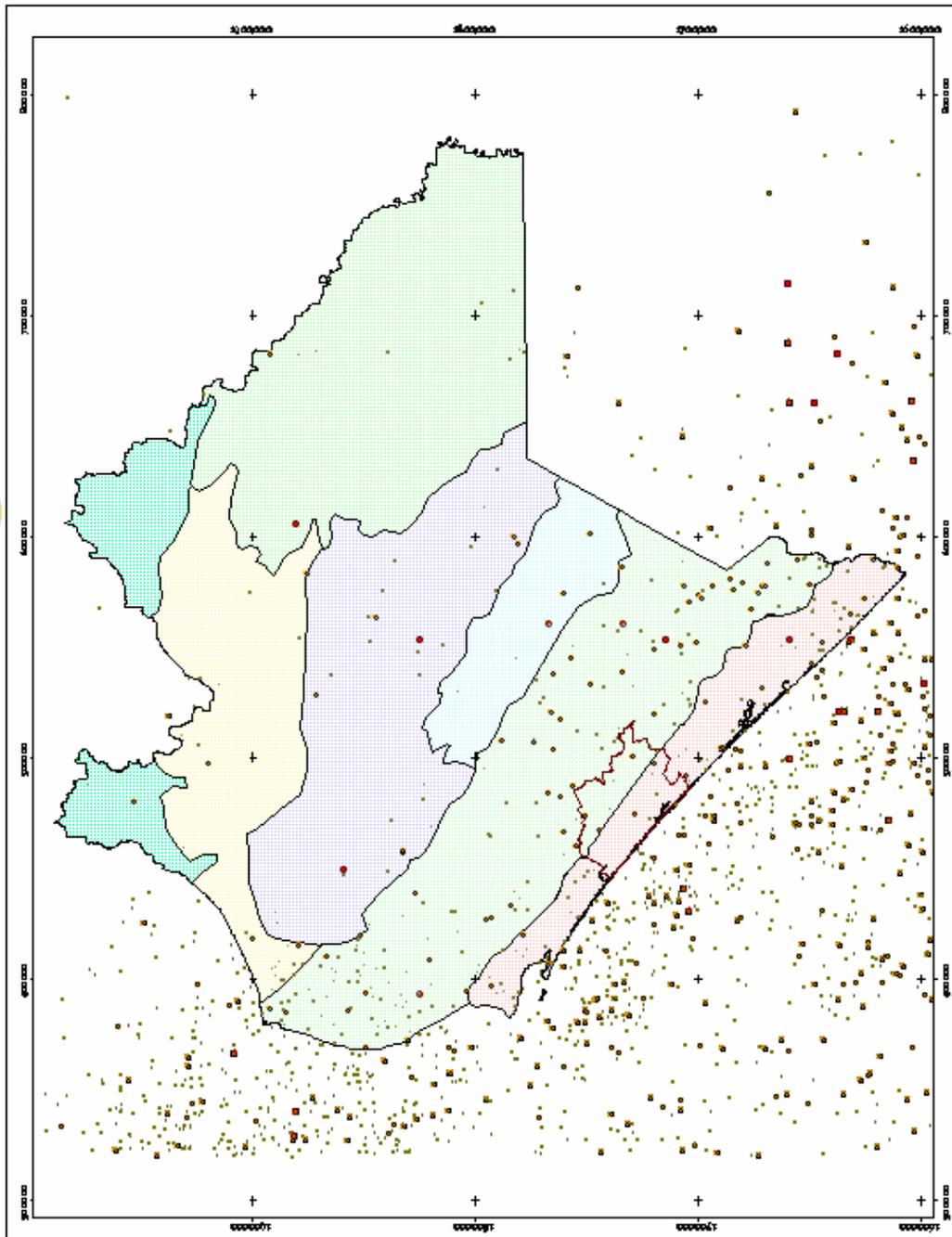
Los sismos se clasifican de acuerdo con la profundidad, la intensidad y la magnitud. La profundidad determina si el sismo fue superficial o profundo; la intensidad, es la medición del fenómeno de acuerdo con la percepción de la población y es medida en la escala de Mercalli; la magnitud, es determinada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

El municipio de Pijijiapan, se ubica dentro una zonificación por 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, 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), comprendidos entre los años 1990 al 2003, por lo cual se tiene el registro de la disipación de la energía sísmica dentro del municipio (Figura 2.5).





PROYECTO DE ESTUDIOS DE PELIGROS NATURALES EN MUNICIPIOS DE LA PLANIE CISTERNA EN EL ESTADO DE CHIAPAS  
 ATLAS DE PELIGROS DE LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE PIJIJAPAN, CHIAPAS  
 LOCALIZACION DE EPICENTROS EN LA ZONA  
 P1 - B - 08



**SEMIOLOGÍA**

- ▭ Límite Municipal
- Epicentros (Círculos Rojos)
- 1-4
- 4-4.4
- 4.4-5.5
- 5.5-6.9
- 6.9-7.9

**Regiones**

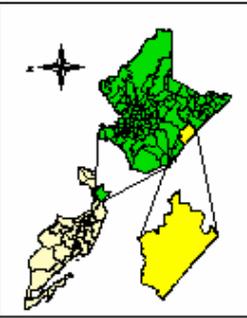
- ▭ Alta de Chiapas
- ▭ Depresión Central
- ▭ Planicie Central del Quiché
- ▭ Planicie Central del Progreso
- ▭ Sierra Madre del Sur
- ▭ Sierra del Norte de Chiapas
- ▭ Sierra del Oriental de Chiapas

**DE DATOS CAS TOSCARICÓN**  
 1. Número de Cas Toscaricón: 10  
 2. Fecha de Registro: 01/08/2012  
 3. Escala: 1:50,000

**PROYECTOR CAS TOSCARICÓN**  
 1. Nombre: CAS TOSCARICÓN  
 2. Versión: 1.0  
 3. Autor: SGM

**PROYECTOR CAS TOSCARICÓN**  
 1. Nombre: CAS TOSCARICÓN  
 2. Versión: 1.0  
 3. Autor: SGM

**PROYECTOR CAS TOSCARICÓN**  
 1. Nombre: CAS TOSCARICÓN  
 2. Versión: 1.0  
 3. Autor: SGM



2.6.- Epicentros y profundidad de sismos registrados en el estado de Chiapas.

En el municipio se ha registrado 11 epicentros, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 2.1.- Epicentros registrados en el municipio de Pijijiapan.**

LONGITUD	LATITUD	MAGNI	PROFUN	FOCO	INTENSI	FECHA	HORA	PLACA	DISTAN
-93.2400	15.8300	4.5	128	-128	4	08-ene-01	22:26:49	Norte América	167
-93.3000	15.7700	5.0	110	-110	4	5-nov-90	17:20:54.	Norte América	158
-93.2100	15.7300	4.0	121	-121	3	26-ago-91	13:16:43.	Norte América	160
-93.0900	15.7200	3.6	137	-137	2	7-nov-94	08:30:00.	Norte América	167
-92.9900	15.6400	4.9	114	-114	4	30-nov-94	05:03:17.	Norte América	165
-93.2300	15.6300	4.6	76	-76	4	6-abr-94	15:14:07.	Norte América	150
-92.9300	15.6100	4.1	153	-153	3	26-abr-90	21:32:10.	Norte América	166
-93.2500	15.5700	4.2	93	-93	3	23-ago-91	09:30:34.	Norte América	143
-93.0600	15.5600	4.0	81	-81	3	7-oct-98	07:34:39.	Norte América	153
-93.0200	15.5500	4.5	127	-127	4	27-feb-90	21:42:24.	Norte América	155
-93.1500	15.5400	4.2	93	-93	3	30-ago-99	11:53:01.	Norte América	146
-92.7500	15.3400	5.1	69	-69	5	18/02/91	05:56:02.	Caribe	
-92.8200	15.2300	4.2	106	-106	3	27/12/99	07:09:47.	Caribe	
-92.7700	15.1900	4.2	71	-71	4	26/05/94	03:51:60.	Caribe	
-92.7600	15.1400	3.9	88	-88	3	05/07/90	11:09:58.	Caribe	
-92.8800	15.1000	4.1	59	-59	4	13/12/99	03:24:50.	Caribe	

De los sismos registrados en el municipio, el de mayor magnitud es de 5.0; ocurrió a 4.7 Km. al norte del poblado Colonia Central el día 5 de noviembre de 1990, a una profundidad de 110 Km. (Figura 2.6). En la costa chapaneca son varios los sismos registrados, pero son de poca magnitud por lo que para la población no representa un gran peligro.

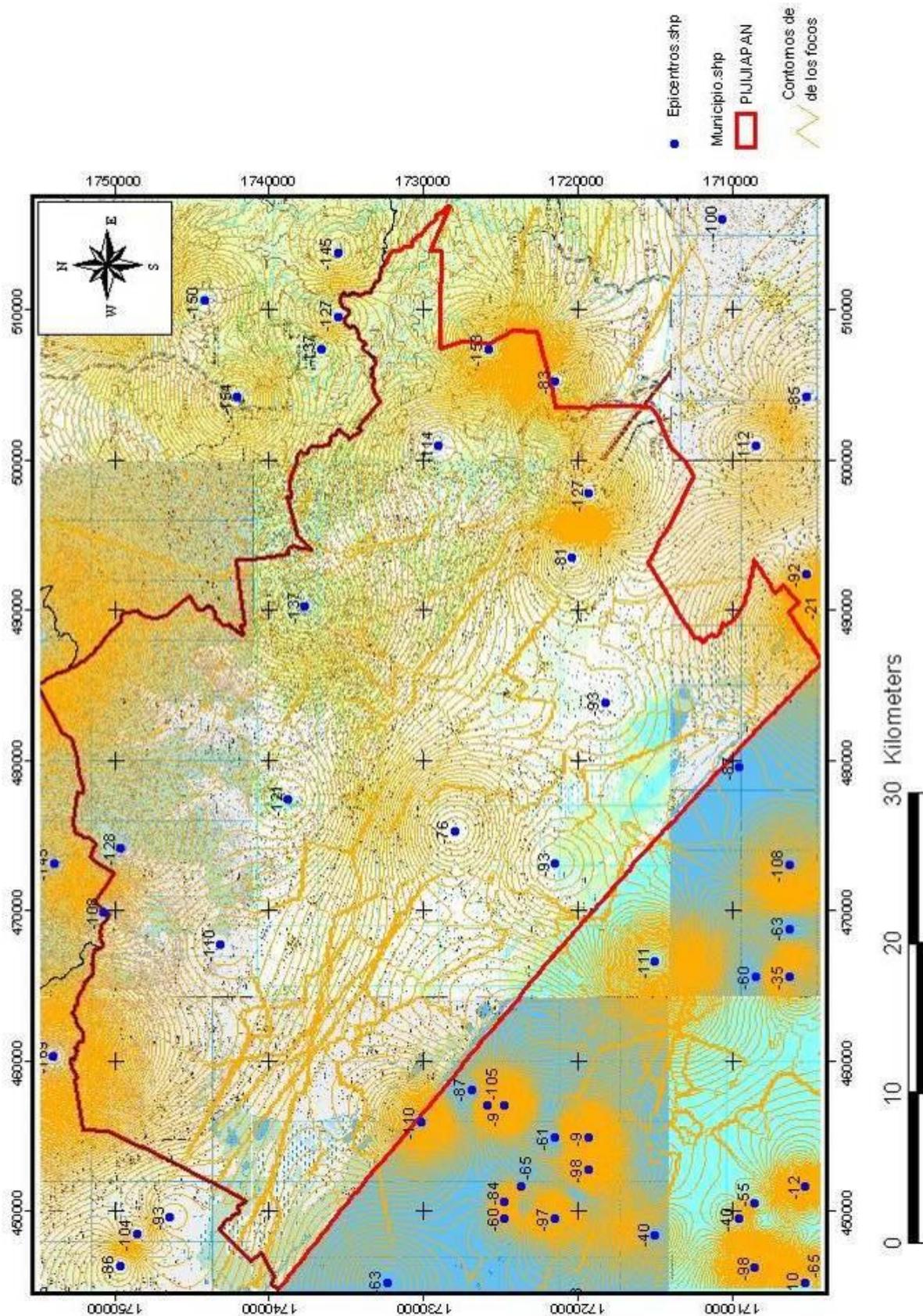


Figura 2.7.- Epicentros y profundidad de sismos registrados en el municipio de Pijijiapan.

De acuerdo a la escala de intensidad Mercalli (Figura 2.7), la cual evalúa el daño producido por los sismos en una localización específica; el municipio presenta cuatro tipos de intensidad: en la porción sureste la intensidad es IV; en la ciudad la intensidad es V en donde casi todos lo sienten y muchos se despiertan, además se encuentra en la porción Norte y sureste; al oriente y al noroeste la intensidad es VI, y en la porción noroeste la intensidad es de VII en todo mundo corre y hay ligeras o moderadas afectaciones a la estructura de las casas.

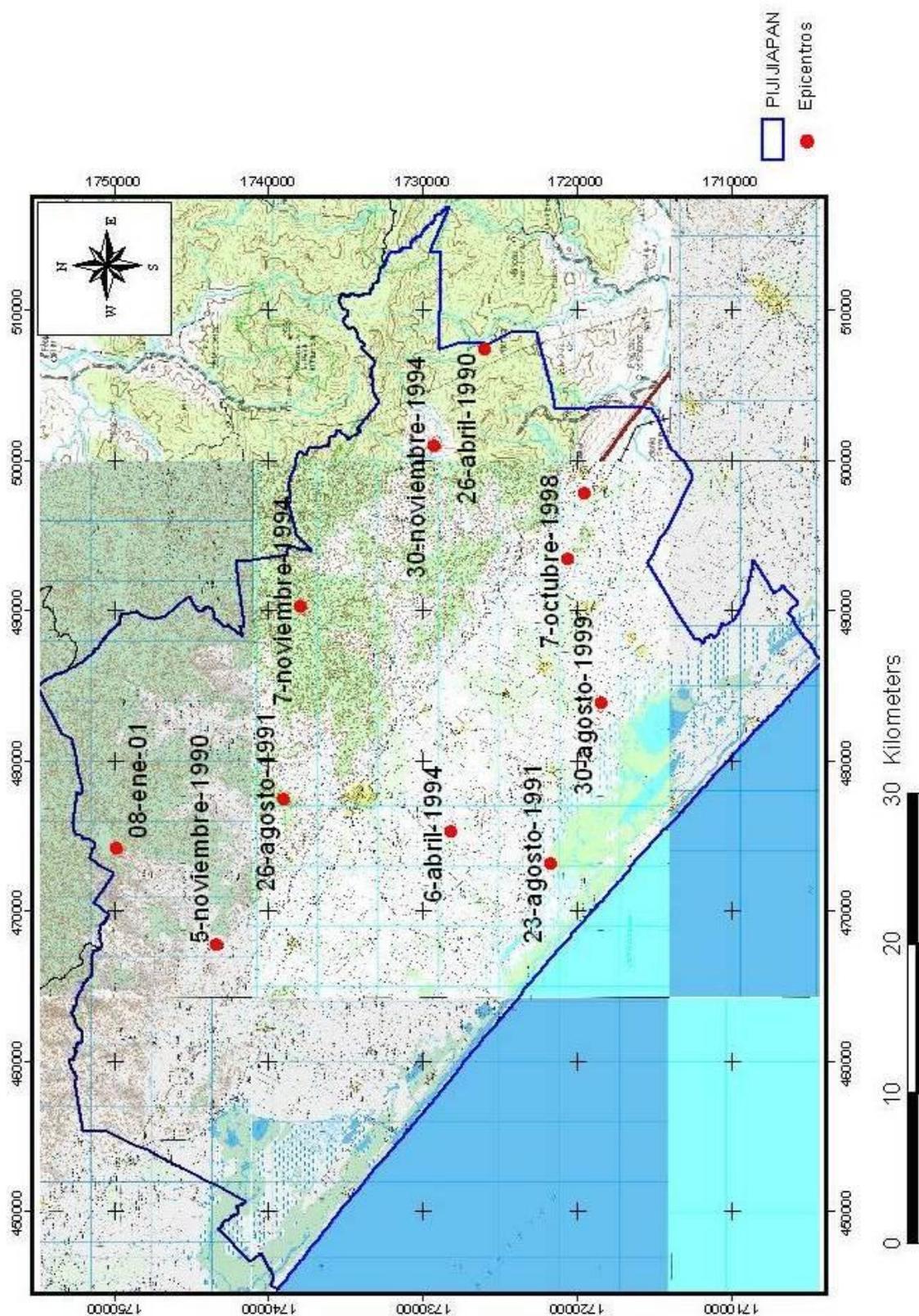
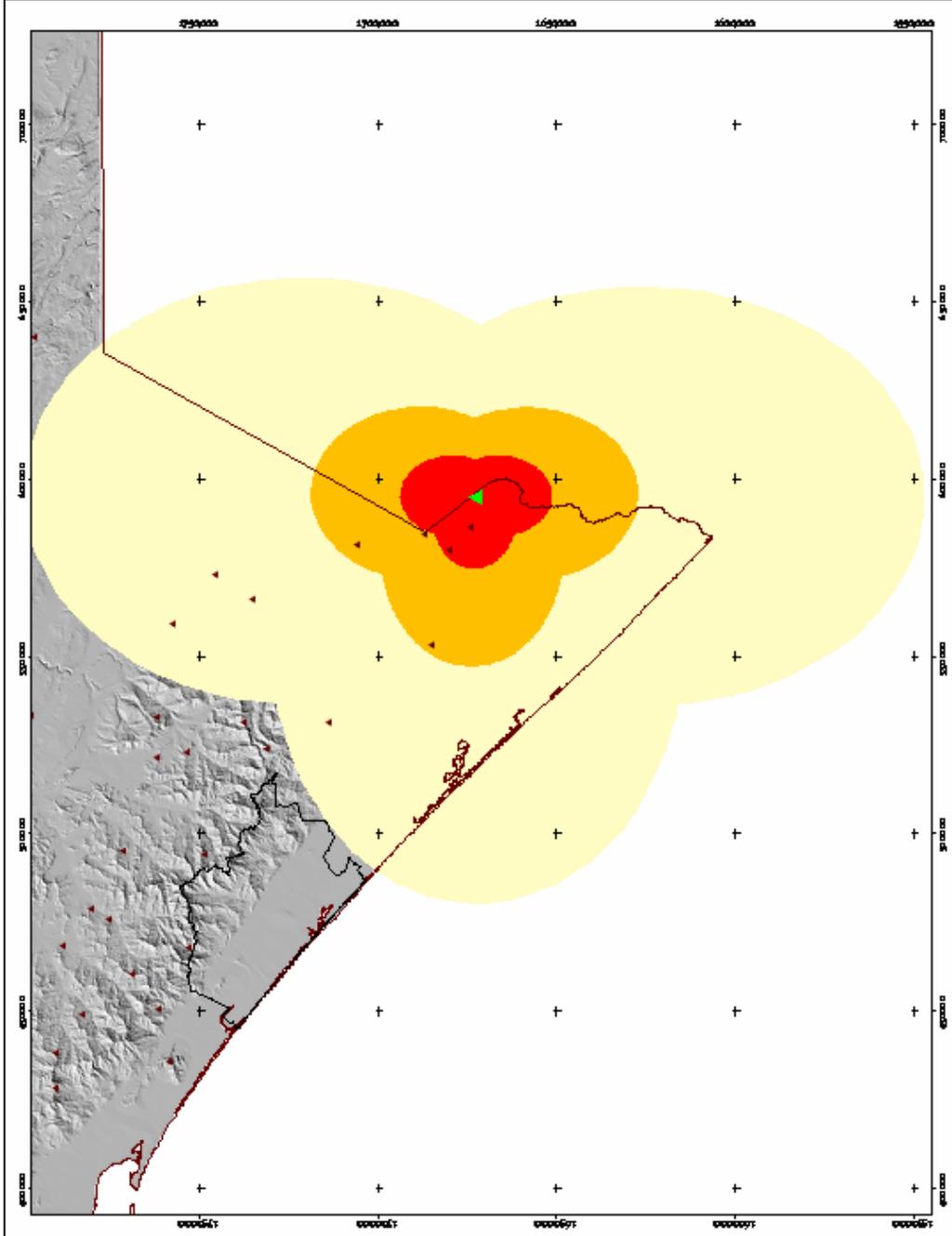


Figura No. 2.8.- Fechas de los eventos sísmicos registrados en el municipio de Pijijiapan.



PROYECTO DE ESTUDIOS DE PELIGROS NATURALES EN MUNICIPIOS DE LA PLUMBER COSTERENA DEL ESTADO DE CHIAPAS  
 ATLAS DE PELIGROS DE LA CIUDAD Y MUNICIPIO DE PIJIJAPAN  
 VALCARRIBAO  
 P. - VU. - DP



**SEMIOLOGÍA**

- Límite Municipal
- Límite Estatal
- ▲ Volcán San Juan
- ▲ Volcán San Juan

**Chiapas, Dignidad**

Peligro Alto con radiado de 50 Km

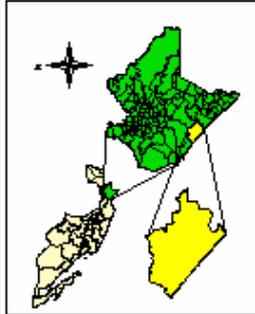
Peligro Medio con radiado de 100 Km

Peligro Bajo con radiado de 150 Km

Copyright © 2012, Servicio Geológico Mexicano, UNDP, Secretaría de Economía, Secretaría de Protección Civil, Chiapas, México, 2012. Todos los derechos reservados. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.

ESQUEMA DE COORDINADAS  
 FUENTE LOCALIDAD: San Juan Volcán, Chiapas, México  
 ESCALA: 1:50,000

ESQUEMA DE COORDINADAS  
 Fuente: INEGI  
 Proyección: UTM  
 Datum: WGS 84  
 Zona: 17N  
 Puntos: 10  
 Fuente: INEGI



**2.9.- Peligro volcánico por caída de cenizas en el municipio de Pijijiapan. Las cenizas con vientos favorables al norte y sur no afectan el municipio, con vientos al poniente afectarían los límites de la porción oriente.**

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

El municipio de Pijijiapan se localiza a 102 Km. al noroeste del volcán Tacaná, por lo que con una columna eruptiva de 40 Km. y vientos favorables hacia el poniente; el nivel de exposición y el peligro a la caída de cenizas volcánicas es nulo (Figura 2.9).

### **2.1.7.- Peligro por Inestabilidad de laderas**

#### **2.1.7.a).- Deslizamientos.**

Un deslizamiento es un movimiento de roca o material poco consolidado pendiente abajo (*Cruden 1990*) a lo largo de una o varias superficies planas o cóncavas, denominadas superficies de deslizamiento. Actualmente, la investigación de deslizamientos “*lato sensu*” está relacionada con varias áreas del conocimiento, tales como: Ingeniería Civil, Geología, Ingeniería Geológica, Geomorfología, Geotecnia, Mecánica de Suelos y de Rocas, etc.

Bajo el aspecto de la aplicación, la importancia del análisis y control de los deslizamientos resulta de la demanda socioeconómica proveniente de accidentes y problemas diversos concernientes a la inestabilidad de las laderas. (*Brabb 1991*) estima en millares de muertes y decenas de miles de millones de dólares por año los perjuicios provenientes de la deflagración de estos procesos en el mundo entero. Los procesos de transporte de materia sólida de nuestro planeta pueden ser subdivididos en movimientos gravitacionales de masa, definidos como todos aquellos que son inducidos por la aceleración gravitacional, y en movimientos de transporte de masa, donde el material movilizado es transportado por un medio cualquiera, como agua, hielo o aire (*Hutchinson, 1968*).

Los deslizamientos y procesos relacionados, forman parte de la lista de los movimientos gravitacionales de masa, directamente referidos a la dinámica de laderas, distinguiéndose de las subsidencias y colapsos, pertenecientes también a este gran grupo. Es importante considerar el peligro de deslizamiento de roca o suelo sobre zonas urbanas o conurbanas, generalmente en terrenos de mucha pendiente.

La ciudad de Pijijiapan se encuentra asentada en las faldas de la sierra de Chiapas y donde inicia la planicie costera, donde los cerros son de poca pendiente y de elevaciones menores, a excepción del Cerro Vigía que presenta 380 m.s.n.m y se ubica al norte de la ciudad. Los deslizamientos observados que se encuentran dentro de la mancha urbana, están asociados

principalmente a los cortes del camino de la carretera federal, a cortes de calles así como a cortes derivados de los asentamientos humanos.

Específicamente los barrios afectados por deslizamientos son: Heberto Castillo, El Arenal y el Cerrito (*Figura 2.10*).

El Barrio El Cerrito tiene antecedentes de deslizamiento ocurridos en la 4ª Avenida norte poniente esquina con la calle central norte, a la altura de la Central de Autobuses O.C.C. (Ómnibus Cristóbal Colón). Donde se localiza un corte de 100 m de largo por 5 m de alto (*Fotografía 2.11 y 2.12, punto de control PI-107*) En el año 1998 ocurrió un pequeño deslizamiento sin daños mayores ni consecuencias lamentables, donde se desprendió aproximadamente 100 m<sup>3</sup> de material poco consolidado conocido localmente como “chaltete”, que en términos técnicos corresponde a fragmentos de roca granítica intemperizada mezclada con material arcilloso poco consolidado (*Fotografía 2.13*)., dicho material se desprendió cubriendo la mitad de la 4ª Avenida Norte Poniente, dejando incomunicada esa parte durante varios días.

Así mismo durante las lluvias de octubre del 2005, nuevamente volvió a ocurrir un deslizamiento, esta vez con mayor afectación - donde se deslizaron 250 m<sup>3</sup> de material que cubrió toda la avenida hasta llegar a las viviendas de enfrente a la altura de la banqueta, provocando completamente el cierre del paso vehicular de dicha avenida durante un mes (*Fotografía 2.14*) La zona afectada fueron 6 casas y las instalaciones de la antigua estación de autobuses O.C.C. que se ubica en la parte superior del corte (*Fotografía 2.15*).



*Fotografía 2.11.- Rumbo del deslizamiento con un ángulo de corte de 53°, el rumbo de movimiento hacia el SW 30, del corte en la 4ª avenida norte poniente esquina con la calle central norte del Barrio el Cerrito.*



*Fotografía 2.12.- En esta panorámica se observa el corte de 100 m de largo por 5 m de alto que corresponde a la corona del deslizamiento.*



**Fotografía 2.13.-** Tomada en el mirador de la antigua estación de autobuses O.C.C. donde se observa fracturamiento en el concreto, el cual se encuentra en la parte superior del corte mostrado la corona de deslizamiento de la fotografía 2.14.

Sobre la carretera federal No. 200, en el tramo Pijijiapan – Tonalá, a la altura del lugar conocido como Los Tanques (*Fotografías 2.165 y 2.17; punto de control PI-113*), frecuentemente ocurren deslizamientos, debido a la inestabilidad del terreno producido por el corte de la carretera federal, este corte tiene 150 m de largo por 6 m de alto, con un ángulo de corte mayor de  $50^\circ$  y un rumbo del movimiento del deslizamiento de  $70^\circ$  SW, donde se ha deslizado entre 100 a 250 m<sup>3</sup> durante la temporada de lluvias.

Para tratar de resolver este problema de deslizamiento la SCT instaló “gaviones” de 1m<sup>3</sup> cada uno en dos filas que cubren 100 m de longitud (colocados en junio 2006) para detener el material y controlar la inestabilidad del cerro, sin embargo esto no resuelve el problema ya que no cubren todo el corte por lo se encuentra en peligro latente ya que el material continúa deslizándose sobre los gaviones (*Fotografía 2.15*). En descripción general la roca granítica que aflora en el lugar está altamente fracturada y poco consolidada, además de que está fuertemente alterada e intemperizada. En la parte superior del corte se ubican los tanques que abastecen de agua potable a la ciudad de Pijijiapan, estos están en peligro de colapsarse (*Fotografía 2.15*).



*Fotografías 2.14 .- Carretera Federal No 200, tramo Pijjiapan-Tonalá, altura del lugar conocido como los “Tanques”, muestra la zona de deslizamiento y la fila de gaviones que tratan de detener la inestabilidad del terreno*



*Fotografía 2.15.-Tanques de agua potable que abastece a la ciudad. Los “gaviones” que colocaron no cubren todo el corte, por lo se encuentra en alto peligro, ya que el material continua deslizándose sobre los gaviones.*



***Fotografía 2.16.- Punto de control PI-118, se localiza a 4km al noreste de la ciudad de Pijijiapan***

El deslizamiento tiene 5 metros de ancho por 50 de alto, su rumbo es SE  $15^\circ$ , el ángulo del deslizamiento es de  $68^\circ$  (Fotografía 2.17). En la fotografía se observa que los árboles se encuentran inclinados por lo que en este cerro hay reptación, además se observa una vivienda que se encuentra edificada a las faldas del cerro aunque no es encuentra afectada directamente por el deslizamiento, no esta exenta de que el cerro siga deslizándose y pudiera llegar a afectarla.



**Fotografía 2.17.- Punto de control PI-135, se localiza a Orilla del Río Loco a 1 Km. al oriente del Poblado Plan de Ayala**

Al lado oriente del Río Loco (Fotografía 2.18), se observo un deslizamiento de 30m de largo por 60m de alto, el rumbo del deslizamiento es al SW35, con un ángulo  $50^{\circ}$ . Provocado por la corriente del río que desestabilizo su base produciendo que este material fuera deslizado al cauce del río.

#### **2.1.7. b).- Caída de bloques**

La caída de bloques es el movimiento abrupto de suelo y fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes muy fuertes y acantilados, por lo que el movimiento es prácticamente de caída libre, rodando y rebotando.

Como se ha mencionado anteriormente, la ciudad de Pijijiapan esta fundada en su mayoría en la planicie, y solo en la parte norte obtuvieron dos puntos que caracterizan a este tipo de peligro (*Figura 2.10*).

En el Barrio Heberto Castillo, para hacer una calle en este punto se realizo un corte, que produjo que la roca granítica que allí aflora, se fracturara, por lo que se le considera de riesgo medio ya que la calle no es muy transitada y actualmente se encuentran una casa abandona en la dirección de la caída del bloque (*Fotografía 2.18*).

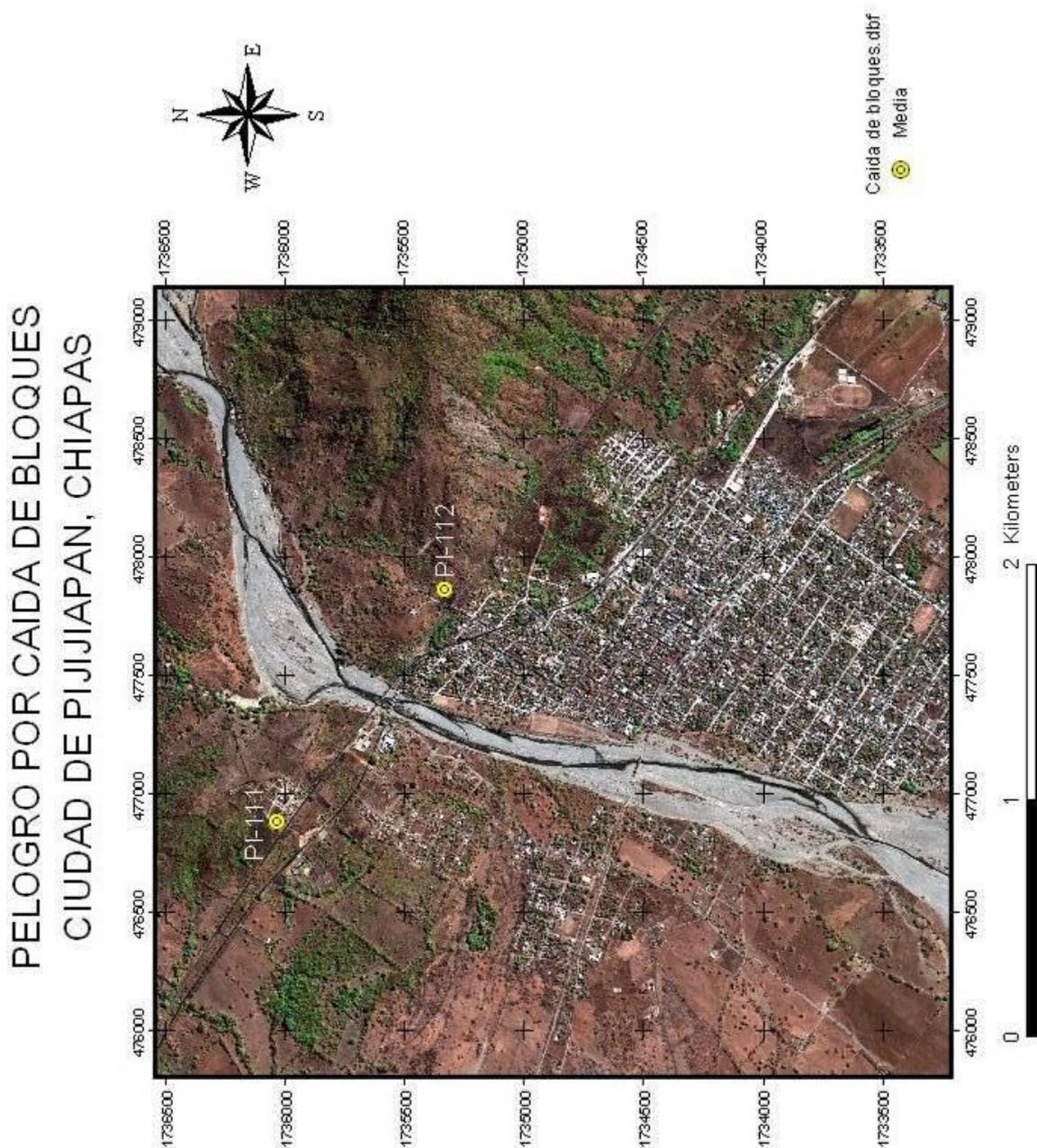


Figura 2.10.- Mapa de localización de los puntos de peligro por caída de bloques (los dos son de peligro medio) en la zona urbana de Pijijiapan

En el entronque a la ciudad de Pijijiapan en la carretera federal 200 (*Fotografía 2.19, tomada el 15 de junio del 2006*), se tomo el punto de control PI-112, que corresponde a peligro por caída de bloques de roca granítica, el cual afectaría tanto al entronque de la ciudad como a la carretera federal, que hasta ese entonces se le consideró de peligro medio; pero el 15 agosto del 2006 (*Fotografía 2.21*) se observo que en este mismo lugar, se encuentra una obra en construcción, y la maquinaria ha demolido los bloques que representaban peligro para dichas construcciones.



***Fotografía 2.18.- Barrio Heberto Castillo, bloque de 4m de largo fracturado. La caída de bloques sería al SW 50° la pendiente en la que se encuentra es de 40°***



**Fotografía 2.20.-** Entronque a la Ciudad de Pijijiapan en la carretera federal No. 200 tramo Tapachula-Tonalá, en esta parte aflora el granito, el cual se encuentra fractura. Se observan bloques de 4m de largo por 2 de alto, y de 7m de largo por 6m de alto. La caída de los bloques sería al SW70°, y tiene una pendiente de 78°



**Fotografía 2.20.-** Tomada el 15 agosto del 2006. Obra en construcción.

## **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.

### **2.2.1.- Peligro por Inundación**

Es 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. Se tienen antecedentes de inundaciones en el municipio de Pijijiapan causadas por el desborde de los ríos Isidro, San Diego, Urbina, Pijijiapan, Coapa, Margaritas, Bobos y Las Arenas.

Las crecientes e inundaciones representan uno de los principales desastres naturales que afectan constantemente diversas comunidades en diferentes partes del mundo, sean en áreas rurales como en grandes ciudades.

Las aguas de lluvia, al alcanzar un curso de agua, causan el aumento del caudal por determinado período de tiempo. Este incremento de descarga de agua, tiene el nombre de creciente. Muchas veces en el período de creciente, los caudales alcanzan tal magnitud que pueden superar la capacidad de descarga del curso de agua y desbordar para las áreas marginales habitualmente no ocupadas por las aguas. Este desborde caracteriza una inundación y el área marginal, que periódicamente recibe esos excesos de agua, se denomina lecho mayor o planicie de inundación de un río.

La inestabilidad de pendientes en áreas urbanas y rurales, combinado con la filtración pluvial, aumenta rápidamente el potencial para deslizamientos o avalanchas. El potencial de inundaciones también se incrementa debido a la creciente tendencia a depositar desechos sólidos en los ríos, lo cual, junto con desperdicios forestales, bloquea los canales y conduce al peligro de inundaciones violentas y rápidas. Este problema de las inundaciones se complica aún más en condiciones donde los lagos y los ríos urbanos y rurales se utilizan como depositarios directos o indirectos de afluentes agrícolas o industriales.

Este fenómeno ocurre como resultado de la dinámica torrencial del río Pijijiapan que se asemeja a la de una gigantesca inundación y que experimenta el incremento súbito del caudal a consecuencia del aporte de los torrentes que afluyen rápidamente hacia el curso principal. Estos eventos se concentran mayormente durante los meses de septiembre - octubre que corresponde a la temporada de mayor humedad en la subcuenca. En estas épocas de máximo caudal el río fácilmente desborda su cauce y produce inundaciones en varios puntos de su recorrido pero más notoriamente en los terrenos bajos, sobre todo en aquellas comunidades ubicadas cerca del río.

Las inundaciones en la última década han incrementado su recurrencia y tienen su incidencia principalmente en los centros poblados emplazados en la zona de afluencia del torrente que lo genera, afectan predominantemente a familias de bajos ingresos que tienen menor capacidad de respuesta y donde las condiciones de vida en general está en un estado de emergencia permanente, caracterizado por la falta de agua potable, vivienda precaria e ingresos bajos e inestables. En estos casos, la mayoría de las poblaciones afectadas asumen que las inundaciones no pasan de ser sino un aspecto de un desastre cotidiano y permanente.

Los desastres ocurridos en el río Pijijiapan representan una degradación continua de la vida de la población. La destrucción de las viviendas, la pérdida de sus enseres y la interrupción de sus actividades económicas aumenta su vulnerabilidad. Sin la posibilidad de encontrar nuevas ubicaciones seguras para vivir, la gente vuelve a ocupar los lugares peligrosos. Si la vida en los pueblos jóvenes está caracterizada por la vulnerabilidad, la ocurrencia periódica de inundaciones solo exacerba la situación, haciendo más pobres a los pobres y creando condiciones para nuevos desastres (Maskrey, 1989).

El desbordamiento e inundación de zonas bajas de las márgenes del río Pijijiapan es una prueba contundente de la interacción de los procesos sociales y naturales en la generación de desastres, donde los fenómenos geodinámicos afectan las estructuras sociales y económicas de la ciudad.

Los repetidos procesos de inundación que ha padecido la ciudad de Pijijiapan, están asociados en primer lugar a su ubicación espacial con respecto al cauce del río, ya que la ciudad se encuentra asentada exactamente en la desembocadura de la sub-cuenca, solo una pequeña porción de la ciudad esta edificada en los cerros, casi el 80% se encuentra establecida en antiguas terrazas aluviales de la Planicie Costera.

Lo que aquí se describe corresponde a las experiencias vividas, por las poblaciones ubicadas a lo largo del río, especialmente de la ciudad de Pijijiapan quienes han sufrido en la última década situaciones de desastres vinculados a la dinámica torrencial de la sub-cuenca del mismo nombre. La experiencia que aquí se describe fue desarrollada en el período de lluvias extremas de los años 1933, 1998 y 2005.

Entre los desastres ocurridos se mencionan la inundación de 1933, 1998 y 2005

Se tienen antecedentes de inundaciones en la ciudad, uno de ellos sucedió en el año 1933, durante la temporada de lluvias extremas del mes de septiembre, llovió durante 10 días o mas, durante los cuales no cesaba la lluvia, cambiando de llovizna a lluvia torrencial, el cauce del río se desbordo aproximadamente a las cuatro de la madrugada, afectando varios barrios ubicados en los linderos del cauce del río e inundando las calles de la actual 4a poniente y 4a norte, la corriente del río atravesó el pueblo por la tercera norte (hoy Juan sabinos) hasta el barrio cuatro milpas (que en aquel tiempo no existía) hasta desembocar en el arroyo El Chucho. El cauce se bifurco corriendo un brazo rumbo al sur llegando a la vía del ferrocarril. Por otro lado la corriente empezó abatir el puente de ferrocarril y debajo de el, se acumularon troncos y árboles. Cabe aclarar que el actual cauce del río Pijijiapan (a la altura del ferrocarril) antes de la inundación no existía, si no que este brazo fue tomado por la creciente (**Figura 2.10**).

En el año de 1998, la lluvia de tan solo cuatro días en el mes de septiembre, el río volvió a inundar la ciudad, afectando los barrios aledaños al cauce, las proporciones de la inundación son mayores que las ocurridas en 1933, puesto que el antiguo cauce del río estaba totalmente poblado, un flujo de lodo y árboles arrastrados por la corriente irrumpe violentamente contra la ciudad. Esto fue el resultado de 8 depresiones tropicales precipitadas en

forma continua en la zona. La inundación afecto los barrios ojo de agua y 5 de mayo, en ese día su crecida máxima ocurrió entre las 17:00 y 17:30 horas, el desbordamiento ocurre el día 8 de septiembre entre las 3:00 y 3:30 de la madrugada, comienza a inundar la porción norte de la ciudad, rompe el puente nuevo de ferrocarril y deja incomunicado el barrio de El Llanito (ahora conocido como barrio Guadalupe) finalmente a las 6:40 a.m. cae el puente de la carretera federal.

Los barrios afectados por la inundación son: El Arenal, Dr. Rafael Alfaron Gonzalo, Ojo de Agua, Las Flores, el Centro, Cuatro Milpas (Nuevo México), Canta Ranas y la Unidad Deportiva Pijijiapan (*Figura 2.10*), así como para la zona urbana porción sur los barrios afectados son: Las Vegas, San Felipe, Colonia Obrera, 20 de Noviembre y Los Pinos. Y de los barrios que pertenecen a la zona conurbana son los siguientes Nuevo Pijijiapan, Brisas del Río, Los Almendros, Colonia Guadalupe (también conocido como El Llanito) y San Pedrito. El barrio 5 de Mayo fue afectado severamente, aproximadamente 10 hectáreas de asentamientos humanos quedan totalmente destruidos. Los barrios que fueron totalmente dañados y que desaparecieron en el 98, son: 5 de Mayo, Los Amates y Ampliación 5 de Mayo, los cuales se ubicaban en los bordes del río Pijijiapan. La parte que no sufrió daños, fueron los barrios ubicados en la porción sur de la ciudad al sur de la vía del ferrocarril. La vía férrea sirvió dique retuvo el agua lo que salvo la porción sur de la ciudad. Sin embargo en la porción norte se vio severamente afectada por que la vía del tren sirvió como represa donde el agua se estanco e inundo la parte de los barrios del centro, el agua corrió hacia el oriente de la ciudad, afectando los barrios La Balastrea, San José, San Pedro, San Francisco, Fraccionamiento Magisterial, San Juan.

Cabe señalar que en Octubre del 2005 la ciudad no fueron afectada gravemente por el desbordamiento del río, ya que se encontraba el “dique”, pero como se tienen antecedentes de los barrios que se inundaron en 1933 y 1998 se les considera a esta zona de Alto Peligro, así mismo la zona al sur de la vía del tren que no sufrió inundaciones se les considera de Riesgo Medio. Los barrios que fueron reubicados para las familias damnificadas en septiembre del 1998, son los siguientes: Fraccionamiento Vida Nueva, Heberto Castillo, Jubileo 2000, Nueva Guadalupe y Tapachulita.

En septiembre de 1998, unos de los carriles del puente Pijijiapan en el tramo de la carretera federal Tonalá-Tapachula, en el lado este del puente, la corriente del río logro socavar los cimientos del puente, provocando que se colapsara y se demoliera, dejando incomunicado al municipio (*Fotografía 2.21*).

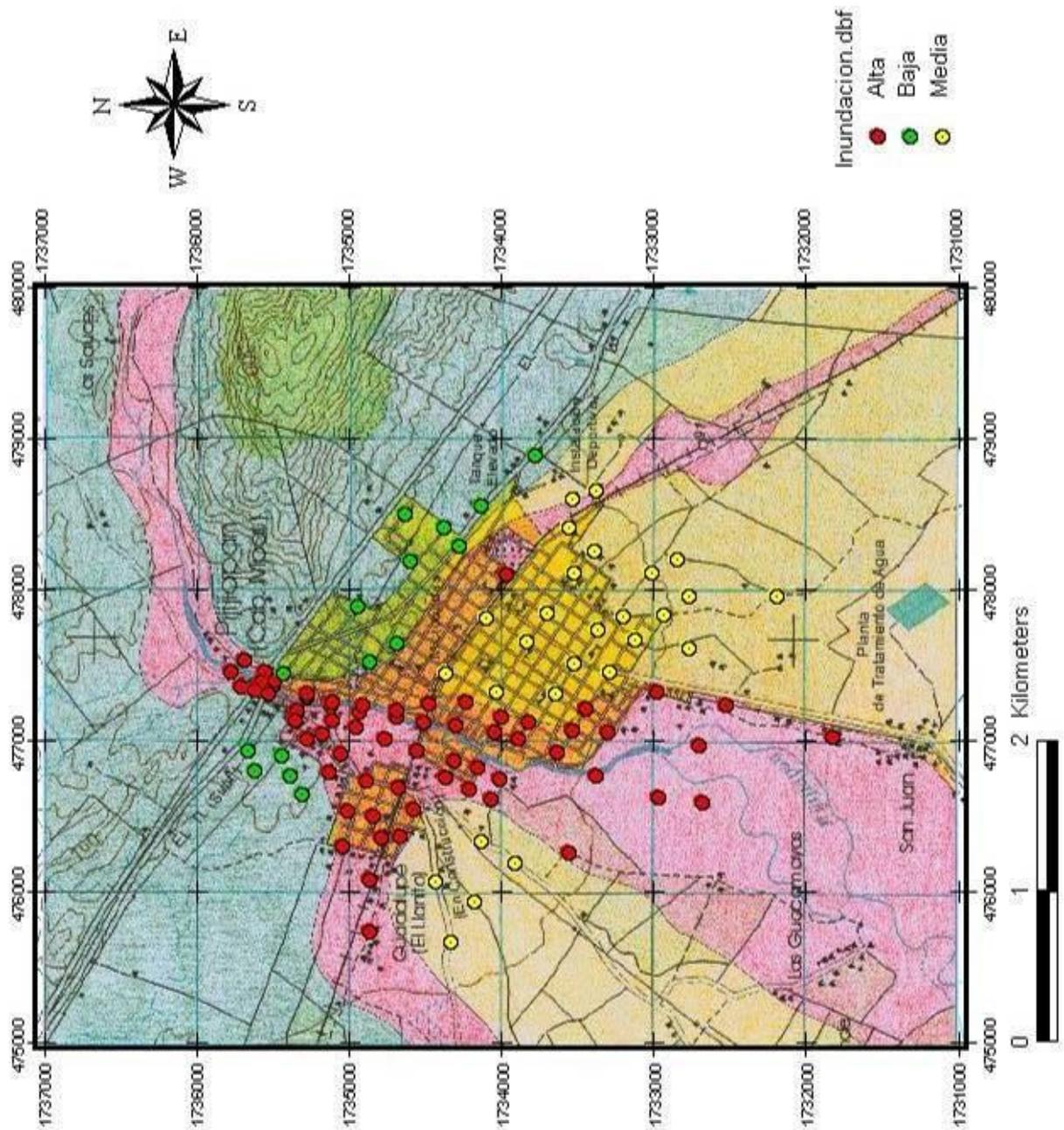


Figura 2.11.- Zonificación de Peligro por inundación en la zona urbana de Pijijiapan, grado alto en color rojo, medio en amarillo y bajo en verde.



**Fotografía 2.21.- Tomada el 9 de Septiembre de 1998 durante la inundación a las 16:30 horas. Fotografía proporcionada por el Arquitecto Arturo Sibaja, vecino de Pijijiapan.**

Fotografía actual del puente (Fotografía 2.22) que fue afectado en 1998; comparando las fotografías 30 con la 31, nos damos cuenta de la magnitud del desastre.

Teniendo como antecedente las afectaciones que tuvo el puente durante los desbordamientos de 1998, se visitó el lugar y se observó que el puente Pijijiapan, específicamente en el carril que se dirige hacia la ciudad de Tonalá, muestra afectaciones en los cimientos del lado oriente, presentando fracturas en las estructuras y desprendimientos de los cimientos que lo sostienen.



**Fotografía 2.22.- Tomada el 19 Junio de 2006, fotografía del puente actual.**

Esto fue producto de los embates de la corriente del río en años anteriores. Es probable que con otra fuerte avenida, pueda venirse a bajo el puente ya que los cimientos de las partes oriente están afectadas (Fotografía 2.24, 2.25 y 2.26). Sin embargo los pilares medios que se encuentran en el cause

del río sosteniendo el puente, se observaron “bien” cimentados (*Fotografía 2.23*).



*Fotografías 2.23.- Base del Puente Pijijiapan afectados por fracturamiento, corrosión y asolvamiento.*



*Fotografías 2.24 y 2.25.- Cimientos y base del Puente Pijijiapan en su margen derecha afectados por fracturamiento, corrosión, asolvamiento, deslizamiento y desprendimiento de materiales.*



***Fotografía 2.26.- Cimientos y base del Puente Pijijiapan en ambas márgenes afectadas por fracturamiento, corrosión, asolvamiento, deslizamiento y desprendimiento de materiales.***

Y por lo que concierne a la base occidente del mismo puente; la parte media del puente se utiliza de acceso vehicular (*Fotografías 2.28 y 2.29*) para las comunidades: el Cafetal, San Antonio, Santaella, Los Sauces, La Morita y Guadalupe, en donde la pared que soporta dicho camino se encuentra fracturada y se observa un colapso. Por lo que las comunidades antes mencionadas pueden quedarse incomunicadas siendo este su unido acceso.



**Fotografías 2.27 y 2.28.- Base del Puente Pijijiapan afectada en su extremo poniente por deslizamiento y colapso de materiales.**

Una zona donde se tiene que dar mas importancia es el “dique”, (material de desazolve del Rió), que se encuentra en el Barrio El Arenal (*Fotografía 2.30*). El dique que fue construido antes del 2005 tiene 6.6 m de ancho y fue ampliado en este año con 5 m más, en esta porción. La altura del dique con respecto al nivel de cauce del rió es de 5.4 m y con el nivel de las casas es de 1.5m., la parte mas delgada tiene una distancia de 9.7m del puente al dique ampliado, el cual representa un gran peligro no solo para la Barrio El Arenal, sino que para los barrios centrales de la Ciudad de Pijijiapan, ya que la corriente puede erosionar este sector del dique e inundar a la Ciudad, como ocurrió en 1933 y 1998.



***Fotografía 2.29.- Porción más angosta del dique con 6.6 m de ancho y 5.4 m de alto, se ubica en el Barrio El Arenal, Pijijiapan.***

Lo que puede pasar en esta porción del dique es que cuando crezca la corriente, en esta parte delgada puede crearse un remolino y erosionar con mayor rapidez esta zona y como en esta parte inicia la ciudad, esta zona se ubica en peligro alto por inundaciones.

Durante las lluvias en octubre del 2005 se tenía construido el “dique” de aproximadamente 6 m de ancho (*Fotografía 2.30*) y el agua casi llegó al límite del mismo; no ocurrió desbordamiento, sin embargo quedó muy angosto. Se realizó el desasolvamiento del río y con el mismo material se amplió el dique 15 m, teniendo el dique actual de 21 m de ancho

(Fotografía 2.31), pero el material se observa muy fácil de erosiona con la corriente del río, por lo que se considera un área e alta peligrosidad.



**Fotografía 2.30.- Vista panorámica del Río Pijijiapan, fotografía tomada el 5 de Octubre del 2005 durante la inundación, el agua alcanzo su máximo nivel, pasando incluso por encima del puente del ferrocarril, fotografías facilitadas por el Ara. Arturo Sibaja, vecino de Pijijiapan, Chis.**



**Fotografía 2.31.- Vista panorámica del Río Pijijiapan después de las inundaciones, fotografía tomada 19 de Junio del 2006, muestra el estado actual, el Dique mide de 21 m de ancho.**

Otra zona de peligro alto, es el área localmente conocida como “Los Tanques”, donde se encuentran dos casas habitadas a escasos 8 m de distancia del cauce de río Pijijiapan. Como antecedente de las lluvias en octubre del 2005, el agua llego al nivel de las casas. (Fotografía 2.33)



**Fotografía 2.32.- Viviendas asentadas a un costado del río Pijijiapan, se encuentran en zona de peligro alto, se recomienda reubicación inmediata.**



**Fotografía 2.33.- Punto de control PI-117, poblado San Antonio.**

El poblado San Antonio se encuentra dentro de la cuenca del río Pijijiapan (Fotografía 2.33), y por ende en zona de alto peligro; en octubre del 2005, las personas se resguardaban en los pequeños lomeríos mas cercanos para salvar sus vidas, viendo como el ganado era arrastrado por la corriente, además de los árboles arrastrados desde sus raíces y bloques de rocas de 2 a

4m. En la fotografía se observa el escarpe de 1.5m dejado por el río. Por comunicación verbal de los pobladores nos comentaron que la corriente arrasó con 7 viviendas además de una capilla católica.



*Fotografía 2.34.- Punto de control PI-122, poblado Nuevo México.*

En este poblado el nivel del agua subió 40 cm pero fue gradual, no hubo corriente que dañara la estructura de las casas, el daño que produjo fue los muebles. Además de dejarlos incomunicado por el deterioro a las vías de comunicación (Fotografía 2.35),



***Fotografía 2.35.- Punto de control PI-125, Poblado el Ríon, camino hacia la Pampa.***

En nivel del agua alcanzado en este poblado fue de 1 metro en octubre del 2005, no causo daños a las estructuras de las viviendas puesto que el nivel fue subiendo gradualmente.

### **3.- CONCLUSIONES**

- ❖ Factores tales como su ubicación geográfica, geológica y política, favorecen que se agudice más el efecto negativo de los fenómenos meteorológicos a los que se ve expuesto.
- ❖ La erosión, la presencia de escurrimientos y la intensa deforestación, han sido factores coadyuvantes para atenuar la probabilidad de ocurrencia de peligros naturales.
- ❖ La morfología de la ciudad de Pijijiapan favorece a la zonificación de peligro alto por inundación, aunado a que la traza urbana fue creciendo hacia el cauce del Río Pijijiapan, ya que el cauce no crece cada año, sino que tiene 7 años como periodo estimado de retorno, en ese tiempo los habitante fueron asentándose en zona de peligro alto.
- ❖ Antes del desastre de octubre del 2005 que afecto a toda la Costa Chiapaneca; la Ciudad de Pijijiapan ya contaba con un dique (material de desasolve del río) por lo que no fue afectado en ese evento. Pero por los antecedentes de los año de 1933 y 1998 (de los que se tiene conocimiento) las zonas que fueron afectadas se les consideran de peligro alto.
- ❖ La porción sur de la zona urbana, no fue afectada ya que la vía del ferrocarril sirvió de represa en 1998; pero en el río, el puente que fue construido para su paso a la ciudad, sirve como represa en el río ya que la basura, las ramas, trocos de árboles y rocas se atrancan en la base, produciendo un gran peligro a los barrios aledaños porque el agua busca su cauce, así que al encontrar esta represa se expande hacia sus laterales causando daños.
- ❖ En cuanto a deslizamientos y caída de bloques solo se presentan en la parte norte de la ciudad, donde se encuentran lomeríos han sido poblados o utilizados para la construcción de infraestructura carretera o calles para lo cual se realizan cortes inestabilizando el terreno, y haciéndolos mas susceptibles a este tipo de peligro.
- ❖ El peligro sísmico es alto en el municipio de Pijijiapan, debido a que éste se ubica en la zona “D” (CFE, 1998), donde se tienen sismos hasta de 7 grados en la escala de Richter y profundidades variadas.
- ❖ El peligro volcánico es bajos debido a que el municipio se encuentra a 102 Km. al noroeste del volcán Tacaná

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

- ❖ En el 2005 esta ciudad no fue afectada, ya que se tenía la construcción un dique, pero el nivel del agua llegó al límite, por lo que se recomienda reforzarlo con gaviones, y no con el material de desasolve del río como actualmente lo están haciendo, ya que en realidad lo único que hacen es orillar dicho material, disminuyendo el cauce del río y lo recomendable es sacar todo ese material y construir diques con materiales más resistentes.
- ❖ Quitar el puente del ferrocarril que ya no está en uso desde 1998, actualmente es utilizado para comunicar a la zona conurbana con la urbana. En este sitio se recomienda construir un puente peatonal de mayor elevación, para evitar los problemas anteriores.
- ❖ Con base en la identificación de los peligros naturales, los procesos de desarrollo urbano y de crecimiento de Pijijiapan, se propone:
- ❖ Hacia la parte alta de la subcuenca promover la reforestación en los poblados ubicados dentro de esta. Este programa debe de considerar que se siembren árboles nativos por ejemplo en sauce que en dos años crece de 2 a 3m.
- ❖ La planicie de inundación cartografiada como peligro alto, debe de ser reforestar la zona y no permitir que se construyan nuevas viviendas.
  - Hacer labor comunitaria de limpieza sobre el cauce del río, principalmente quitar del cauce principal del río todos los árboles tirados que pudieran ser arrastrados por la corriente, de esta forma se deja paso libre evitando que se represe en zona alguna.
  - Con este estudio se identifican cuantas manzanas están en el margen de peligro alto para promover una reubicación y desalojo inmediato de sus habitantes, destruyendo toda vivienda tan pronto se de la reubicación.
  - Prohibir toda licencia cambio de uso de suelo a habitacional en zonas de peligro alto.
  - Prohibir toda licencia de modificación, ampliación o crecimiento de vivienda, tanto en zona de peligro por inundación e inestabilidad de laderas tanto alto como medio.

- Construir un sistema de drenaje pluvial adecuado de los arroyos que nacen dentro de la ciudad.
  - Crear y mantener un sistema de alarma para prevención de desastres.
  - Capacitar a la población mediante platicas y programas de desarrollo para fomentar la cultura de limpieza y seguridad.
  - Hacer un programa permanente de simulacros especificando las rutas de evacuación dentro de los diferentes puntos de la ciudad.
- ❖ Medidas inmediatas para mitigar el peligro por inestabilidad de laderas y asociado a 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.

## **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.

**Carfantan J. C. (1977).**- La Cobijadura de Motozintla – Un Paleoarco volcánico en Chiapas, México D. F. Universidad Nacional Autónoma de México, Revista del Instituto de Geología Volumen 1, Numero 2, paginas 133 – 137.

**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.

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

**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.

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

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

**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 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 esperarían 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 monogenéticos.

**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.

**Desmonte.-** 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 (truncos 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 deleznableles 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 una 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 mas 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 Geográfico).

**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 elevadas temperaturas 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 forman.

**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.

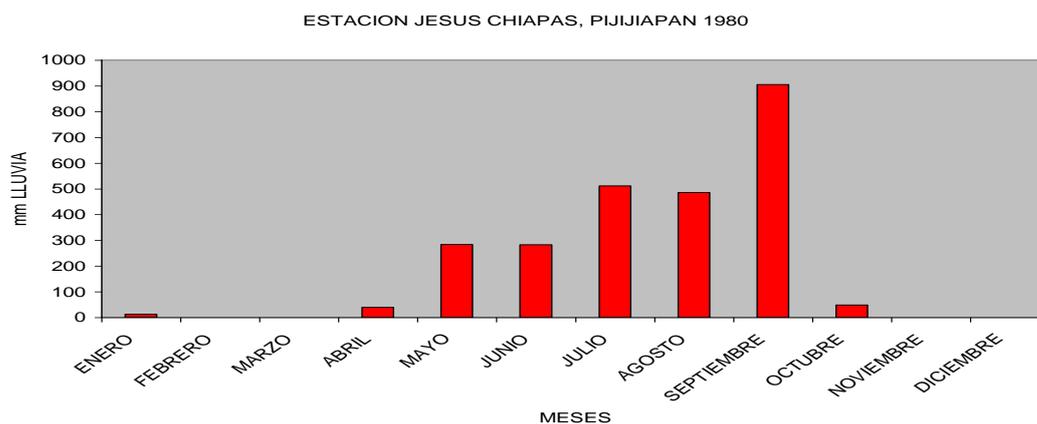
7.- ANEXOS

ANEXO 1

*Precipitaciones medias mensuales registradas en la estación Jesús Chiapas, Pijijiapan*

ESTACION JESUS CHIAPAS, PIJIJAPAN															
15°52' 93°15' 120 M.S.N.M.															
ESTACION	ELEMENTOS	CO	AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
7084	208		1964	0	0	0	0	0	0	0	0	0	212.2	21.3	14.9
7084	208		1965	7.3	0	9	146.8	313.2	488.7	220.8	322	561.1	267.1	0	0
7084	208		1966	0	0	0	23	468.1	337.6	404.4	325.2	573.7	263.6	0	0
7084	208		1967	0	0	55.8	57.1	131.1	535.2	388.6	221.8	554.2	183.5	0.7	3.4
7084	208		1968	0	0	0	2	223.8	361.8	273.3	435.7	633.9	190.6	0	2.5
7084	208		1969	0	0	0.2	72.6	61.7	448.6	457.9	548.8	544	332.5	19.4	0
7084	208		1970	0	0	0	0	38.1	241.1	490.1	578.5	737.4	242.1	36.6	2.4
7084	208		1971	46.3	0	0	0	202.2	529.2	429.6	699.9	385.8	274	68.5	3.5
7084	208		1972	0	0.2	9.8	147	227.7	595.6	183	366.3	472.7	76.9	104.7	42.2
7084	208		1973	0	5.3	0	74	188.6	411.8	355.5	512.6	696.4	216.6	21.3	8.3
7084	208		1974	77	27	89.4	47.1	111.8	510.7	447.5	311.2	513.6	34.4	9.6	0
7084	208		1975	0	0	35.2	1.3	284.7	330.3	456.8	470.2	497.1	144.6	5.5	16.5
7084	208		1976	0	0	0	146.1	75.8	344.4	135.6	146.2	377.2	234.7	59.1	0
7084	208		1977	0	0	0	4.6	269.1	218.7	186.8	255.1	303	375.4	25.5	11.5
7084	208		1978	0	0	3.2	30.1	247.3	691.9	456.7	221	459.6	130.7	34.3	1.5
7084	208		1979	0	0	0	0	253.6	370.9	418.2	454.2	433	122.7	0	1.5
7084	208		1980	12.5	0	0	39.2	284.1	282.8	511.7	485.5	908.3	48.4	0	0
7084	208		1981	0	0	0.1	89.4	394.8	645.8	380.2	415.8	650.9	416.8	1.6	0
7084	208		1982	0	48.1	0	4.9	386.9	515.1	206.2	151.9	330.3	166.1	69.1	0
7084	208		1983	0	62.5	69.6	0	17.2	167.7	262.3	325.3	163.1	118.8	15.9	4.5
7084	208		1984	0	0	20.3	0	228.8	304.1	347.2	382.2	420.8	163.2	0	0
7084	208		1985	0	0	0	72	223.5	464.4	364.8	448.4	-99999	197.5	189.5	0
7084	208		1986	0	0	0	0	382.7	227.5	203.1	176.3	359.5	155.5	38	3.2
7084	208		1987	0	0	0	0	81.4	393.3	399.6	321.8	262.5	0	0	0
7084	208		1988	0	0	0	0	83.1	428.1	342	822.1	765.4	39.6	5.3	0
7084	208		1989	0	0	1.5	20	392.8	464.6	535.3	375.3	905.1	206.6	95.2	0
7084	208		1990	0	38.4	55.5	51	165.9	410.4	300.1	382.7	408.8	286.7	21.2	0
7084	208		1991	0	0	0.4	23.8	135.5	495.5	156.5	489.7	348.8	209.5	0	31.4
7084	208		1992	0	0.7	81.7	6.8	130.3	599.7	358	428.5	539.8	125.2	9.9	0
7084	208		1993	0	0	9	30	125.2	403.1	317.2	-99999	-99999	197	3.5	0
7084	208		1994	0	0	0	31.1	307.3	280.6	180.2	364.2	190.6	399	26.2	0
7084	208		1995	61	0	0	65.4	136.5	326.4	468	601.6	431.3	256.1	47.3	19
7084	208		1998	0	0	0	0	203.7	449	364.5	369.5	824.8	323.1	1	2
7084	208		2000	0	0	0	78	339.9	393.7	265.4	293.7	416	84.9	145.5	0
7084	208		2001	0	0	0	2.9	153.2	248.8	324.9	241	847.7	330.5	0	0
7084	208		2002	0	0	0	325.7	166.3	476.8	867.2	693.6	724.4	522.9	52	0
7084	208		2003	0	0	40.6	0	441.5	598.8	630.2	843.5	0	0	0	0

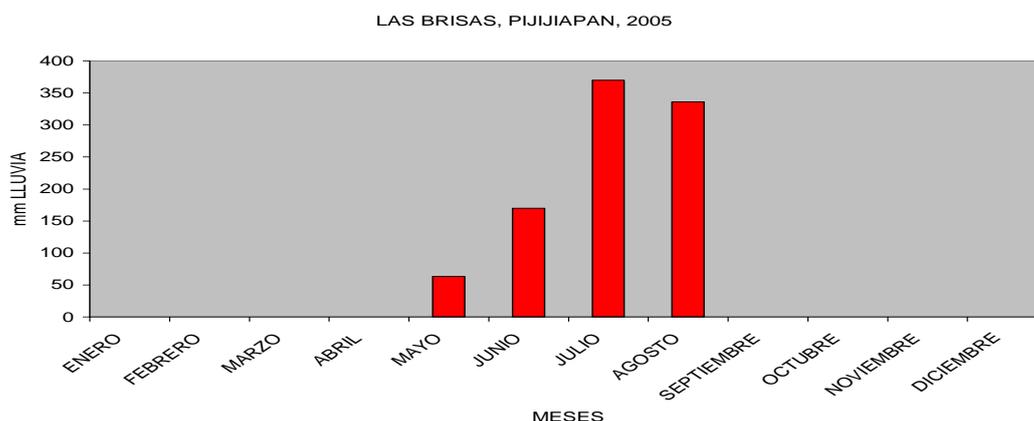
*Se grafico solo la precipitación extrema registrada por esta estación*



## ANEXO 2

### Precipitaciones medias mensuales registradas en la estación las Brisas, Pijijiapan.

LAS BRISAS, PIJIJAPAN															
15°30'	93°07'	30 M. S. N. M.													
ESTACION	ELEMENTOS	CO	AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE
7380	208	2005		0	0	0	0	63	169.6	369.7	336.2	0	0	0	0

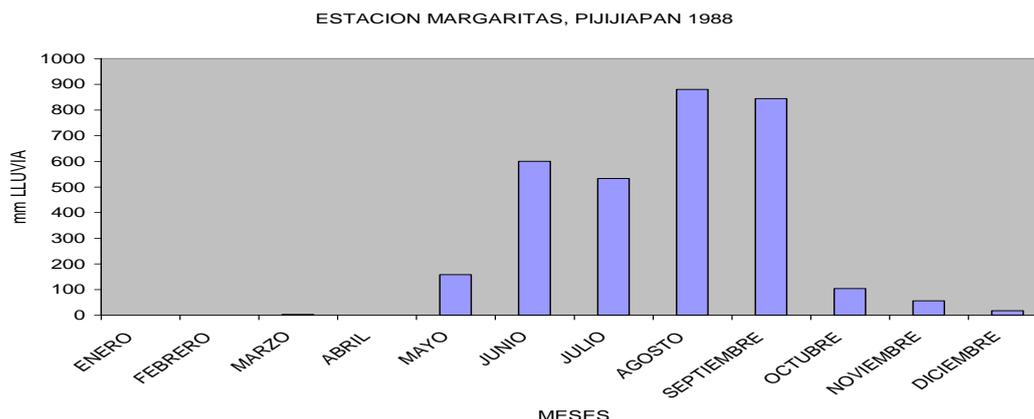


## ANEXO 3

### Precipitaciones medias mensuales registradas en la estación las Margaritas, Pijijiapan.

ESTACION MARGARITAS, PIJIJAPAN															
15°36'	93°03'	90 M. S. N. M.													
ESTACION	ELEMENTOS	AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	
7115	208	1964	.99999	.99999	.99999	.99999	.99999	.99999	.99999	.99999	.99999	.99999	229.1	82.8	58
7115	208	1965	14.5	9	31.5	54.5	279.1	465.7	344	361.3	695.2	352.6	17.4	0	0
7115	208	1966	0	0	0	129.1	411.4	425.2	426.3	489.8	610	416.7	9	0	0
7115	208	1967	0	0	71	26.2	179.2	441	339	301.3	521.3	231.5	39.3	10	10
7115	208	1968	0.6	0	0	78.9	318.2	609.9	537.8	590.8	679.8	357.6	17.4	14.6	14.6
7115	208	1969	0	14.8	0	25.7	111.2	472	493.7	526.3	538.9	499.3	16.8	1.5	1.5
7115	208	1970	0	0	0	8	122.2	479.6	300.8	608.8	766.4	255.2	138.6	6.2	6.2
7115	208	1971	0	0	0	0	233.8	453	427.7	669.2	410.5	449.5	75	0	0
7115	208	1972	0	0	33.5	59.7	244.4	588	274.7	537.1	340.8	229	124	17.7	17.7
7115	208	1973	0	0	5	81.9	46	321.1	366.7	518.5	392	414.4	31.8	0	0
7115	208	1974	28	2.3	49.2	65.3	406.1	432	503.4	459	569.6	31	11.3	0	0
7115	208	1975	6.5	0	29.4	11.7	214.9	437.1	507.5	539.1	472.3	331.2	51.1	4.5	4.5
7115	208	1976	0	0	0	179.6	108.6	662.3	207.4	361.7	485.4	237.1	129.8	0	0
7115	208	1977	0	0	0	64	275	224.7	372.6	524.8	433	407.2	2.3	24.7	24.7
7115	208	1978	0	3	20.7	10.1	296.7	499.8	617.5	571.3	551.2	173.7	18.9	17.7	17.7
7115	208	1979	0	0	13	123	317.4	240.1	445.5	756	456.3	270.4	0	0.2	0.2
7115	208	1980	7.2	0	0	15.5	263.4	392.6	717.3	299.4	654.5	137.7	0.1	0	0
7115	208	1981	0	0	4.8	190.8	365.1	719.6	407.9	612.3	285.8	445.5	50.5	0.5	0.5
7115	208	1982	0	42	56	99.3	528.8	630.4	209	317.4	640.3	187	16.5	22.3	22.3
7115	208	1983	0	52.3	67.5	0	133.2	474.6	571	553.5	378.6	178.6	29.5	63.6	63.6
7115	208	1984	0	0	.99999	0	242.2	368	377.1	583.8	520.8	126.7	4	0	0
7115	208	1985	0	0	7.2	20.5	433.5	422.2	345.1	526.7	.99999	197.6	125.5	0.1	0.1
7115	208	1986	0	0	0	27	532.5	324	334.8	366.9	301.5	172.5	83.8	0	0
7115	208	1987	0	0	4.2	0	225.5	490.5	677.5	469.5	425.3	0	0	0	0
7115	208	1988	0	0	3	0	157.6	600	532.7	879.6	643.6	103.8	56	17.1	17.1
7115	208	1989	0	0	1.5	122.2	317.5	540.3	577.6	481.9	851.7	186.1	126.5	0	0
7115	208	1990	0	19.5	65.8	232.8	349.5	464.7	386.2	487.9	348.7	375.6	49	2.2	2.2
7115	208	1991	8	0	0	99.5	141.3	580.7	452	336.9	547.4	293	20.3	48	48
7115	208	1992	2	8	166.3	33	121.3	464.3	562.4	472.6	730.8	201.8	97.6	3.1	3.1
7115	208	1993	0	0	1.5	84.4	199	338.2	368.9	572.8	616	298.5	0	0	0
7115	208	1994	0	.99999	0	14.2	226	328.1	188.9	216.3	316.3	376	48.8	1.9	1.9
7115	208	1995	0	0	1.5	116.1	213.5	413.1	595.6	739	562.3	169.8	59.9	2.8	2.8
7115	208	1996	0	0	.99999	.99999	474.4	320.7	499.8	493.4	525.1	.99999	.99999	.99999	.99999
7115	208	1997	.99999	.99999	.99999	.99999	.99999	389	476	219.5	567	348	322	82	82
7115	208	1998	0	0	0	0	29.8	609.8	572.5	565.7	1197	332.2	237.6	0	0
7115	208	1999	0	17.7	0	40.9	195.9	663.1	504.8	533.3	579.7	477.9	0	0	0
7115	208	2000	0	0	2.1	27.8	340.3	280	259.2	321	.99999	145.8	109.4	.99999	.99999
7115	208	2001	0	4.8	1.3	.99999	.99999	176.1	210.6	330.4	392.7	286.6	0	.99999	.99999
7115	208	2002	0	0	0	96.6	64.6	319.5	.99999	.99999	.99999	.99999	.99999	.99999	.99999
7115	208	2003	0	0	0	0	305.4	0	371.4	355.4	637.2	334.7	0	0	0
7115	208	2004	13.1	0	6.5	.99999	234.1	263.7	499.6	476.8	467.2	426	14	.99999	.99999
7115	208	2005	3.1	0	1.8	9.3	.99999	.99999	.99999	.99999	.99999	.99999	.99999	.99999	.99999

Se grafico solo la precipitación extrema registrada por esta estación

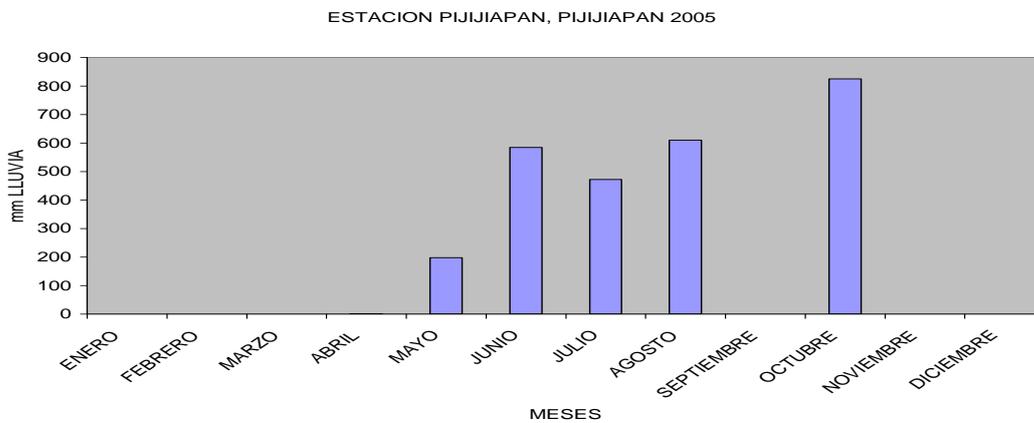
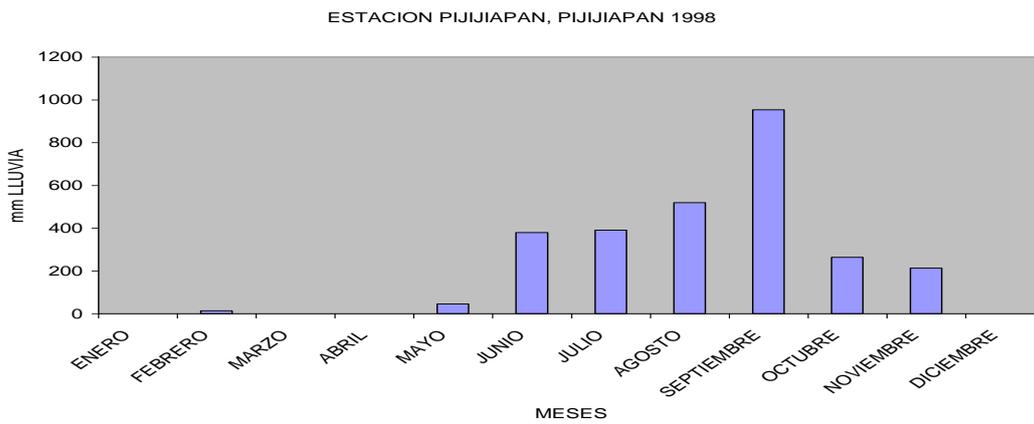
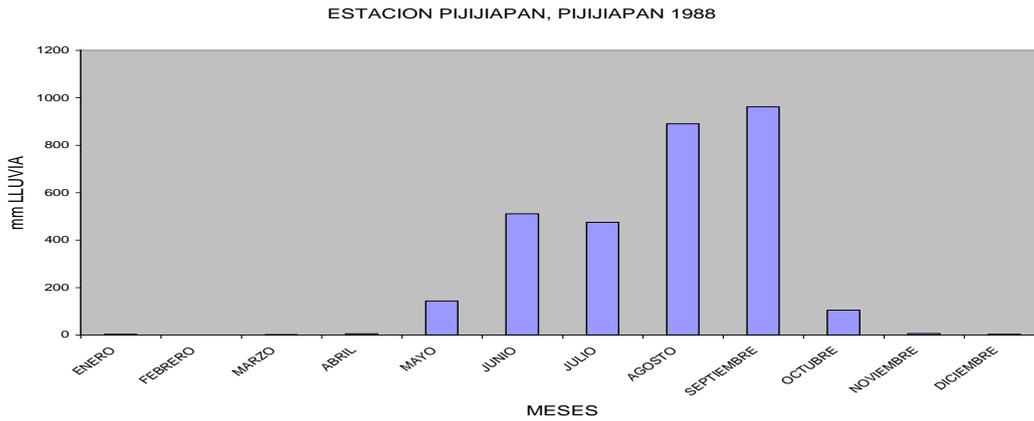


### ANEXO 4

#### *Precipitaciones medias mensuales registradas en la estación Pijijiapan, Pijijiapan.*

ESTACION PIJIJAPAN, PIJIJAPAN															
15°41'	93°23'	39 M.S.N.M													
ESTACION	ELEMENTOS	AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
7129	208	1959	-99999	0	0	0	0	268.5	215.3	525.7	308	232.7	288	21.5	0
7129	208	1960	0	0	0	14	51	306.5	304.5	316	352	319	13.5	0	
7129	208	1961	0	0	0	0	94.5	426.5	473	300.9	469.9	97.6	373	52	
7129	208	1962	0	0	0	13.5	113.5	823.5	387.5	467.2	604.9	405.2	0.3	0	
7129	208	1963	0	3	12	71	304.8	373.7	404.6	371.8	895.6	85	198.2	0	
7129	208	1964	0	0	20.2	6	123.8	433	645	587.2	411.8	128.5	95.1	26.4	
7129	208	1965	24.8	0	17.2	29.9	464.8	467.7	314.2	283.2	699.9	343.6	9.6	0	
7129	208	1966	0	11.8	0	88.3	355.1	417.6	368.8	-99999	559	268.3	1.5	0	
7129	208	1967	0	0	15.6	93.5	217	392.2	384.9	285.3	405.9	219.7	6.8	1	
7129	208	1968	0	0	0	32.9	467	367.7	360.8	377.7	633.4	253.2	4.5	0	
7129	208	1969	0	19	0	27	125	278.4	438.5	436.5	499.6	373.2	20.7	0	
7129	208	1970	0	0	0	0	103.3	304.1	387.1	478.2	738.7	328.9	54.1	0	
7129	208	1971	0	0	0	0.5	240	370.1	326	451.9	500.6	357.5	86.1	6.2	
7129	208	1972	0.9	32.3	16.2	76	302.2	527.7	142.3	410.3	305.1	174.4	73.8	13.8	
7129	208	1973	0	0	0	76.2	132.8	422.1	354.4	677.7	504.4	337.1	33.6	0	
7129	208	1974	20	10.6	69.7	100.2	206.5	414.7	275	339.5	541.7	57	31.3	0	
7129	208	1975	0	0	15.2	10.6	211.5	359.3	471.3	408.5	396.1	251.1	72.3	24.7	
7129	208	1976	0	0	1.8	105	99.8	527.8	276.7	308.9	282.7	328.7	86.7	0	
7129	208	1977	0	0	3.5	31.7	316.2	215.2	265.4	450.6	369	405.1	0	17.9	
7129	208	1978	0	0.3	0.2	87.2	278.7	457.7	472.5	392.1	622.2	125.3	9.1	3	
7129	208	1979	0	0	6	151.5	134.8	304.2	362.7	734.7	302.8	181.2	0	0.8	
7129	208	1980	1.3	0	0	0	216.5	244.3	571.4	424.7	623.8	112.3	10.5	0	
7129	208	1981	0	0	0	53.2	183	608.5	283.1	516	214.6	363.7	11.7	0	
7129	208	1982	0	54.9	15	56.6	351.1	461.1	307.9	223	331.8	155	43.2	9	
7129	208	1983	0	62.6	72.6	0	52.3	370.6	327.9	266.1	-99999	147.5	-99999	21.1	
7129	208	1984	0	0	6.2	0	183.8	-99999	216.7	251.4	280.6	53.5	0	0	
7129	208	1985	0	20	16	11.9	206.7	224.5	313.2	510.7	301	247.5	162.3	0	
7129	208	1986	0	0	0	76.5	322.8	181.4	177.7	238.6	207.6	118.7	35	2.8	
7129	208	1987	0	0	0	0	212.4	342.4	508.5	399	277.9	0	0	0	
7129	208	1988	3.2	0	1.2	5	142.8	510.8	475.2	890.3	981.8	104.4	5.7	2.8	
7129	208	1989	0	5.5	0	30.2	261.8	456.7	460.1	470.6	725.8	107.1	122.7	0	
7129	208	1990	0	47	46.5	33	186.8	363.9	300.7	283.6	362.3	304.6	14.2	9.3	
7129	208	1991	0	0	0	57	118.8	478.9	230.2	218.2	320.5	201	2.2	4.3	
7129	208	1992	2	2.3	135	27.2	155.7	265.7	498	262.2	608.9	230.4	32.1	20.1	
7129	208	1993	3.4	0	1	15.4	186.9	327.3	283	480.4	375.6	183.4	2.2	0	
7129	208	1994	0	0	0	33.6	196.9	240.1	207.1	305.3	194	297.2	6.7	4.2	
7129	208	1995	2.5	0	6.9	164.6	204	343.2	433.4	634.3	532.3	107.4	29.2	5	
7129	208	1996	0	0	5.2	27.6	601.5	296.2	480.7	450.7	424.8	116	44.1	0.7	
7129	208	1997	0	0	64.2	52.4	227.7	505	230.3	279.1	401.7	331.7	243.7	95.5	
7129	208	1998	0	13.4	0	0	45.2	379.4	389.9	519.3	952.8	262.9	212.5	0	
7129	208	1999	0	19	0	31.6	173.1	579.5	279.2	372.6	623.6	324.6	1.1	5.9	
7129	208	2000	0	0	0.3	-99999	472.7	374.7	240.1	151.8	370.8	201.6	56.3	-99999	
7129	208	2001	0	4.5	0.1	-99999	185.7	215.7	230.5	243	318.5	174.7	0	-99999	
7129	208	2002	0	0	0	0	109.8	364.3	440.4	336.2	675.3	277	47.2	0	
7129	208	2003	0	0	39.7	18.9	109.1	312.9	294.4	-99999	-99999	-99999	-99999	-99999	
7129	208	2004	0	0	5	-99999	297.7	264.9	405.3	445	427.7	-99999	1.8	26.1	
7129	208	2005	0	0	0	1	197.3	584.1	472.3	609.6	0	824.8	0	0	

*Se grafico la precipitación extrema registrada en esta estación (marcada con rojo en el cuadro), además de se graficaron las precipitación en donde Pijijiapan fue afectado.*



## ANEXO 5

### Precipitaciones medias mensuales registradas en la estación San Diego, Pijijiapan.

SAN DIEGO PIJIJAPAN														
15°44'	93°18'	100 M. S. N. M.												
ESTACION	ELEMENTO	AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
7352	208	1982	0	41.4	29.8	31.4	362.1	487.4	232.4	224.9	356.3	239.8	79.4	9.8
7352	208	1983	0	60.5	68.3	0	65	402.9	425.7	361.1	-99999	163.1	-99999	8.7
7352	208	1984	0	0	18	0	236.9	147.9	367.9	688.9	437.3	30	8	0
7352	208	1985	0	0	0	44.5	269.5	313.9	374.2	507.7	324.3	276.8	237	0
7352	208	1986	0	0	0	22	366	163.5	197.5	314.4	337.8	225	112.5	0
7352	208	1987	0	0	0	0	226	565.6	482.5	385	449.3	0	1.3	0
7352	208	1988	15.1	0	1.7	0	109.2	489.1	372.9	631.6	829.8	269.3	17.5	1.5
7352	208	1989	0	9.1	0	3.1	340.6	444.2	529.1	509.6	780.6	72.5	125.9	0
7352	208	1990	0	44.2	58.7	52.6	215.8	339.6	342.1	341.1	341.6	272.2	3.9	6.1
7352	208	1991	0	0	12.9	40.2	132.5	498.4	178.5	249.6	293.1	220.1	0.2	15.6
7352	208	1992	0	1.2	103.5	0	90.1	370.5	383.5	378.2	464.2	123.5	-99999	2.4
7352	208	1993	0.5	0	1.6	39.8	197	376.1	323.3	415.6	418.9	158.2	0.7	0
7352	208	1994	0	0	0	49.9	248.1	266.6	187.9	249.6	310.9	278.9	108.6	2.2
7352	208	1995	0	0	0	135	131.2	232.6	428.7	676.1	609.1	148.6	51.7	10.3
7352	208	1996	0	0	0	5.7	338.7	367.2	357.5	422.2	312	68.3	39.2	0.1

Se grafico solo la precipitación extrema registrada por esta estación

ESTACION SAN DIEGO, PIJIJAPAN 1988

